

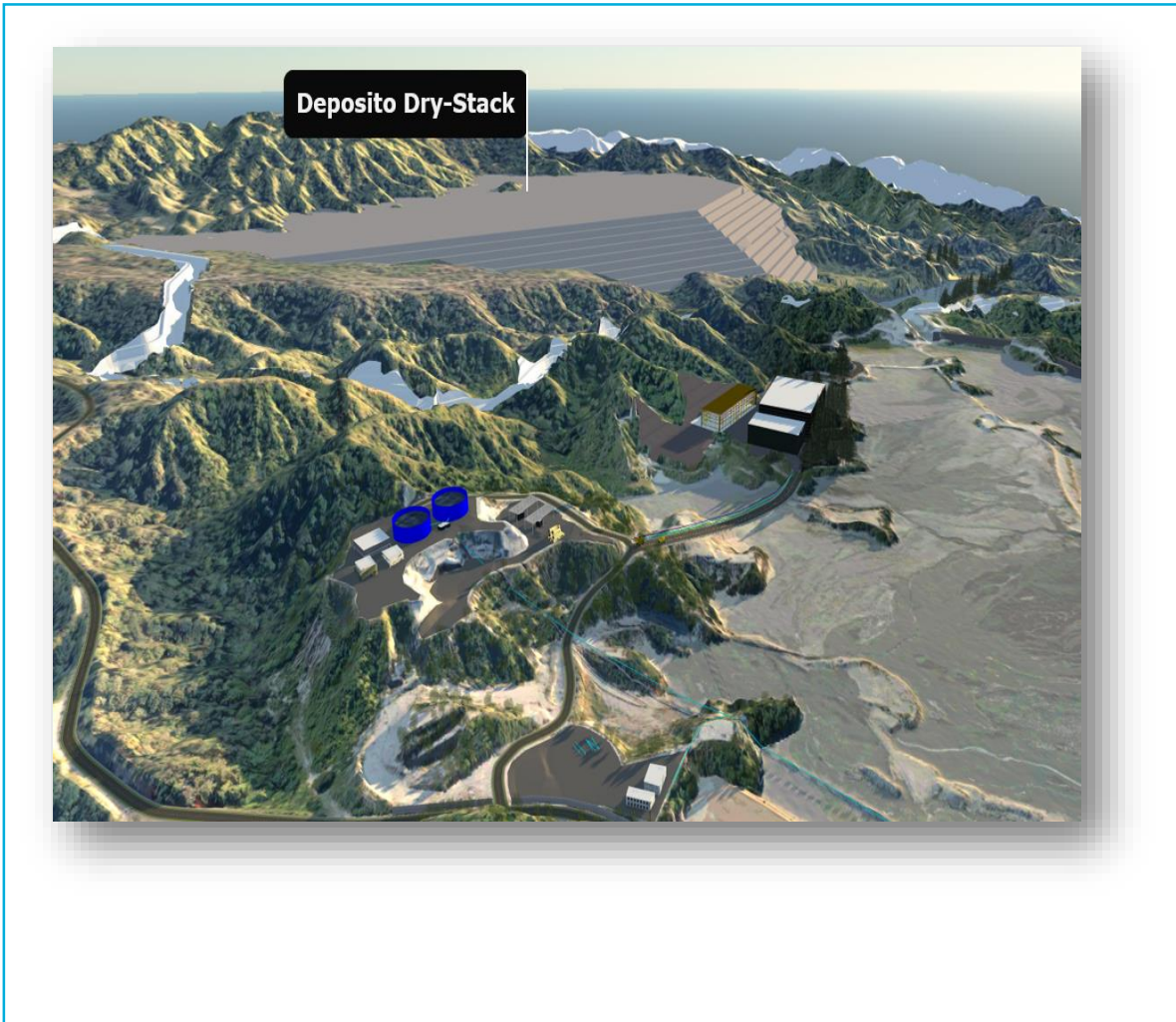


# MEDIO AMBIENTE

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.

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**



MIA-R "AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATICAJO"

# CAPÍTULO I

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

## CONTENIDO

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.</b> -----	<b>3</b>
<b>I.1. Datos generales del proyecto</b> -----	<b>3</b>
I.1.1. Nombre del proyecto-----	3
I.1.2. Ubicación del proyecto-----	3
I.1.3. Duración del proyecto-----	4
<b>I.2. Datos generales del promovente</b> -----	<b>4</b>
I.2.1. Nombre o razón social-----	4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes-----	4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal-----	4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones-----	4
<b>I.3. Nombre del consultor que elaboró el estudio</b> -----	<b>5</b>
I.3.1. Dirección del responsable técnico del documento-----	5

## FIGURAS

FIGURA I.1 UBICACIÓN ESTATAL Y MUNICIPAL DEL PROYECTO. .... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## TABLAS

TABLA I.1. COORDENADAS DEL POLÍGONO DEL PROYECTO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA I.2 COORDENADAS ESTACIONAMIENTO. ....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA I.3 COORDENADAS VIALIDADES. ....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA I.4 COORDENADAS RESTAURANTE.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA I.5 COORDENADAS RAMPA BOTADERO (SECA).....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA I.6 COORDENADAS RAMPA BOTADERO (HUMEDA).....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA I.7 COORDENADAS TERRAZA 1.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA I.8 COORDENADAS TERRAZA 2.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA I.9 COORDENADAS ÁREA DE MANIOBRAS. ....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

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

## I.1. Datos generales del proyecto

### I.1.1. Nombre del proyecto

El proyecto se denomina **“Ampliación Centro Industrial Patitcajo”**.

### I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se localizará al Oeste del municipio de Minatitlán, Colima, dentro de la Unidad Minera Peña Colorada, aproximadamente a 8.5 km al Suroeste de la cabecera municipal de Minatitlán, a unos 38 km en línea recta al N-NW de la ciudad de Colima, y a 36 km al NE del Puerto de Manzanillo, tal como se muestra en la siguiente imagen (se presenta en anexo).

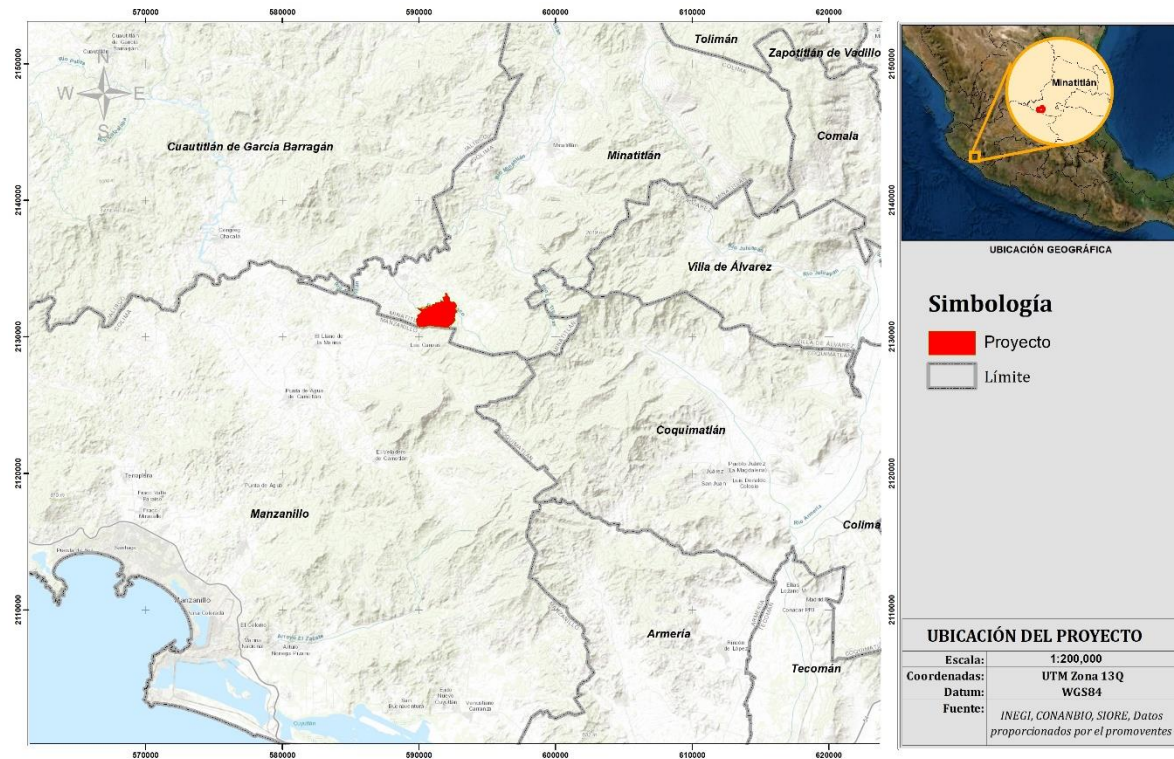


Figura I.1 Ubicación del proyecto



### **I.3. Nombre del consultor que elaboró el estudio**

**Martín José de la Cruz Quijano Poumián.**

[Redacted]

#### **I.3.1. Dirección del responsable técnico del documento**

[Redacted]

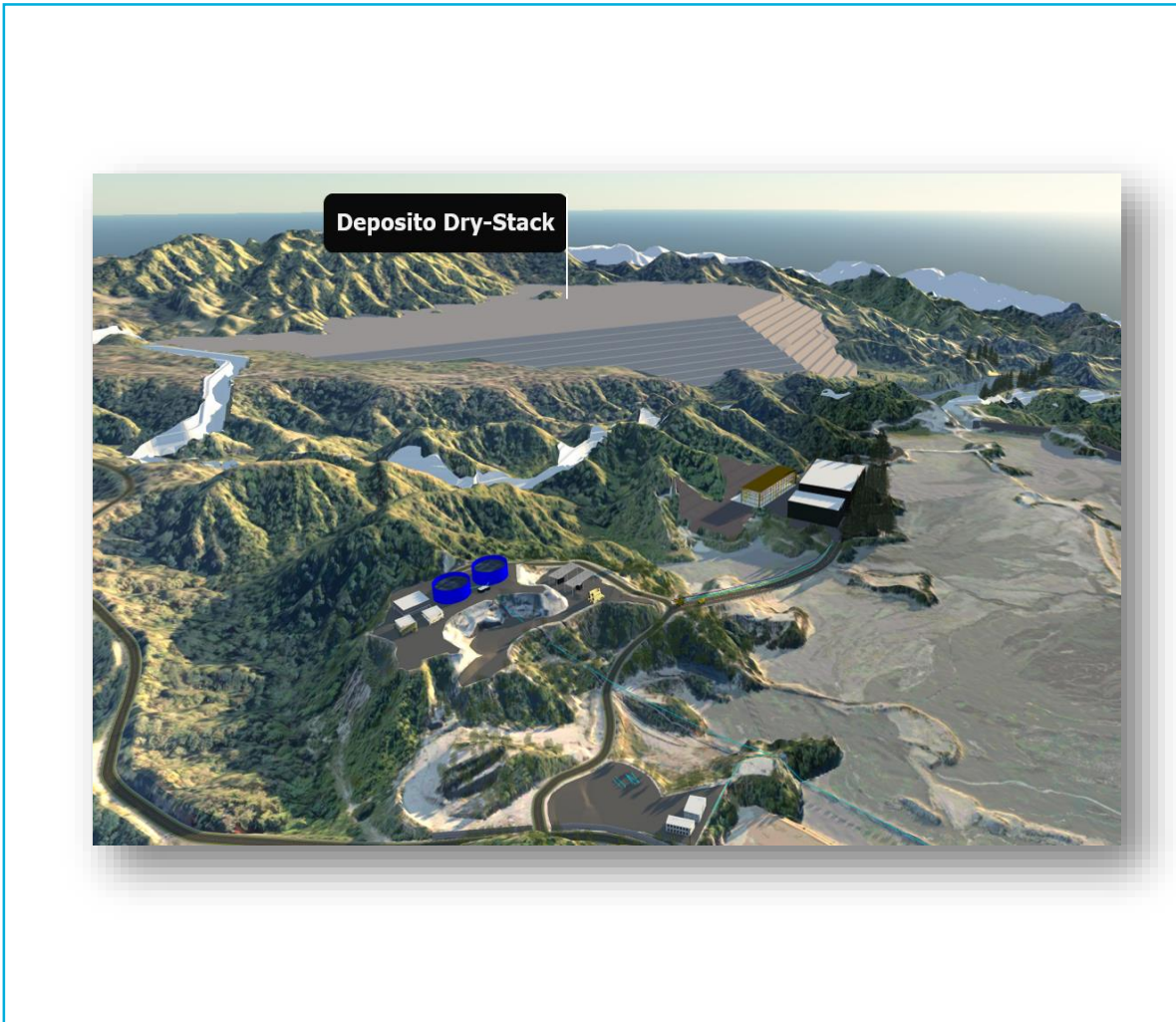
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]



MIA-R "AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATICAJÓ"

## CAPÍTULO II

Descripción de las Obras o Actividades y, en su caso, de los Programas o Planes Parciales de Desarrollo.

## CONTENIDO

<b>II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.</b>	<b>5</b>
<b>II.1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>5</b>
<b>II.2. Información general del proyecto.</b>	<b>8</b>
II.2.1. Naturaleza del proyecto.	8
II.2.2. Objetivo del proyecto.	9
II.2.3. Justificación.	9
II.2.4. Ubicación física del proyecto.	19
II.2.5. Vías de acceso.	20
II.2.6. Inversión requerida.	21
<b>II.3. Características particulares del proyecto.</b>	<b>21</b>
II.3.1. Descripción del proyecto.	21
II.3.2. Dimensiones del proyecto.	47
II.3.3. Representación gráfica regional.	48
II.3.4. Representación gráfica local.	50
II.3.5. Cronograma de trabajo.	52
II.3.6. Preparación del sitio.	54
II.3.7. Obras Temporales.	61
II.3.8. Construcción.	62
II.3.9. Personal, maquinaria e insumos.	77
II.3.10. Operación y mantenimiento.	79
II.3.11. Desmantelamiento y abandono.	80
II.3.12. Residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.	81

## FIGURAS

FIGURA II.1 PROCESO DE RECUPERACIÓN DE AGUA.	11
FIGURA II.2 COMPARATIVA DE VOLUMEN DE AGUA ENVIADA EN LA MASA DE JALES AL VASO DE LA PRESA ARRAYANAL, ANTES Y DESPUÉS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA DE ESPESADO DE JALES.	12
FIGURA II.3 COMPARATIVA DE LOS PROCESOS PARA LA RECUPERACIÓN DE AGUA Y LA DEPOSICIÓN DE JALES.	13
FIGURA II.4 BENEFICIOS DE UN DRY-STACK.	14
FIGURA II.5 UBICACIÓN DEL PROYECTO.	20



FIGURA II.6 VÍAS DE ACCESO. ....	21
FIGURA II.7 RESULTADOS LABORATORIO ABC METALES PESADOS BASE SECA .....	25
FIGURA II.8 PROPUESTA DE CUBIERTA SECA PARA JALES SECOS. ....	26
FIGURA II.9 CIERRE PROGRESIVO DEL DEPÓSITO DRY-STACK. ....	27
FIGURA II.10 VISTA EN PLANTA DE LA DISTRIBUCIÓN GENERAL EN EL DEPÓSITO DE JALES SECOS. ....	28
FIGURA II.11 SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO, DRY-STACK. ....	29
FIGURA II.12 VISTA RENDER DEPOSITO DRY-STACK. ....	29
FIGURA II.13 PLAN DE DEPÓSITO DRY-STACK.....	30
FIGURA II.14 DISTRIBUCIÓN PARA EL DEPÓSITO DE JALES SECOS. ....	33
FIGURA II.15 UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE CONTENCIÓN DE JALES SECOS EN TEMPORADA DE LLUVIAS.....	34
FIGURA II.16 VISTA EN PLANTA CUNETA DERIVADORA. ....	37
FIGURA II.17 UBICACIÓN DE LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL VEGETAL. ....	38
FIGURA II.18 UBICACIÓN DE POZOS DE MONITOREO. ....	44
FIGURA II.19 EJEMPLO DEL DISEÑO TIPO DE CONSTRUCCIÓN DE UN PIEZÓMETRO. ....	45
FIGURA II.20 INSTALACIÓN DE PIEZÓMETROS DEL TIPO ELÉCTRICOS.....	45
FIGURA II.21 VISTA 3D (RENDER) DEL PROYECTO. ....	46
FIGURA II.22 VISTA 3D (RENDER) DEL PROYECTO Y LAS OBRAS ALEDAÑAS EXISTENTES.....	47
FIGURA II.23 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL .....	49
FIGURA II.24 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL (DESPLANTE DEL PROYECTO). ....	51
FIGURA II.25 EJEMPLO DE RESCATE DE FLORA.....	55
FIGURA II.26 EJEMPLO DE RESCATE DE FAUNA.....	58
FIGURA II.27 EJEMPLO DE CAMINOS PARA BANDAS FIJAS. ....	63
FIGURA II.28 SECCIÓN TIPO CAMINOS BANDAS TRANSPORTADORAS.....	63
FIGURA II.29 PERFIL LONGITUDINAL CAMINO DE BANDAS TRANSPORTADORAS.....	63
FIGURA II.30 BANDAS TRASPORTADORAS MÓVILES. ....	64
FIGURA II.31 VISTA EN PLANTA BORDO Y ÁREA DE CAPTACIÓN DE SEDIMENTOS. ....	65
FIGURA II.32 SECCIÓN TIPO BORDO DE CAPTACIÓN.....	65
FIGURA II.33 PERFIL LONGITUDINAL BORDO DE CAPTACIÓN .....	66
FIGURA II.34 PERFIL CORTE ÁREA DE CAPTACIÓN.....	66
FIGURA II.35 SECCIÓN TIPO, CAMINO PARA TUBERÍA DE AGUA.....	67
FIGURA II.36 PERFIL LONGITUDINAL CAMINO PARA TUBERÍA DE AGUA DE RECUPERACIÓN .....	67
FIGURA II.37 SECCIÓN TIPO CANAL DE DESVÍO ARROYO PALO VERDE. ....	68
FIGURA II.38 VISTA RENDER CANAL DE DESVÍO. ....	69
FIGURA II.39 VISTA EN PLANTA TIPO DE REVESTIMIENTO PARA EL CANAL DE DESVÍO.....	71
FIGURA II.40 SECCIONES TIPO REVESTIMIENTO CANAL DE DESVÍO.....	72
FIGURA II.41 ENROCADO Y GAVIONES PARA REVESTIMIENTO DE CANAL DEL ARROYO PALO VERDE. ....	73
FIGURA II.42 PERFIL LONGITUDINAL ÁREA DE USO TEMPORAL Y CAMINOS DE ACCESO PARA MANTENIMIENTO. ....	74
FIGURA II.43 PERFIL LONGITUDINAL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL VEGETAL 1. ....	74
FIGURA II.44 PERFIL LONGITUDINAL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL VEGETAL 2. ....	74
FIGURA II.45 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LOS VADOS. ....	76
FIGURA II.46 DETALLE DE COMPACTACIÓN PARA SUBRASANTE. ....	76
FIGURA II.47 DISEÑO RENDER DEL PROYECTO. ....	79
FIGURA II.48 RESTAURACIÓN DEL SITIO. ....	81

## TABLAS

TABLA II.1 REQUISITOS DEL FACTOR DE SEGURIDAD (CDA, 2014) .....	23
TABLA II.2 INSTRUMENTACIÓN. ....	42

TABLA II.3 COORDENADAS UBICACIÓN DE LOS POZOS DE MONITOREO.....	43
TABLA II.4 SUPERFICIES DEL PROYECTO. ....	48
TABLA II.5 CRONOGRAMA DE TRABAJO. ....	53
TABLA II.6 INSUMOS.....	77
TABLA II.7 MAQUINARIA .....	78
TABLA II.9 RESIDUOS NO PELIGROSOS. ....	83
TABLA II.10 RESIDUOS PELIGROSOS. ....	85

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

### II.1. INTRODUCCIÓN.

La minería continúa siendo un pilar para el desarrollo económico de México y hoy más que nunca, es fundamental para la reactivación económica tan necesaria para el país.

México ocupa las primeras 10 posiciones a nivel mundial en la producción de 17 minerales en el mundo. En el año 2020, la minería contribuyó con el 8.3% al Producto Interno Bruto Industrial, reforzando ser una de las cinco principales industrias que agregan valor a este indicador; asimismo, contribuyó con un 2.3% al Producto Interno Bruto Nacional, y por ello las actividades relacionadas a la minería constituyen un componente importante del mercado de trabajo mexicano brindando distintos niveles de oportunidades de ingresos. Un ejemplo de ello es la Mina “Peña Colorada” que estableció sus operaciones desde hace 45 años en el municipio de Minatitlán, en el Estado de Colima, como una mina de cielo abierto, la cual se dedica a la explotación, extracción y beneficio de mineral de hierro de uno de los depósitos de mineral de hierro más importantes que existen en el país, lo que ha permitido, en el contexto estatal, ser la fuente de empleo más importante, así como el detonador de la economía local por la derrama económica que generan las operaciones mineras, y del desarrollo de una serie de bienes y servicios. Las operaciones de la mina constituyen un importante factor de desarrollo, ya que produce el 25.5% de la producción nacional de mineral de hierro, y 46.2% de la producción de pellet de mineral de hierro, de acuerdo con datos del INEGI.

Peña Colorada produce concentrado de hierro con equipo de alta tecnología, a través de un proceso de beneficio por medios físicos-magnéticos, sin utilización de químicos ni materiales lixiviantes.

El mineral de hierro extraído e industrializado se transporta y utiliza 100% en México como materia prima para fabricar acero mexicano de alto valor agregado en el país para las industrias automotriz, de la construcción, línea blanca y todo el sector metalmecánico.

En apego a las normas y regulaciones, y consciente del impacto y responsabilidad ambiental que demanda una operación minera, Peña Colorada contribuye de forma fundamental con el desarrollo económico de los municipios de los Estados de Colima y Jalisco donde opera. Actualmente, genera empleos directos e indirectos a más de 2,700 trabajadores, proveedores y contratistas. Adicionalmente, de forma indirecta, unas 10,000 personas se benefician de la actividad de Peña Colorada.

Como ya fue mencionado, en la Unidad Minera Peña Colorada se produce mineral de hierro concentrado y durante el proceso de producción se generan jales. Los jales son residuos sólidos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales<sup>1</sup>.

Los jales son depositados en obras de ingeniería denominadas presas de jales, que son estructuras que permiten, además de contener o embalsar los jales, recuperar agua que es re bombeada nuevamente para los procesos de la minera.

En particular la Unidad Minera Peña Colorada cuenta actualmente con dos presas de jales, Guasimas la cual se encuentra en etapa post operativa y en proceso de cierre, y Arrayanal que inició operaciones en 2012 y actualmente opera con tecnología para el espesado de jales, ocupando una superficie de 392.3894 ha y con capacidad de 53.75 Mm<sup>3</sup>. La planta de espesado (de las más grandes en su tipo), permite que los jales sean depositados en la presa Arrayanal, con un menor contenido de agua y con un mayor contenido de sólidos (68% de sólidos).

---

<sup>1</sup> 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 postoperación de presas de jales.

Al inicio de la operación de la presa de Jales Arrayanal se realizaba el depósito de jales convencionales y posteriormente jales espesados. Al depositar estos últimos, disminuyó la cantidad de agua de deposición dentro de la presa, lo que permitió la optimización del volumen de agua recuperada para ser recirculada en el proceso de beneficio; de igual forma, incrementar los factores de seguridad y estabilidad del depósito. Sin embargo, ante los eventuales acontecimientos en el mundo con las presas de jales, la empresa **Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada S.A. de C.V.**, busca la manera de prevenir algún suceso no deseado, y uno de sus principales objetivos es instalar nuevas tecnologías. Con la construcción y operación de una planta de filtrado de jales se logrará la deposición de material con un 82-87% de sólidos (jales secos). Con esta nueva tecnología se optimizará aún más la recuperación de agua y los jales secos podrán disponerse de manera más segura en áreas destinadas para ello (Dry-Stack), donde éstos podrán ser apilados, formando taludes, directamente sobre el terreno natural de manera progresiva. El cierre progresivo del depósito (restauración), permitirá reducir la exposición de los jales a un ambiente oxidante y por lo tanto se evitará la generación de drenaje ácido. Con la construcción del Dry-Stack se dejará de lado la construcción de presas de jales convencionales que demandaban la construcción de bordos y cortinas de contención con material de préstamo, provenientes de bancos de roca, lo que generaba además un mayor impacto ambiental y cambio de uso de suelo. A continuación, se enlistan los beneficios que se tienen con la implementación de un depósito de jales secos (Dry-Stack).

### BENEFICIOS

- Mayor tiempo de vida útil comparado con presa convencional.
- .....
- Deposito de jales con menor cantidad de humedad lo que permite una mayor capacidad de almacenamiento en menos superficie más que las presas convencionales
- .....
- Mucha más capacidad en un espacio más reducido
- .....
- Más seguridad para las comunidades aledañas. Mayor recuperación de agua
- .....
- Disminución de la huella ecológica pues no requiere material de préstamo para construcción de bordos de contención.

## II.2. Información general del proyecto.

La empresa **Consortio Minero Benito Juárez Peña Colorada S.A. de C.V. (promovente)**, pone a consideración de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para su correspondiente evaluación y dictaminación en materia de Impacto Ambiental, la MIA-R del proyecto **“Ampliación Centro Industrial Paticajo”**, en adelante referido como el proyecto, que consiste en la construcción y operación de un **depósito de jales secos (Dry-Stack)** en conjunto con sus obras asociadas.

### II.2.1. Naturaleza del proyecto.

Las obras y actividades del proyecto, se encuentran asociadas a la actividad minera que se lleva a cabo en la Unidad Minera Peña Colorada del Consortio Minero Benito Juárez Peña Colorada S.A. de C.V.

Como ya fue mencionado anteriormente, el proyecto consiste en la construcción de un depósito de jales secos (Dry-Stack), en conjunto de sus obras asociadas, por lo que, con base a INEGI, el sector económico al que estará suscrito el proyecto es el sector minero.

Las actividades que comprende el proyecto son servicios de apoyo exclusivos para la minería, tal como lo es el depósito de jales secos, donde se depositarán jales con la menor humedad posible y se podrá recuperar la mayor cantidad de agua para ser reutilizada en los procesos de la Unidad Minera Peña Colorada.

### **II.2.2. Objetivo del proyecto.**

El objetivo del proyecto es conformar una zona Dry- Stack, para el depósito de jales secos, que aseguren la eficiencia de operación y sustentabilidad de la Unidad Minera Peña Colorada en equilibrio con la naturaleza, incrementando la seguridad en el manejo de jales, disminuyendo el área impactada y maximizando la recuperación de agua.

### **II.2.3. Justificación.**

La Unidad Minera Peña Colorada produce mineral de hierro concentrado en una mina de cielo abierto, y derivado de esta producción se generan alrededor de 1,400 T/h de jales, para los cuales la minera cuenta actualmente con la presa de jales Arrayanal (en operación).

La presa de jales Arrayanal inició operaciones desde 2012, cuenta con una capacidad de 53.75 Mm<sup>3</sup>, y desde 2019 se depositan jales espesados con un 68% de sólidos. Durante los primeros 6 años de operación de la presa se depositaron jales convencionales con un contenido de sólidos de 45% y un mayor contenido de agua.

Actualmente, del volumen total de agua enviada con los jales a la presa Arrayanal (1,670 m<sup>3</sup>/h) se recupera un promedio del 70%, ya sea a través de los tanques de espesado de jales o del espejo de agua del vaso de la presa (achique). Aproximadamente el 30% del volumen de agua enviado con los jales a la presa Arrayanal se pierde por evapotranspiración, en la masa de jales contenidos en el vaso, y por filtración en los bordos debido a que, por diseño, en cumplimiento de la NOM-141-SEMARNAT-2003, éstos deben ser permeables para evitar la retención de agua que podría comprometer la estabilidad de las cortinas.

Al respecto, uno de los aspectos más importantes a considerar en la estabilidad de una presa de jales tiene que ver con el contenido y manejo de agua vertida al depósito. Por lo que disminuir el contenido de agua en la masa de jales (incremento en porcentaje de sólidos), confiere una mayor estabilidad y seguridad al depósito.

La fuente más importante de suministro de agua al proceso de molienda es el volumen de agua que se recupera de la presa de jales Arrayanal, aproximadamente el 60% del total requerido. El resto de agua requerida para el beneficio y transporte de jales y mineral de hierro se obtiene de 7 pozos de extracción de agua subterránea (autorizados por CONAGUA). Aunado a lo anterior, aprovechar al máximo el agua que se recupere en las presas de jales y recircularla al proceso es de gran beneficio, puesto que se incrementa la velocidad y volumen de recuperación de esta, y disminuyen las pérdidas de agua en el vaso de la presa (evaporación y filtración).

Cabe señalar que para recuperar al máximo el agua contenida en los jales, la promovente solicitó autorización a la DGIRA para la modificación del proyecto “Ampliación de Presa de Jales El Arrayanal”, actualmente en evaluación, consistiendo la modificación en instalar una planta de desaguado o filtrado para extraer la mayor cantidad de agua de los jales, recuperarla y reincorporarla al proceso de beneficio, que en conjunto con el presente proyecto **“Ampliación Centro Industrial Paticajo”** permitirán un mejor aprovechamiento del agua contenida en los jales, disminuir el agua que se pierde por filtración y evaporación en la presa Arrayanal y, sobre todo, disminuir la extracción de agua de los pozos y ocupar una menor superficie para depositar los jales secos en lo que se denomina Dry-Stack, sin necesidad de conformar una presa de jales que requiere mayor superficie, sería más susceptible de eventualidades y además requieren de material de préstamo para la construcción de las cortinas y bordos.

El almacenamiento de jales secos en el Dry-Stack es más seguro, y aún con una menor superficie que una presa de jales permitirá almacenar los jales que se generarán en lo que resta de la vida de la mina del Complejo Minero de Peña Colorada.



En el siguiente diagrama se presenta la comparativa del proceso actual de recuperación de agua con la nueva tecnología (se presenta en anexo digital para mejor apreciación), y que permitirá reintegrarla al proceso de beneficio.

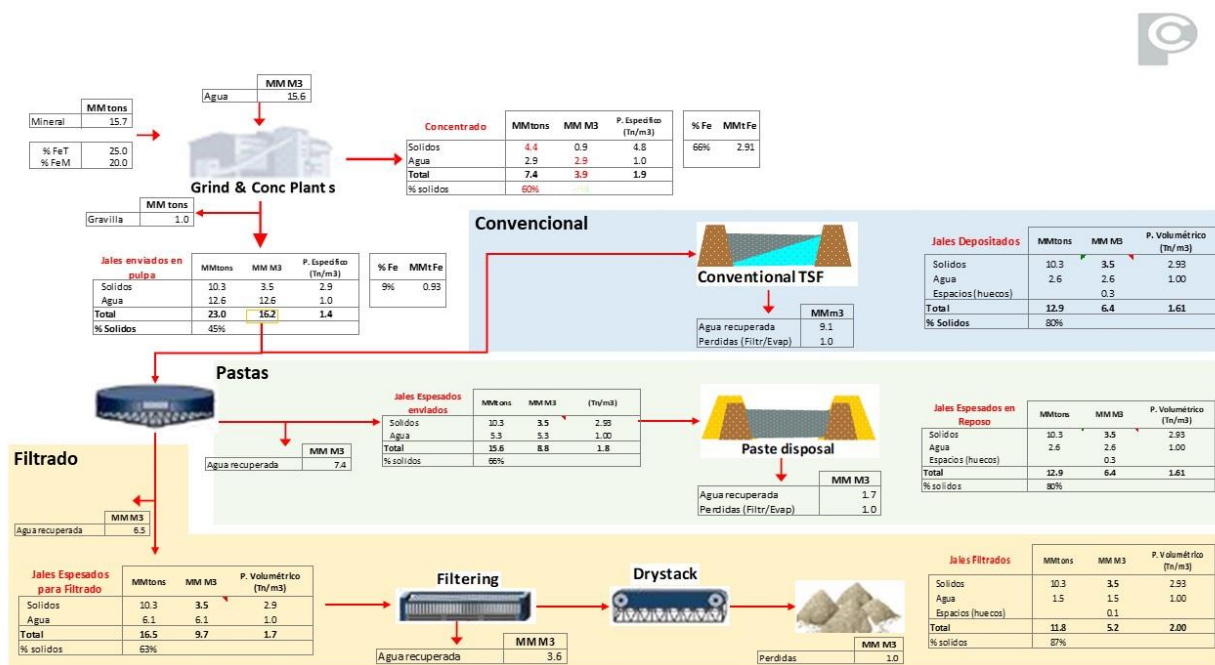
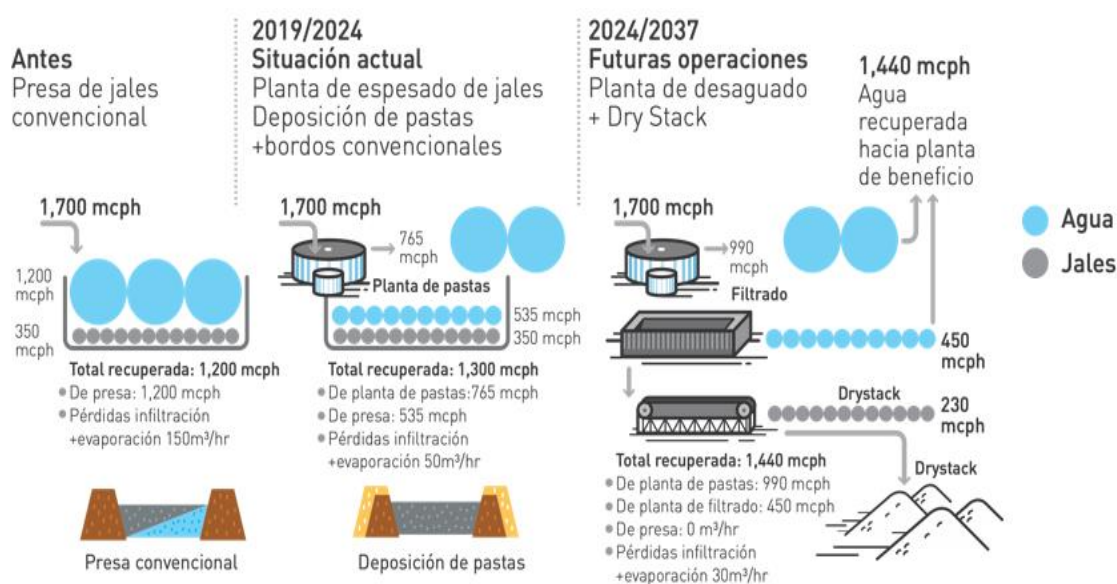


Figura II.1 Proceso de recuperación de agua.

Operar de manera eco-eficiente es un principio fundamental en la cultura de trabajo de la Unidad Minera Peña Colorada, por lo que las inversiones orientadas a la instalación de tecnologías para reducir el porcentaje de agua en los jales depositados en la presa de jales **no** representan una **mayor** producción de mineral de hierro, pero si están destinadas a **proteger el medio ambiente** y a hacer los procesos más **eficientes** y **seguros**.

Cuando los jales son depositados de forma convencional en una presa de jales, el flujo de agua recuperada proviene únicamente del espejo de agua en el vaso de la presa. No obstante, a partir del año 2019, con el inicio de operación de la planta de espesado de jales (Planta de Pastas) el volumen de agua enviada al vaso de la presa disminuyó de 1,200 m<sup>3</sup>/hr a 535 m<sup>3</sup>/hr, trayendo consigo una disminución de la pérdida de agua por

evapotranspiración, por lo que, con la Planta de Pastas se recuperan  $1,300 \text{ m}^3/\text{hr}$  de manera casi inmediata en los tanques de espesado de jales y es enviada de regreso a la planta de beneficio, y con la nueva tecnología a instalar se recuperarán un total de  $1,440 \text{ m}^3/\text{hr}$ , que se reintegrará hacia la planta de beneficio, y que por ende reducen en gran medida la humedad de los jales haciéndolos más estables en su deposición final. En el siguiente gráfico se muestra la comparativa de recuperación de agua con los sistemas con los que actualmente cuenta la Unidad Minera Peña Colorada y lo que se espera con la instalación de la nueva tecnología y el depósito de Dry Stack (se presenta en anexo digital).



**Figura II.2 Comparativa de volumen de agua enviada en la masa de jales al vaso de la presa Arrayanal, antes y después de la puesta en marcha de la planta de espesado de jales.**

La empresa Peña Colorada cuenta con una visión preventiva y hacia el futuro, por lo que considerando los acontecimientos mundiales con las presas de jales, busca constantemente la manera de prevenir algún suceso no deseado, por lo que uno de los principales objetivos de la promotente es instalar nueva tecnología, que como bien ya se ha mencionado, disminuirá aún más la humedad de los jales e incrementará el contenido de sólidos en un 82-87%, lo que beneficiará la estabilidad estructural del depósito de jales secos (Dry-Stack), ya que disminuirá el volumen de agua enviada al depósito, y permitirá incrementar la

velocidad de recuperación de agua para reincorporarla al proceso operativo de la minera, en comparación con los procesos que actualmente se implementan en la mina. Además, al disminuir el agua contenida en la masa de jales se disminuirán dramáticamente las pérdidas por evapotranspiración y filtración, y sumando que ya no será necesario recuperar agua del vaso de la presa Arrayanal, puesto que el volumen total de agua recuperada provendrá de los procesos de espesado (tanques de pastas) y filtrado de jales. La siguiente imagen muestra las ventajas entre los jales espesados y los filtrados o secos (se presenta en anexo digital).

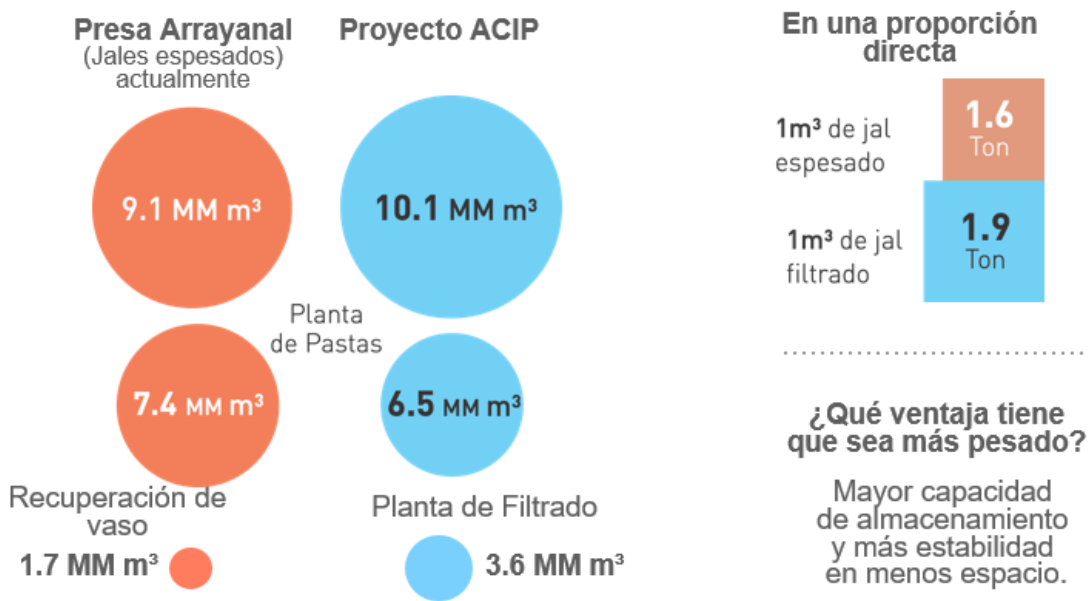
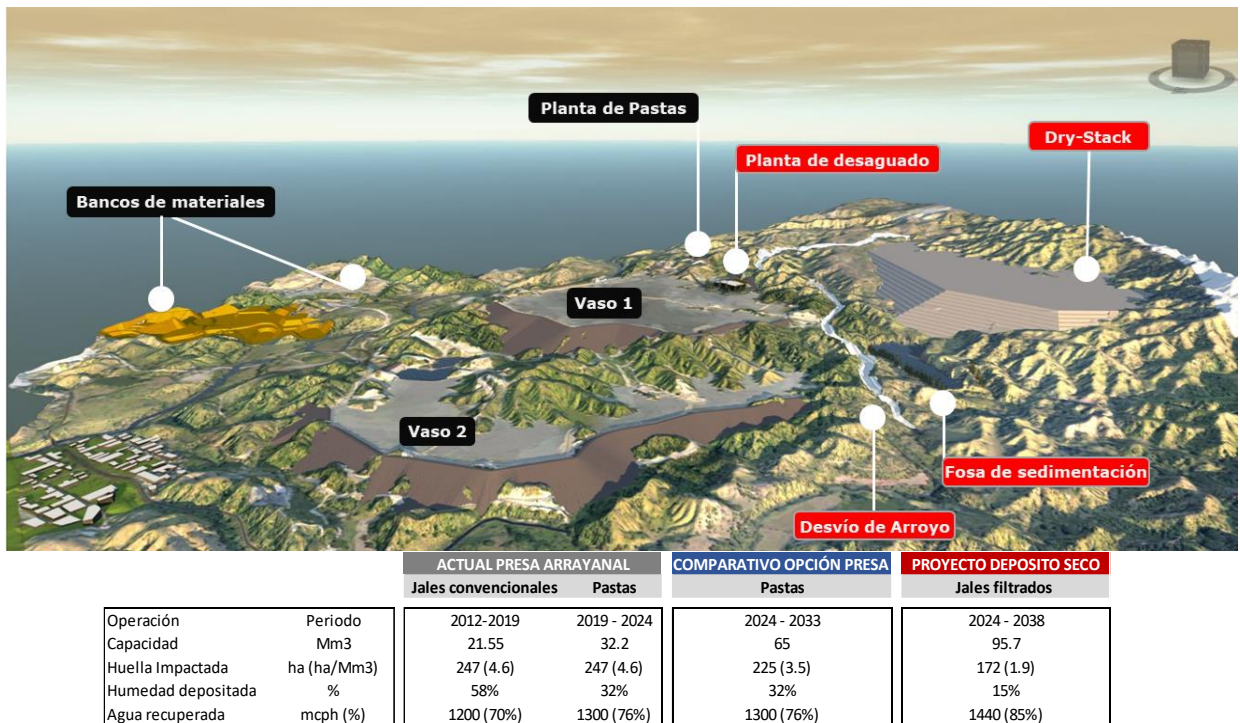


Figura II.3 Comparativa de los procesos para la recuperación de agua y la deposición de jales.

Considerando que actualmente la minera se encuentra desarrollando trabajos de extracción en sus yacimientos, es necesario contar con suficientes obras auxiliares como lo son las presas de jales. No obstante, con la nueva tecnología que se estará implementando, y que permitirá recuperar aún más la humedad de los jales y que éstos tendrán un contenido mayor de sólidos (82-87% de sólidos), conllevará a que tengan mayor estabilidad

y mayor manejabilidad, lo que permitirá que puedan ser depositados directamente sobre el terreno, formando taludes, creando así un área de almacenamiento denominada Dry-Stack o presas de jales secos, dejando a un lado la construcción de presas de jales convencionales.

La siguiente figura muestra los beneficios de un Dry-Stack en comparación con una presa de jales convencional.



**Figura II.4 Beneficios de un Dry-Stack.**

El proyecto para el depósito de jales secos (dry stack) nos permitirá extender el periodo de operación para almacenamiento de jales (10 a 15 años), con una mayor capacidad (+25 Mm3) en una menor superficie de impacto (huella de drystack), disminuyendo significativamente la humedad depositada (de 32% a 15%), incrementando la recuperación de agua de los jales hacia la planta de beneficio (76% a 85%), todo esto comparado con una nueva presa de jales operada únicamente con jales espesados (pastas).

Es importante señalar que los jales a depositar no se consideran tóxicos, además de que la zona donde se pretende conformar el depósito Dry-Stack es adecuada y segura, acorde a los estudios realizados. Cabe señalar, que si bien el proyecto no será una presa de jales convencional, su diseño y ubicación se realizó dando cumplimiento a la NOM-141-SEMARNAT-2003, en específico y en la medida de lo posible, con la sección 5 de dicha norma, para lo cual se realizaron los siguientes estudios:

- Hidrológico.

Se realizó con la finalidad de conocer las condiciones y el funcionamiento del agua en el sitio seleccionado para la construcción del Dry-Stack; esto permitió conocer las dinámicas hidráulicas de las corrientes existentes en la zona para diferentes condiciones y poder ser consideradas en el diseño y construcción de dicha obra. Establece los siguientes objetivos:

- Obtener y analizar la información pluviométrica más completa y actualizada de la región para su aplicación en el estudio.
- Conocer las condiciones hidrológicas regionales y locales, básicas en los trabajos de revisión y desarrollo de este proyecto.
- Verificar las características y situación de la corriente natural, así como de la cuenca de captación.
- Determinar los gastos máximos que se pudiesen generar en la cuenca delimitada a partir del análisis de las condiciones de la precipitación y de las características de la cuenca, mediante métodos hidrológicos para la estimación de avenidas.

- Generar información hidrológica relacionada con el bordo que se incluye en la parte baja del polígono del proyecto.
- Aportar diseños preliminares de posibles obras hidráulica asociadas con este proyecto.

En el estudio se analizaron las características fisiográficas del sistema hidrológico local definido por las zonas de aportación externas e internas y la propia obra del proyecto, incluyendo el estudio, entre otros, el análisis hidrológico local, las características físicas y tiempos de concentración de las zonas de aportación, precipitaciones, escurrimientos (con sus volúmenes), tipo de suelos, determinación de gastos, etc.

- Topográfico.

Estudio técnico con el que se obtiene la configuración del terreno (elevación, desnivel, infraestructura existente, linderos, entre otros). El acopio de datos del terreno permite poder realizar, con posterioridad, un plano que refleje el mayor detalle y exactitud posible del terreno en cuestión.

- Edafológico.

Estudio que permitió conocer las características físicas y químicas (textura, conductividad eléctrica, PH, densidad, humedad) del suelo en el que se asentará el proyecto (caracterización del sitio).

- Hidrogeofísico.

El objetivo principal es definir las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas del área del proyecto.

Dentro de la caracterización hidrogeológica se contempló lo siguiente:

- Definir las curvas equipotenciales para conocer la dirección del flujo.
- Obtener las características (parámetros) hidráulicas del acuífero.
- Determinar la calidad del agua subterránea y superficial, de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Obtener la vulnerabilidad del acuífero de acuerdo con los requerimientos de la NOM-141-SEMARNAT-2003.

Por otra parte, con la prospección geofísica se podrá:

- Mostrar una distribución del subsuelo en términos de homogeneidad basados en la caracterización resistiva.
  - Observar las heterogeneidades (zonas anómalas) debidas a estructuras geológicas, cambios de facies y fracturamientos de la roca.
  - Determinar las condiciones hidrogeológicas para establecer sitios para la construcción de pozos de monitoreo
- Geológico.

El objetivo principal del estudio fue realizar trabajos de exploración para reunir todos los datos disponibles del sitio del proyecto en una base de datos, mapear los afloramientos superficiales y las estructuras geológicas para comprender mejor los controles de geología y mineralización, y así tener un mejor conocimiento geológico-estructural del área de estudio.

El estudio incluye las siguientes conclusiones: a) cartografía geológica escala 1:1000 & 1:250; b) estructuras geológicas del proyecto y c) de estructuras geológicas (polígono de detalle). Aunado a ello proporciona, entre otros, información respecto a clima, geología, estratigrafía, fallas, suelo.

- Fragmentación y Conectividad

En el estudio se lleva a cabo el análisis de fragmentación y conectividad, para determinar el efecto potencial de la implementación del proyecto en la fragmentación del paisaje y de los ecosistemas. El estudio incluye la comparación de dos escenarios, uno de los cuales contempla persistencia de las condiciones observados en el paisaje en actualidad, y otro proyecta los cambios en las coberturas en la zona delimitada por el polígono del proyecto.

- Estabilidad de taludes.

El objetivo del estudio es establecer los criterios de diseño para el almacenamiento seguro de los relaves (jales secos) que se producen en el complejo minero de Peña Colorada, considerando principalmente los factores por peligro sísmico.

- Sísmico.

Con este estudio se permite evaluar la estabilidad sísmica de lo que será el Depósito Dry-Stack. Se evaluó la respuesta dinámica del Depósito a los movimientos sísmicos del terreno de diseño, estimando las deformaciones que el sismo probablemente inducirá, y evaluando tanto la estabilidad del Depósito como su condición general después de un sismo.

- Geoquímico.

El estudio permitió establecer un programa geoquímico para evaluar el riesgo de drenaje ácido de roca/lixiviación de metales (ARD/ML, por sus siglas en inglés) de los jales secos, el mineral (como indicador de futuros jales), y las posibles fuentes de agregados de construcción a fin de utilizarlo en las actividades de cierre.

Los estudios antes listados han sido considerados en la caracterización del área del proyecto dentro del Capítulo IV Apartado Abiótico de la presente MIA-R, igualmente en el Capítulo III



se hace referencia a los mismos en la vinculación del proyecto con la NOM-141-SEMARNAT-2003.

Tomando en cuenta lo anterior, es que la promovente pretende llevar a cabo el proyecto **“Ampliación del Centro Industrial Paticajo”**, con la finalidad de conformar un depósito de jales secos o Dry-Stack, además de construir una serie de obras que permitirán llevar a cabo la correcta operación del depósito Dry-Stack.

#### **II.2.4. Ubicación física del proyecto.**

El proyecto se localizará al oeste del municipio de Minatitlán, en el estado de Colima, dentro de la Unidad Minera Peña Colorada, aproximadamente a 8.5 km al Suroeste de la cabecera municipal de Minatitlán, a unos 38 km en línea recta al N-NW de la ciudad de Colima, y a 36 km al NE del Puerto de Manzanillo, tal como se muestra en la siguiente imagen (se presenta en anexo digital). Las coordenadas UTM Zona 13 N, DATUM WGS84, del polígono del proyecto, se presentan en anexo.

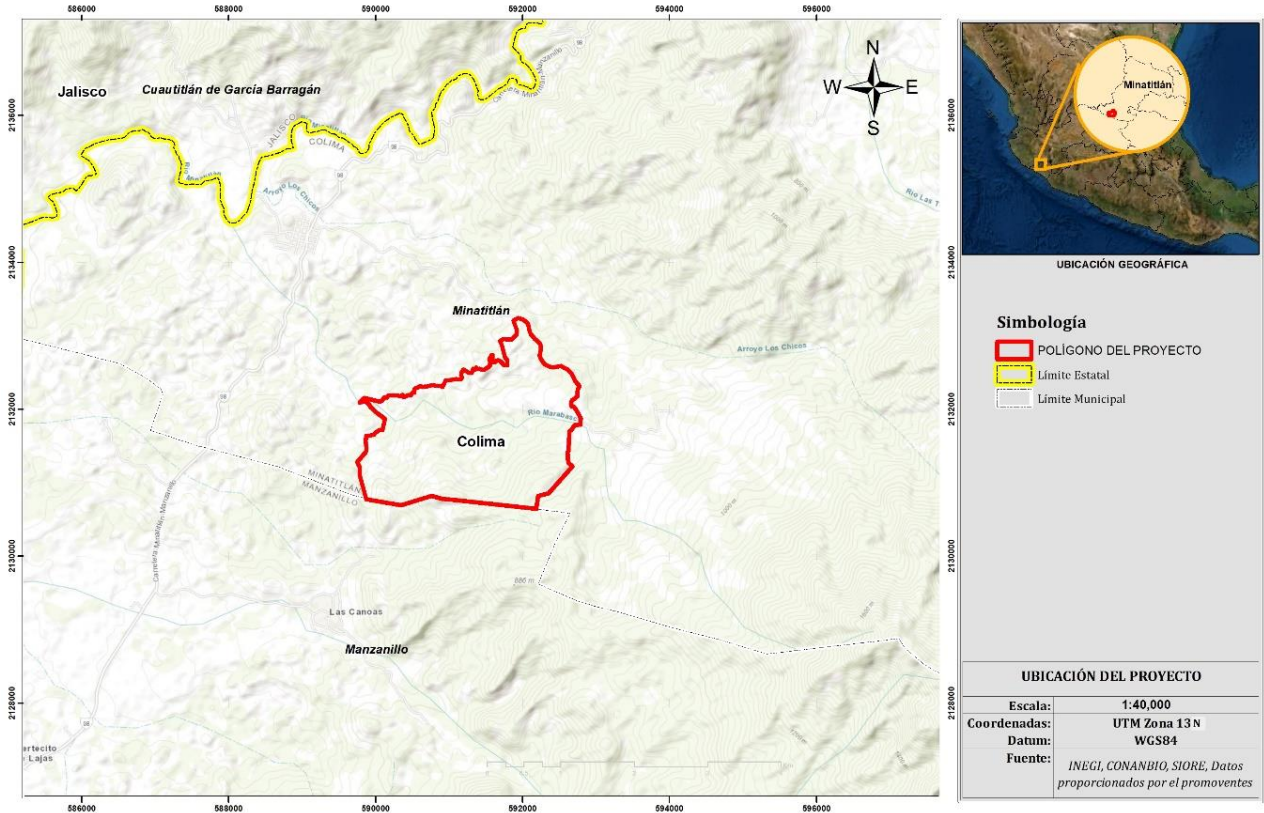


Figura II.5 Ubicación del proyecto.

### II.2.5. Vías de acceso.

La vía principal para acceder al proyecto es la carretera Minatitlán-Manzanillo a la altura del poblado Patcajo en el Municipio de Minatitlán, Colima, donde se toma la desviación del camino a Arrayanal para llegar a al Centro Industrial Patcajo, y una vez en éste se utilizarán caminos que se encuentran habilitados para el paso de maquinaria y vehículos, propios de las actividades que se llevan a cabo por la minera, tal como se muestra en la siguiente imagen.

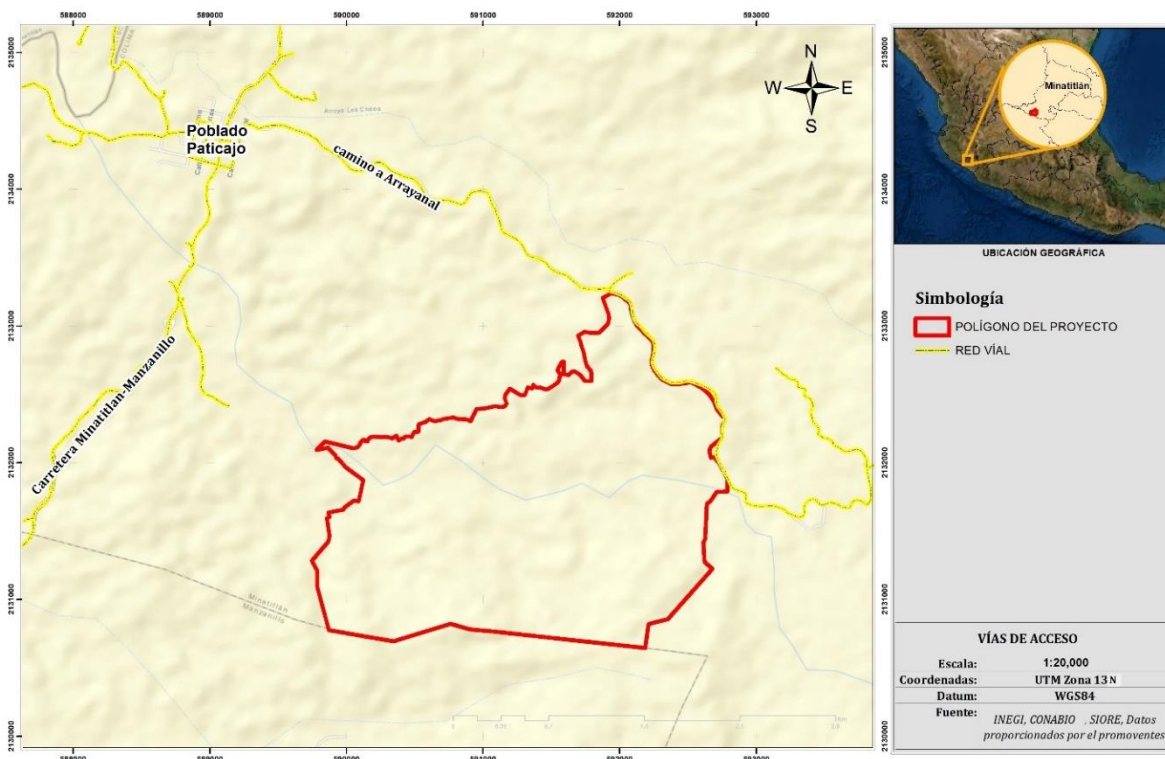


Figura II.6 Vías de acceso.

## II.2.6. Inversión requerida.

La inversión estimada para el desarrollo del proyecto es de \$200 Millones USD, dentro de los cuales ya se tiene contemplado un porcentaje para las actividades y programas que atenderán los impactos ambientales.

## II.3. Características particulares del proyecto.

En los siguientes numerales se describen las particularidades del proyecto.

### II.3.1. Descripción del proyecto.

Antedicho, el objeto primordial del proyecto es conformar una zona para el apilamiento o depósito de jales secos, que será llamado **Depósito Dry-Stack**. Esta zona fue establecida

considerando el **Estudio de Ingeniería Básica**, con el fin de definir la solución más adecuada para el proceso de desaguado de los jales y su contención segura en el Nuevo Depósito siguiendo un arreglo de apilado de jales secos.

De acuerdo al **Estudio de Ingeniería Básica y la topografía del sitio**, el proyecto se ubicará al sur de la Presa de Jales Arrayanal existente, donde la elevación del terreno generalmente va perdiendo altura de sureste a noroeste. La elevación oscila aproximadamente 800 msnm en las cumbres altas de la sub-cuenca del Arroyo Sur Palo Verde, y a 525 msnm en las zonas bajas de la quebrada y de sudeste (SE) a noroeste (NO). Así mismo, se identificó que el emplazamiento del Dry-Stack se ubicará dentro de una región sísmica y tectónicamente activa de México Occidental, con sismos históricos destructivos con magnitudes superiores a M 7.5; por lo tanto, los sistemas estructurales del depósito tendrán configuraciones redundantes capaces de hacer frente a las incertidumbres inherentes de las cargas sísmicas impuestas. Por lo que, los objetivos de diseño para el Depósito Dry-Stack consideraron lo siguiente:

- Establecer una configuración estructural capaz de permitir un espacio de depósito para los jales secos que posean una forma simple, segura y confiable dentro del Dry-Stack.
- Ser estable en condiciones estáticas, sísmicas y posteriores al sismo, cumpliendo los requisitos de factor de seguridad especificado en las pautas de diseño internacionales y locales, como las normas de la Asociación Canadiense de Presas (CDA, por sus siglas en inglés) y las normas mexicanas (NOM-141-SEMARNART-2003).

Así mismo, se consideraron los siguientes criterios de diseño:

- **Factores de Seguridad para la estabilidad de taludes**

La base de diseño para la evaluación de la estabilidad del Depósito se definió de acuerdo con las **Pautas de Seguridad de la Presa de la CDA** (2013, 2014). Las pautas

de la CDA brindan orientación sobre los parámetros de modelación críticos utilizados en los análisis de estabilidad del depósito Dry-Stack y sus taludes. Estos parámetros incluyen, entre otros conceptos, los períodos de retorno para el movimiento sísmico de diseño del suelo correspondientes a cada clase de presa, y un Factor de Seguridad (FoS) mínimo requerido tanto para las condiciones estáticas como pseudoestáticas. La Tabla siguiente presenta el FoS mínimo requerido para un talud en condiciones estáticas y sísmicas, respectivamente.

**Tabla II.1 Requisitos del Factor de Seguridad (CDA, 2014)**

Condición	Factor de Seguridad Mínimo Requerido
A largo plazo	1.5
Pseudoestático	1.0
Posterior al sismo	1.2

El análisis pseudoestático es solo un ejercicio del tipo tamiz y se utilizó en el estudio para el diseño del nuevo depósito solo como referencia y por motivos históricos. Un factor de seguridad pseudoestático menor a 1.0 no necesariamente es indicador de la falla de la presa, más bien indica una deformación posiblemente significativa o inaceptable durante un sismo.

- **Evento sísmico de diseño.**

Dada la clasificación de consecuencia de falla Muy Alta a largo plazo durante las etapas de construcción y operaciones, el Depósito Dry-Stack estará diseñado para un Movimiento Sísmico de Diseño del Suelo basado en una probabilidad de excedencia anual de  $\frac{1}{2}$  entre 1 en 2,475 años, y 1 en 10,000 años o el Sismo Máximo Creíble. Por lo tanto, se realizó una Evaluación de Peligro Sísmico específica para el emplazamiento del Dry-Stack a fin de determinar el Movimiento Sísmico de Diseño del Suelo para su instalación. Debido a que el sitio del Depósito se localizará a menos de 5 km de la actual Presa de Jales Arrayanal.

Para la evaluación se adoptó una aceleración horizontal máxima del terreno (PGA, por sus siglas en inglés) de 0.65 g, la cual se consideró apropiada para los análisis pseudoestáticos y sísmicos de la consecuencia “Muy Alta” a largo plazo del Depósito. El objetivo de usar el Movimiento Sísmico de Diseño del Suelo del Sismo Máximo Creíbles es demostrar que la estructura del Dry-Stack podrá soportar este fuerte sismo sin colapsar y proporcionar el nivel de seguridad pública requerido.

- **Evento de inundación de Diseño.**

Para el diseño de drenaje del depósito (zanjas y cunetas) se consideró un período de retorno de 25 años. Las inundaciones se calcularon con base al área y coeficiente de escorrentía de la cuenca afluyente.

En el caso de las zanjas de desvío y drenaje del pie, y la fosa de sedimentación, se utilizó un período de retorno de 100 años.

- **Geoquímico**

La caracterización de los jales se realizó con base a la NOM-141-SEMARNAT-2003. Por lo que, de acuerdo a los resultados de las muestras de jales llevados a cabo por el laboratorio ABC (se presentan en anexo digital para mejor referencia) y comparados con los límites máximos permisibles que indica la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009, los jales a depositar son potenciales a generar drenaje ácido. No obstante, en lo que se refiere a metales pesados base seca, las concentraciones totales **no** rebasan los Límites Máximos Permisibles (ver siguiente imagen) indicados en el anexo normativo de la NOM-141-SEMARNAT-2003. Esto es de suma importancia, dado que, aunque los jales son potenciales generadores de acidez, **no** se corre el riesgo de lixiviar metales.

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO mg/kg B.S.	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (mg/kg) BASE SECA	CUMPLIMIENTO	LDM	LPC
<b>PRUEBA DE CONCENTRACIÓN TOTAL</b>						
<b>METALES TOTALES:</b>						
Antimonio	mg/Kg B.S.	ND	10.6	CUMPLE	3.42	10
Arsénico	mg/Kg B.S.	ND	100	CUMPLE	1	10
Bario	mg/Kg B.S.	16.9	2000	CUMPLE	1.43	10
Berilio	mg/Kg B.S.	ND	24.4	CUMPLE	1	10
Cadmio	mg/Kg B.S.	2.6	20	CUMPLE	1	10
Cromo	mg/Kg B.S.	15.43	100	CUMPLE	1	10
Mercurio	mg/Kg B.S.	ND	4	CUMPLE	0.008	0.083
Plata	mg/Kg B.S.	ND	100	CUMPLE	1	10
Plomo	mg/Kg B.S.	4.5	100	CUMPLE	1	10
Selenio	mg/Kg B.S.	ND	20	CUMPLE	1	10

**Figura II.7 Resultados laboratorio ABC metales pesados base seca**

En lo que respecta al drenaje ácido, se pretende mantener los jales secos el menor tiempo posible en contacto con el ambiente para disminuir la probabilidad de generar drenaje ácido, por lo que se tiene considerado llevar a cabo un cierre progresivo del Depósito colocando una cubierta seca con los siguientes materiales:

- Balastre. Grava arenosa y clastos del tamaño de cantos rodados (posible material para la capa de ruptura capilar).
- Granito. Material de limo arenoso con baja plasticidad (posible capa superior).
- Suelo natural. Este material se obtendrá de lo que resulte de la actividad de despalle que se realizará en el sitio. Este material podrá utilizarse para mejorar el balastre a fin de producir una capa de grano más fino (para contribuir a la retención de humedad) y promover el crecimiento de la vegetación.

La siguiente imagen muestra el concepto de cubierta seca propuesto, diseñado para prevenir la generación del drenaje ácido de rocas reteniendo la humedad en la capa superior.

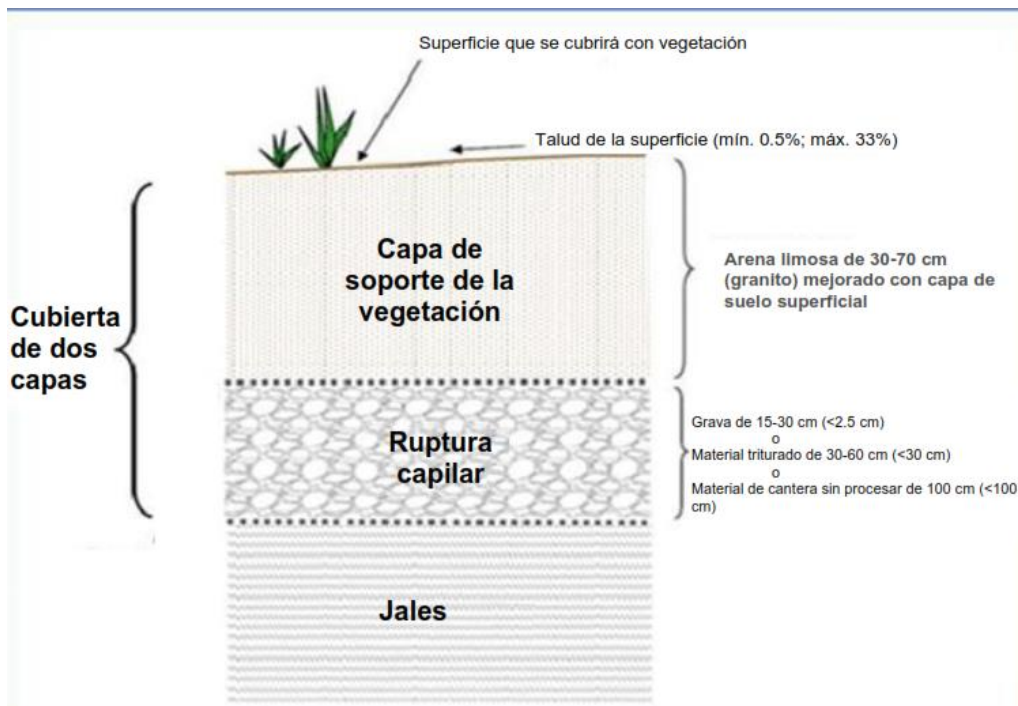
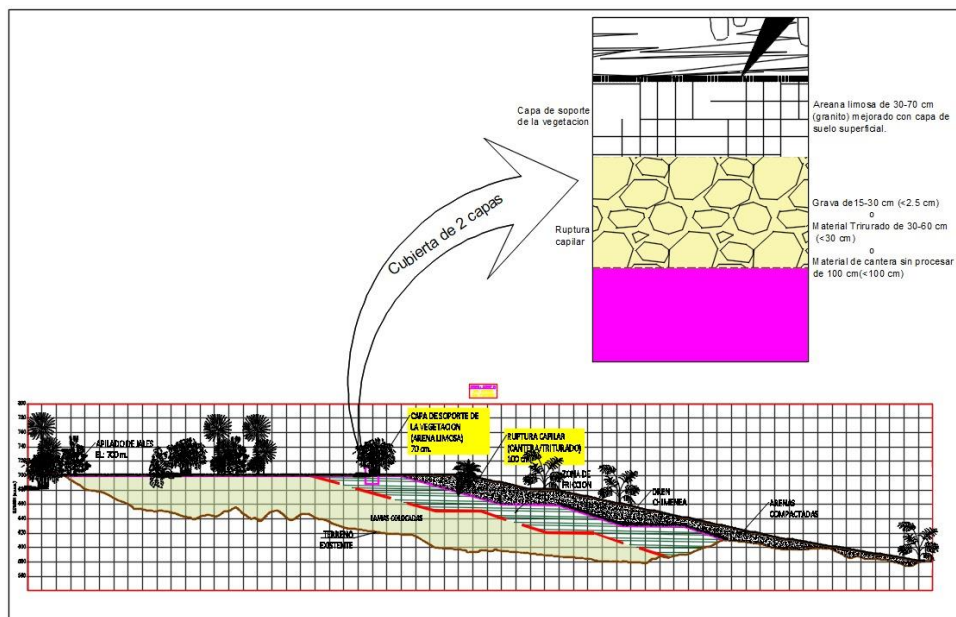


Figura II.8 Propuesta de Cubierta seca para jales secos.

Es importante resaltar, que para evitar el riesgo de que los jales experimenten una oxidación significativa (permitiendo que el hierro férrico, en vez del oxígeno, actúe como el principal agente oxidante en la oxidación de sulfuros), la cubierta se colocará de forma gradual, a medida que las diferentes áreas del depósito alcancen su elevación final (ver siguiente imagen), lo cual minimizará el tiempo que los jales estarían expuestos al aire y la lluvia.





**Figura II.9 Cierre progresivo del Depósito Dry-Stack.**

Considerando los criterios de diseño, antes descritos, se estableció que el Depósito Dry-Stack será el apilamiento paulatino de los jales secos sobre la superficie, formando bancos de 10 m de alto y 5 m de ancho con taludes de 4H:1V. El talud total del Depósito será de aproximadamente 4.8H:1V. La elevación máxima de la cresta del Depósito se situará a una elevación de 700 msnm (100.00 m de altura considerando el nivel del terreno natural). Se estima que el volumen de almacenamiento total será de 95.7 Mm<sup>3</sup>. Las siguientes imágenes muestran el crecimiento gradual (plan de depósito) del Dry-Stack conforme se vayan depositando los jales secos, y la sección tipo de lo que se pretende sea el Depósito Dry-Stack en su etapa final (se presentan en anexo digital para mejor apreciación).

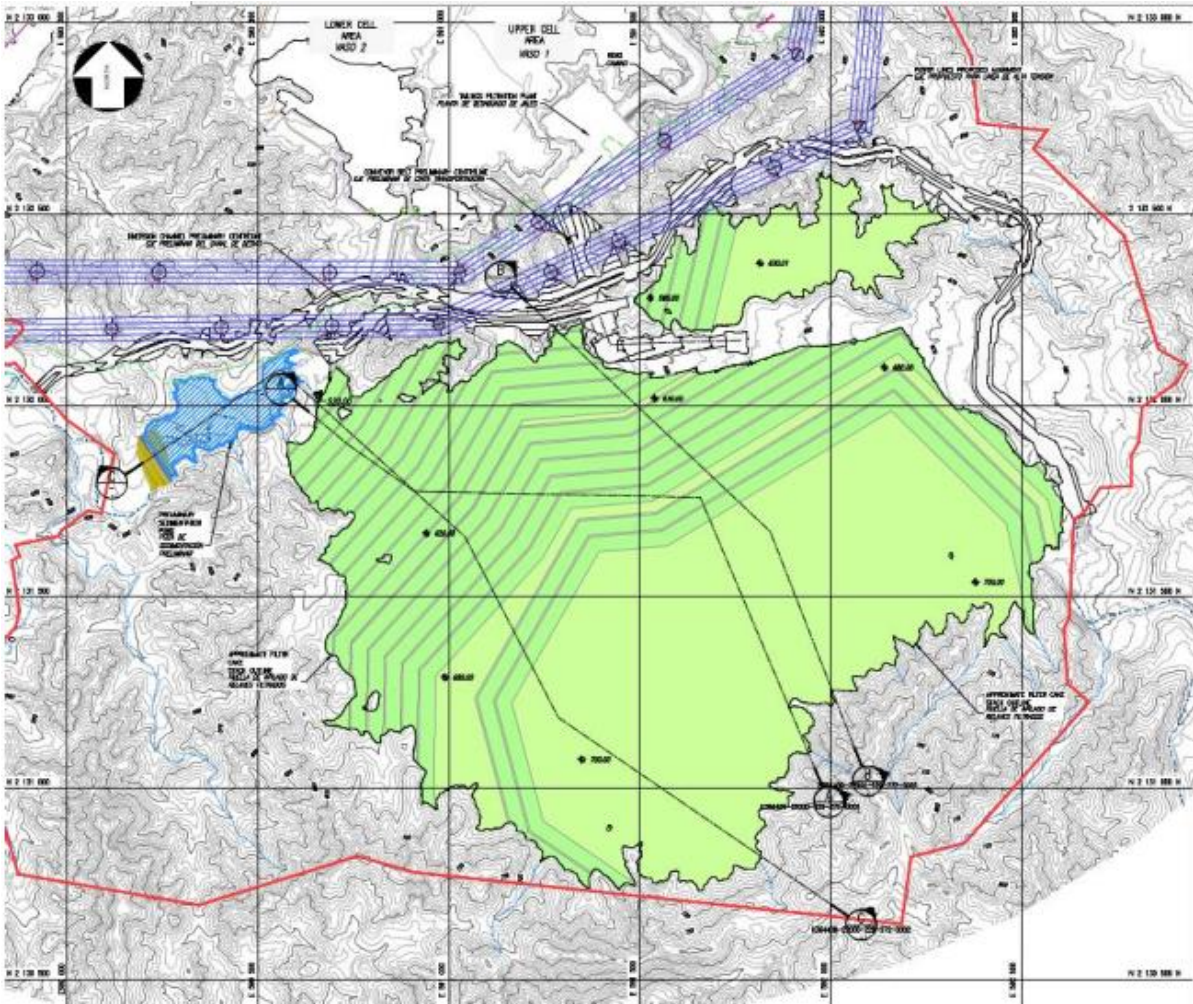
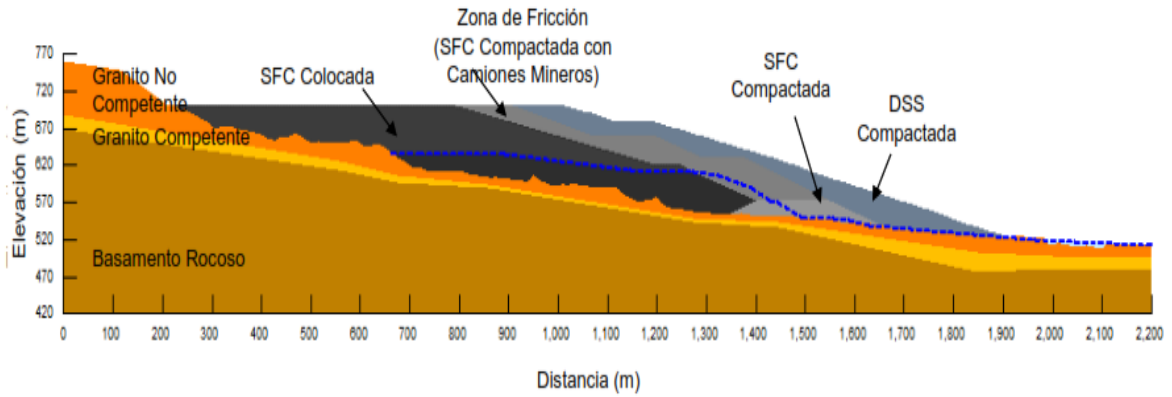
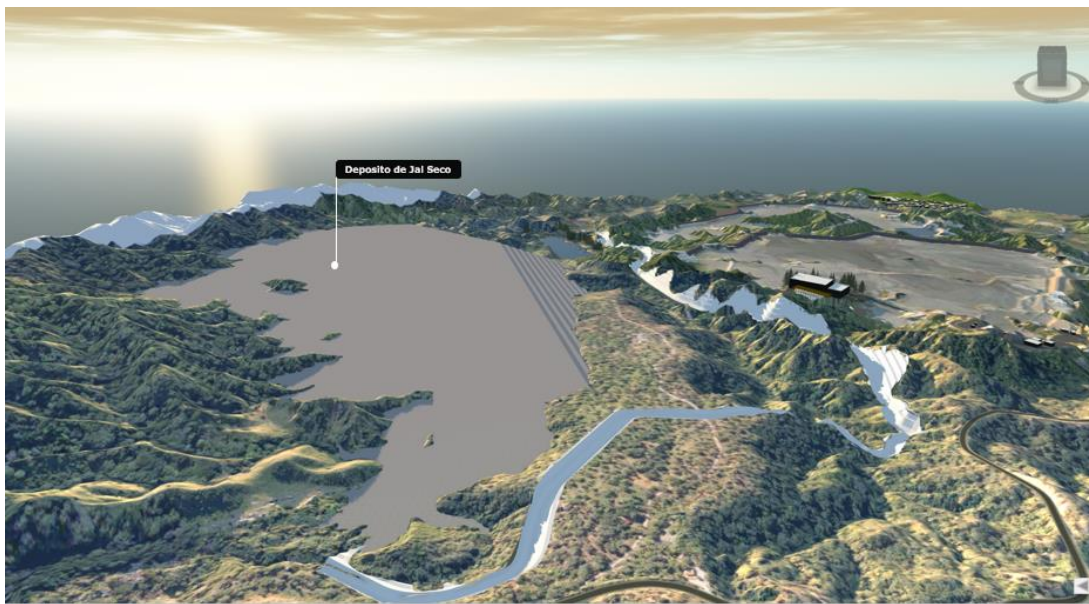


Figura II.10 Vista en planta de la distribución general en el depósito de jales secos.



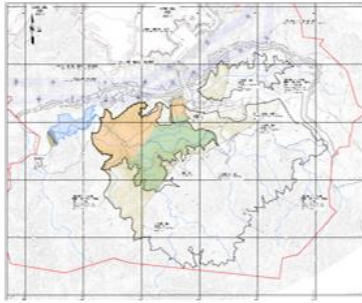
**Figura II.11 Sección transversal tipo, Dry-Stack.**

Nota: los jales secos constan de relaves finos (SFC) y arenas desaguadas (DSS)

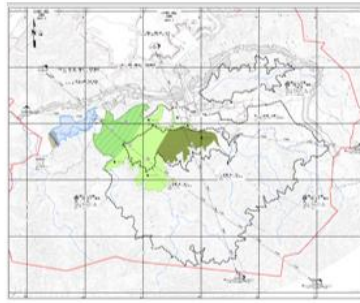


**Figura II.12 Vista Render Deposito Dry-Stack.**

**Plan de depósito Dry-Stack**



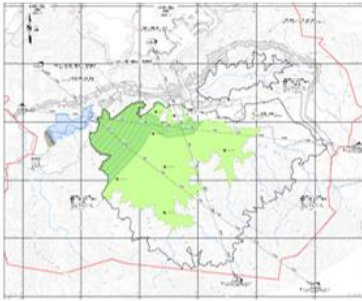
*Dry-Stack inicio– preparación*



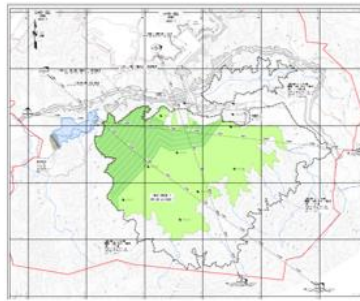
*Dry-Stack 1 año*



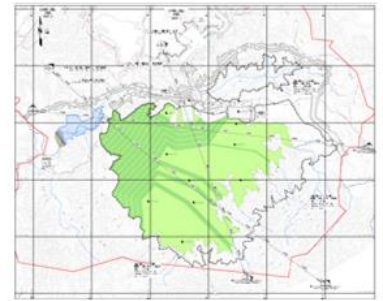
*Dry-Stack 2 años*



*3 años*

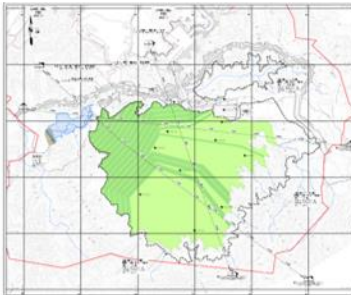


*Dry-Stack 6 años*

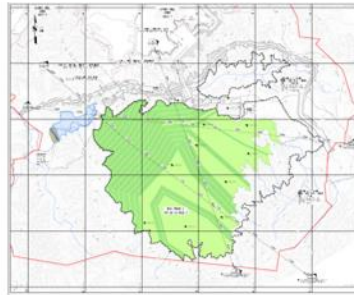


*Dry-Stack 7 años*

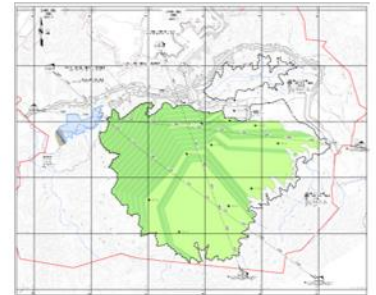
**Plan de depósito Dry-Stack**



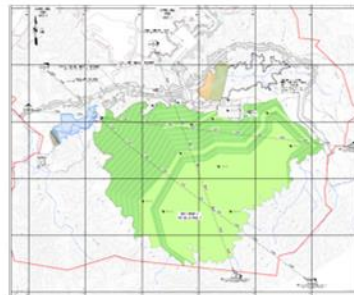
*Dry-Stack 8 años*



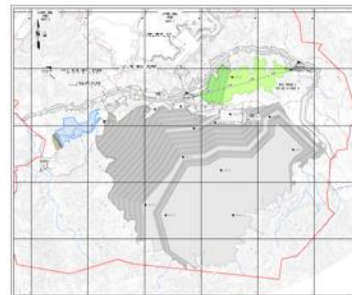
*Dry-Stack 10 años*



*Dry-Stack 12 años*



*Dry-Stack 15 años Abril*



*Dry-Stack 15 años Diciembre*

**Figura II.13 Plan de depósito Dry-Stack.**

Los jales secos a depositar se conformarán principalmente de Relaves Finos (SFC) y Arenas Desaguadas (DSS) con diversos grados de compactación:

- Arenas desaguadas compactadas (DSS) al 95% MDD
- Relaves Finos (SFC) con compactación por tráfico de camiones mineros, al 90% MDD.
- SFC compactada al 95% MDD.
- SFC colocada

De acuerdo a la imagen anterior (Sección transversal tipo, Dry-Stack), la zona estructural externa se conformará con arenas desaguadas que confinarán los SFC. Las arenas desaguadas se compactarán a un mínimo de 95% de densidad seca máxima en una prueba Proctor Estándar. La zona de las SFC compactadas se construirá con camiones mineros entre las SFC colocadas y las DSS compactadas para proporcionar un soporte estructural adicional utilizando la producción de jales. También se contempla una berma construida con Relaves Finos compactados en su base por camiones mineros a fin de brindar estabilidad.

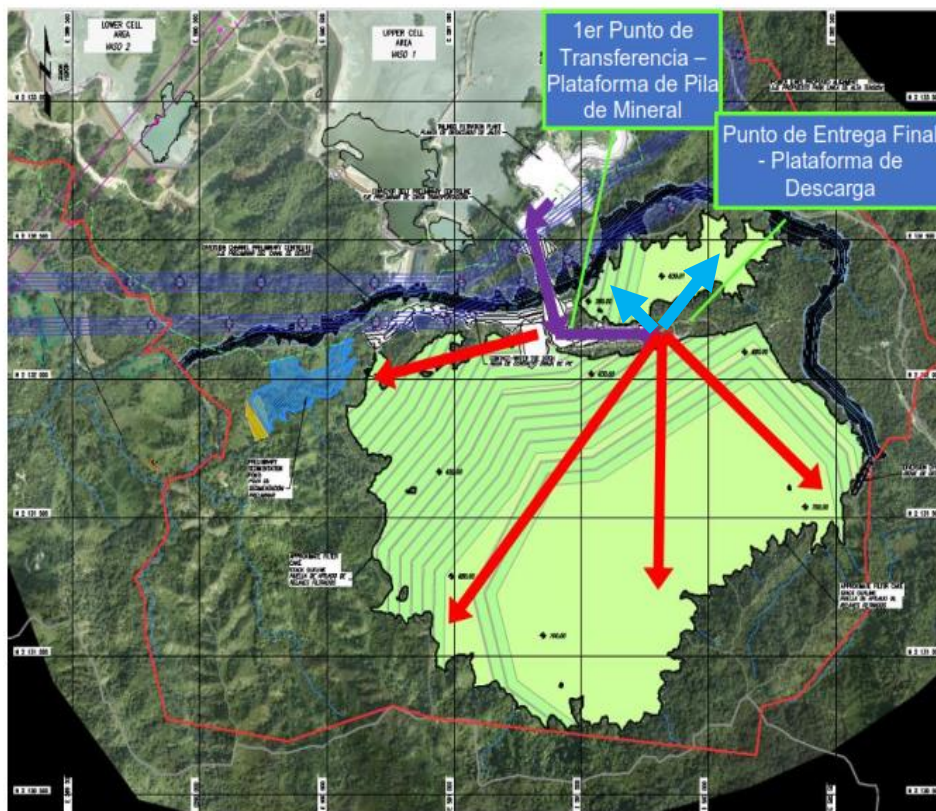
Se construirá una zona de drenaje al fondo de la berma de las SFC compactada y las DSS compactadas para permitir la disipación de la presión intersticial dentro del Depósito. La zona de drenaje también se extendería en el talud entre las DSS compactadas y las SFC compactadas empleando camiones mineros.

La estrategia de apilamiento de los jales secos comenzará en la época seca y se llevará a cabo en cuatro etapas que se describen a continuación:

- Etapa 1: Esta etapa se ubicará en la elevación más baja del depósito y se identifica como un área estratégica para la estabilidad total de la pila. La pila continuará avanzando aguas arriba llenando la topografía del terreno con material compactado que hará el terreno plano y estable para la instalación de las bandas transportadoras móviles (las bandas serán el medio para conducir y disponer los jales secos en el

depósito). Después, las bandas transportadoras móviles continuarán enviando el material aguas abajo hacia la base de la pila y sobre la capa compactada, creando así la zona estructural. Para que la pila sea estable durante el depósito del material y durante las épocas húmedas, la mayor parte del área de la Etapa 1 será compactada.

- Etapas 2 y 3: Estas etapas se desarrollarán en paralelo. En estas etapas los jales se enviarían desde el Punto de Entrega Final mediante una serie de bandas transportadoras móviles interconectadas. La ruta de las bandas transportadoras móviles principales seguirá las flechas rojas a lo largo del área de la etapa 3, mientras una ruta alternativa (línea azul con flechas) se ubicaría en la cara noreste del depósito, tal como se muestra en la imagen posterior al siguiente párrafo.
- Etapa 4: La etapa 4 tendrá una capacidad volumétrica más pequeña frente a las otras etapas y se rellenará cuando se esté concluyendo la etapa operativa de la Unidad Minera. El área de la etapa 4 se rellenaría desde el Punto de Entrega Final, donde las bandas transportadoras móviles serán colocadas de manera opuesta a las etapas 2 y 3.



**Figura II.14 Distribución para el depósito de jales secos.**

Durante la época húmeda o de lluvias, se prevé que dos zonas del depósito reciban y almacenen los jales secos, y para evitar que atrapen agua pluvial antes de ser apilados, se colocarán primero en estructuras de contención ligera, o a la sombra, para mantenerlos secos antes de ser depositados de forma definitiva en el Dry-Stack.

Para las zonas de contención temporal se dispondrá de dos áreas, las cuales ofrecerán capacidad de almacenamiento por tres días, para que los jales estén suficientemente secos antes de su apilamiento (asumiendo 2 días de precipitaciones fuertes y 1 día para permitir la evaporación antes de la escarificación).

Cada zona de contención ocupará un área de 150 m x 150 m con un diámetro de aproximadamente 64 m y 80 m respectivamente. Las zonas de contención alojarán la pila de jales secos temporalmente. La siguiente imagen muestra la ubicación de las zonas de contención mencionadas (se presenta en anexo digital).

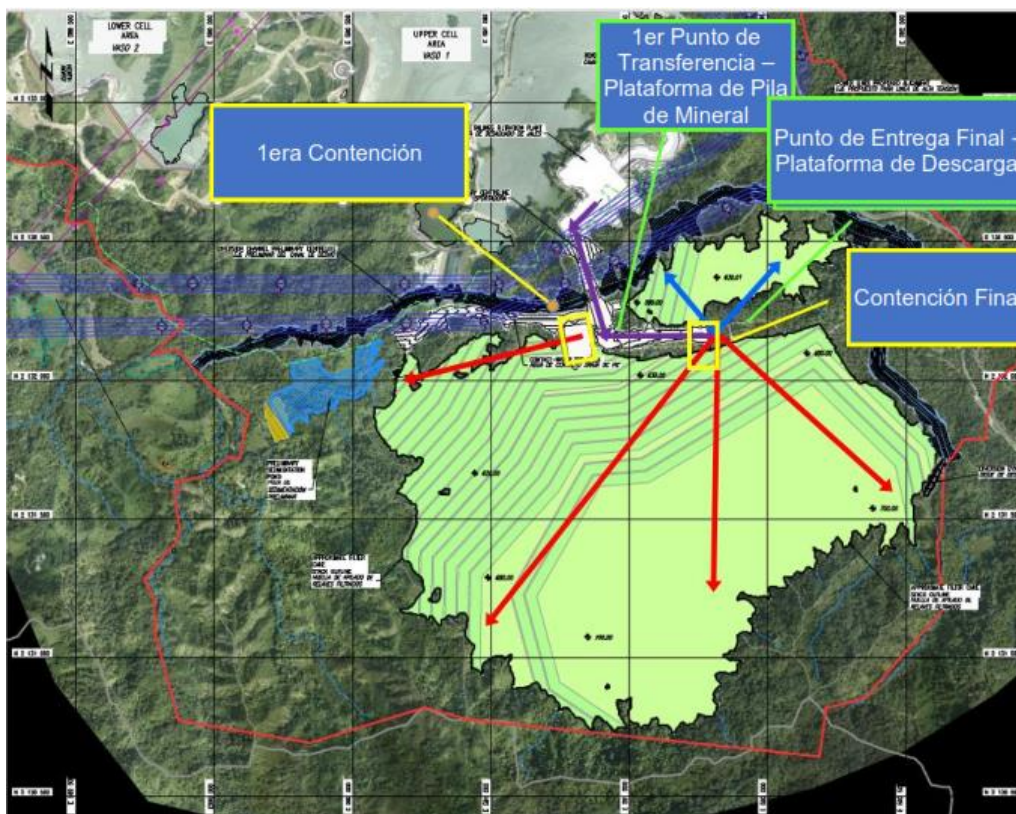


Figura II.15 Ubicación de las zonas de contención de jales secos en temporada de lluvias.

Se construirían paredes laterales bajas alrededor de los bordes (pared exterior) de la zona de contención temporal, impidiendo que los materiales se desplacen fuera de esta. Se usará un Cargador Frontal para el acomodo del material en las zonas de contención, posteriormente el material se cargará (pasando los tres días de contención), por medio de unidades de transferencia, hacia las bandas transportadoras móviles para ser depositados finalmente en el Dry-Stack.

Para lograr la óptima operación del proyecto, también es fundamental llevar a cabo la instalación y construcción de las siguientes obras asociadas:

**a) Bandas transportadoras:**

Para poder realizar el transporte y acomodo de los jales secos desde la planta de filtrado hacia el Depósito Dry-Stack, se instalarán dos tipos de bandas: bandas Overland o fijas y bandas Grass Hopper o móviles.



El traslado de los jales secos comenzará con la entrega del material en las bandas transportadoras fijas, las cuales transportarán por separado las Arenas Desaguadas y los relaves finos al primer punto de transferencia. En el primer punto de transferencia, las bandas fijas depositarán los jales secos sobre las bandas transportadoras móviles, las cuales tendrán chutes de derivación que permitirán que las DSS y SFC sean transportados hacia el punto de entrega final o derivados.

Para la parte de bandas Overland se realizarán dos caminos con una sección de 21.00 m de ancho y una longitud aproximada de 2.00 km, que servirá de acceso y mantenimiento para las bandas Overland Norte y Sur. Para las bandas Grass Hopper se realizarán accesos conforme se avance la deposición de jales secos, ya que con estas bandas se irá depositando los jales en toda la huella del depósito.

#### **b) Drenaje superficial.**

El objetivo del sistema de drenaje superficial es recolectar y transportar agua de contacto y sin contacto.

- El agua sin contacto se define como las escorrentías superficiales provenientes de áreas de captación naturales no alteradas. El agua sin contacto se puede descargar directamente al medio ambiente sin ser tratada.
- El agua de contacto es la escorrentía superficial que ha estado en contacto con partículas o instalaciones de jales y no cuenta con las condiciones para ser descargada directamente al medio ambiente.

La mayor parte del agua sin contacto provendrá de la cuenca del Arroyo Palo Verde, aguas arriba de lo que será el Dry-Stack. La escorrentía de esa cuenca se recolectará en el Canal de Derivación Palo Verde y se conducirá alrededor del Depósito (este tema se aborda en más adelante).

La mayor parte del agua de contacto provendrá de la escorrentía superficial del Depósito Dry-Stack. Esta escorrentía se recolectará en drenajes de banco para conducirla al fondo de la pila a través de un sistema de canaletas; posteriormente se recolectará en una zanja de drenaje al pie de la pila (zanja del pie), para finalmente conducirla a un bordo y área de captación de sedimentos. Desde el bordo, el agua se podrá recuperar y utilizar para el suministro de agua de procesos de mina. Cabe señalar, que el agua pluvial que caiga sobre el Depósito **no** será descargada al suelo o cuerpos de agua nacionales.

- **Bordo y área de captación de sedimentos:**

Se construirá un bordo de retención, como medida de seguridad, formado con material térreo destinado para retener los escurrimientos de aguas, así como los arrastres de sedimentos que se generen por lluvias. Esta obra estará diseñada para captar solo el agua pluvial que entre en contacto con los jales, **NO** se contempla la retención o captación de otros flujos de agua.

- **Cuneta derivadora:**

El proyecto considera la construcción de una cuneta derivadora de acuerdo con lo indicado en el numeral 5.5.3 de la NOM-141–SEMARNAT-2003, la cual formará parte del sistema auxiliar de drenaje. El objetivo de esta obra es interceptar el agua pluvial que caerá en la cuenca alta de la zona del proyecto (ver imagen), asegurando así que el agua no entre en contacto con el depósito del Dry-Stack, y sea dirigida hacia el arroyo Palo Verde.

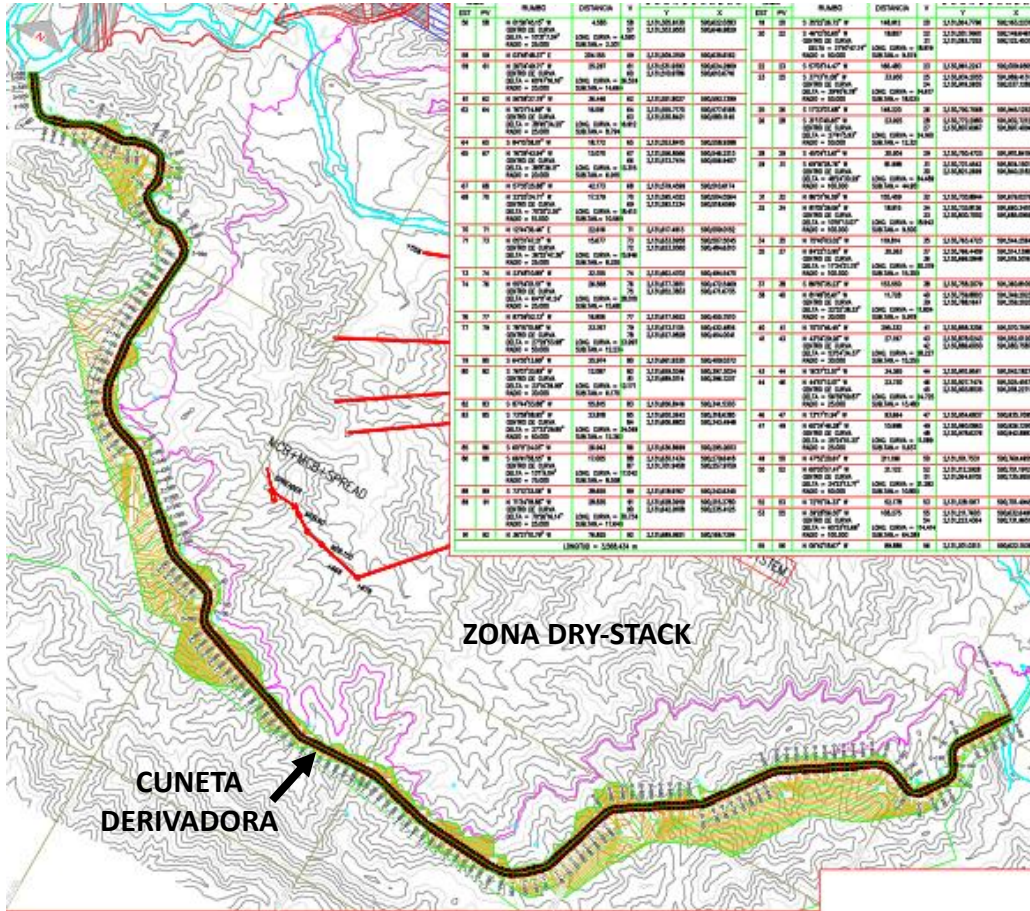


Figura II.16 Vista en planta cuneta derivadora.

**c) Camino y tubería para recuperación de agua:**

Se construirá un camino a base de cortes y rellenos de 8.00 m de sección y una longitud de 900.00 m, con la finalidad de colocar tubería para la recuperación de agua que irá del área de captación de sedimentos a la planta de filtrado.

**d) Áreas de almacenamiento de materia vegetal, Área de uso temporal y caminos de acceso para mantenimiento:**

Se destinarán tres polígonos: dos para establecer las Áreas de almacenamiento de materia vegetal (1 y 2), y uno para el Área de uso temporal y caminos de acceso para mantenimiento.

En las Áreas de almacenamiento de material vegetal (1 y 2) se destinarán las siguientes zonas:

- Patio de madera, en el que se depositará toda la madera producto de los trabajos de cambio de uso de suelo en la etapa de la preparación del sitio.
- Patio de Top soil, donde se depositará todo el material de despalme producto de la preparación del sitio.
- Patio de Despalme, en el cual se depositará todo el material producto de excavación que no sea aprovechable.

La siguiente imagen muestra las dos Áreas de almacenamiento de material vegetal (se presenta en anexo digital:

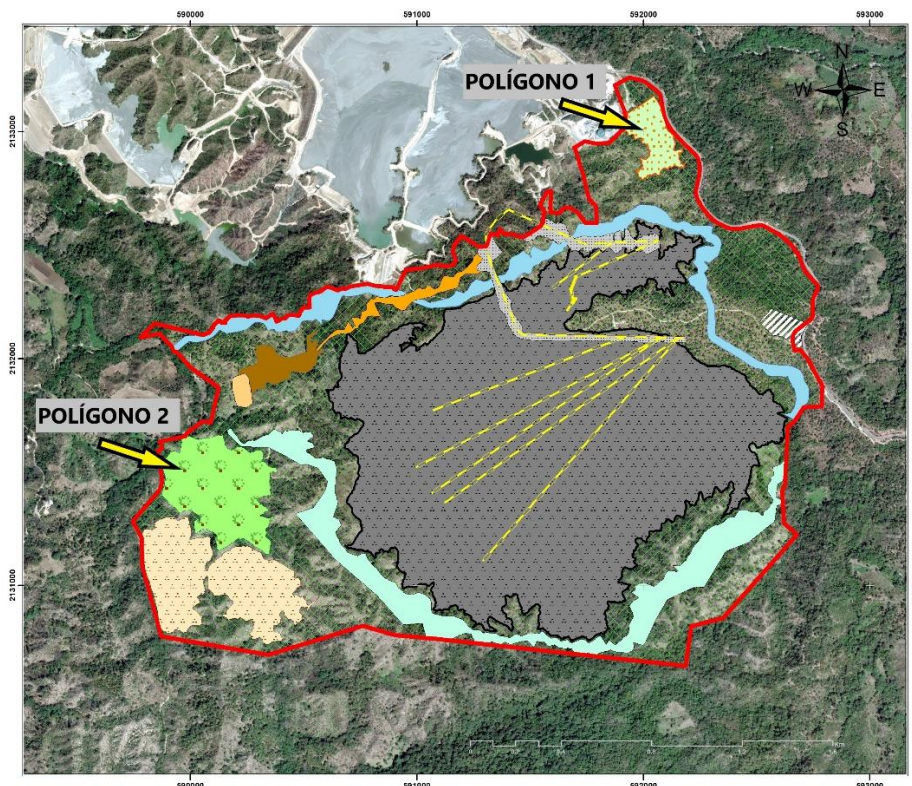


Figura II.17 Ubicación de las áreas de almacenamiento de material vegetal.

Cabe señalar que para proteger el suelo resguardado contra el arrastre de la lluvia y el viento se colocarán costales de arena en las bases de los camellones, lonas o cualquier otro material que permita protegerlo (ver Capítulo VI).

Con respecto al Área de uso temporal y caminos de acceso para mantenimiento, solo se utilizará para habilitar caminos de terracería para ingresar al polígono del proyecto y la instalación de obras provisionales, tales como, oficinas, almacenes, sanitarios, entre otros.

### **e) Canal Desvío Arroyo Palo Verde:**

Con la finalidad de asegurar que las aguas del arroyo Palo Verde no entren en contacto con los jales y principalmente para evitar obstaculizar el flujo del cauce, será necesario realizar una obra de encausamiento para desviar el Arroyo Palo Verde la cual tendrá sección transversal de 12.00 m y longitud aproximada de 3.8 km. El diseño pretendido es con base a los estudios hidrológicos realizados al arroyo Palo Verde (para mejor referencia ver el Capítulo IV de la presente MIA-R), y considerando además la normativa nacional mexicana establecida por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Cabe indicar que el período de retorno para el diseño de un canal de derivación y cunetas es de 100 años y 10 años, respectivamente.

A lo largo de la ruta del canal de desvío se requerirán varias estructuras hidráulicas:

- **Rápidas y pozas amortiguadoras.**

Para limitar la erosión ocasionada por las diversas caídas presentes a lo largo del canal, se requerirá el uso de pozas de disipación de energía y estructuras tipo rápidas. Para estas estructuras, debido a que el uso de un enrocado no será adecuado, se necesitarán gaviones como material de construcción tanto para las rápidas como para las pozas amortiguadoras.

- **Conexión con cunetas externas.**

Las cunetas externas recolectarán la escorrentía de las cuencas de aportación. Una conexión entre esas cunetas y el canal de derivación permitirá que el agua de las cuencas intermedias fluya hacia el interior del canal.

- **Dique de derivación**

Con el objetivo de dirigir el agua desde el lecho del Arroyo hacia el canal de desvío se construirá, en la entrada del canal, un dique de derivación. Con base a las condiciones topográficas en la entrada del canal, se prevé que el dique tendrá una longitud aproximada de 100 m a 200 m.

- **Paso con cruce de caminos de las bandas transportadoras y tubería de agua de recuperación.**

El canal cruzará con las vías de las bandas transportadoras y la vía de la tubería de agua, por lo que se construirán vados para librar el cruce.

- **Conexión con aliviadero.**

Se construirá un aliviadero en la margen derecha del canal para dirigir el efluente desde el aliviadero hasta llegar al canal. La descarga máxima a través del aliviadero será alrededor de  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ , para una precipitación pluvial de un período de retorno de 1/3 entre una precipitación de 1/1000 y una Inundación Máxima Probable.

Cabe mencionar, que se realizarán los trámites correspondientes ante la CONAGUA para llevar a cabo el desvío y construcción del canal de desvío del Arroyo antes mencionado.

**f) Áreas de amortiguamiento y seguridad:**

Se consideran áreas de amortiguamiento y de seguridad, las cuales son áreas colindantes con todos los desarrollos de las obras y actividades del proyecto, por lo que es de suma importancia contar con estas áreas de amortiguamiento como por ejemplo, para separar el

terraplén de jales secos en el depósito del Dry- Stack, por los cortes que se harán al momento de construir la cuneta derivadora y el desvío del arroyo Palo Verde. En estas áreas también se tiene considerado construir caminos provisionales, patios temporales de almacenamiento de tubería, campamentos, estancias de maquinaria, acopios de materiales, etc.

Para llevar a cabo las obras antes señaladas se realizarán las siguientes actividades:

- Movimiento de suelos.
- Trabajos de obra civil.
- Trabajos eléctricos.
- Trabajos de montaje de estructura.
- Trabajos mecánicos.

**g) Instrumentación.**

Sin ser una presa de jales convencional, con base en lo indicado la NOM-141–SEMARNAT-2003, el proyecto considera la colocación de la siguiente instrumentación, para el monitoreo de la estabilidad, la calidad del agua superficial y subterránea, que se describe en la siguiente tabla.

Tabla II.2 Instrumentación.

ID	Instrumentación NOM-141-SEMARNAT-2003	Descripción
1	Piezómetros para monitoreo de agua subterránea	Instrumento que sirve para monitoreo de calidad del agua subterránea. Se colocaran 4 piezómetros, de los cuales 2 serán colocados aguas arriba y 2 aguas abajo del depósito de Dry-stack.
2	Piezómetros para monitoreo de nivel freático de depósito	Para conocer el nivel y la distribución de agua en la cimentación y el cuerpo del depósito se instalarán 20 piezómetros distribuidos en toda el área del depósito, acorde a las condiciones particulares del mismo
3	Inclinómetros	Para conocer los desplazamientos en zonas específicas del depósito, que permitirán evaluar su estabilidad, se ha considerado instalar un total de 15 inclinómetros verticales de tubería ABS con sensores automatizados. Los inclinómetros previstos, así como su longitud, serán definidos con detalle durante el avance de la obra, en función de la información geológica y geotécnica detallada de cada sitio, y del arreglo final de las estructuras del proyecto.
4	Referencias superficiales	Prismas a diferentes elevaciones y ubicaciones en el cuerpo del depósito (las lecturas en los puntos de referencia se realizarán mediante levantamientos topográficos de precisión, con mediciones en tres direcciones ortogonales (X, Y, Z).
5	Acelerógrafos	Se tiene contemplada la instalación de 1 acelerógrafo que permita conocer las aceleraciones generadas a la estructura del depósito a partir de solicitaciones sísmicas.
6	Estación meteorológica	Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas.
7	Sonda de monitoreo de agua superficial	Sonda multiparamétrica para monitoreo continuo de calidad de aguas. Incorpora numerosos sensores que pueden desarrollar tareas de monitoreo simple o complejo y a largo plazo en condiciones ambientales exigentes. La sonda será colocada en diversos puntos aguas arriba y aguas abajo del depósito, además también será colocada en <b><u>Área de captación de sedimentos.</u></b>



ID	Instrumentación NOM-141-SEMARNAT-2003	Descripción
8	Cámaras trampa	Dispositivo automático usado para capturar imágenes fotográficas de animales en estado salvaje (monitoreo de fauna en el área del proyecto).

Para la interpretación de la información que se obtendrán de los diversos instrumentos se contará con un ingeniero especializado cuya función consistirá en asegurar la correcta recepción de la información, así como el análisis de los datos generados y la generación de reportes diarios.

Adicional a la tabla de instrumentación y de acuerdo con el numeral 5.8.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para el monitoreo de aguas subterráneas, también se instalarán pozos de monitoreo y piezómetros para monitoreo de nivel freático de depósito.

- **Pozos de Monitoreo**

Estos pozos se instalarán de acuerdo con el **estudio de prospección hidrogeofísica**, con el objetivo de seleccionar sitios con buenas posibilidades hidrogeológicas para pozos de monitoreo. Cabe señalar que, el estudio propone 6 sitios, no obstante, se considera la instalación solo de 4, ya que los dos restantes quedaban dentro de la huella del depósito Dry-Stack. La siguiente tabla muestra las coordenadas de los sitios propuesto para la instalación de los pozos de monitoreo.

**Tabla II.3** Coordenadas ubicación de los pozos de monitoreo.

No. Pozo	X	Y
S1	592230.37	2132717.52
S2	590368.72	2130795.16
S3	591396.02	2132697.61
S6	592471.45	2131364.88



**Figura II.18 Ubicación de pozos de monitoreo.**

- **Piezómetros para monitoreo de nivel freático de depósito.**

Los piezómetros serán instalados dentro de un barreno de 4" de diámetro y una longitud variable en dos etapas. En la primera se considera llevar a cabo la introducción de una tubería flexible para protección del cable, la cual tendrán instalado en su base un área conocida como cámara piezométrica, que se formará colocando un filtro de arena fina-gruesa para después hacer un sellado de bentonita-cemento y concluir con el mismo tipo de material. Para mayor referencia se muestra la siguiente figura (se presenta en anexo digital).

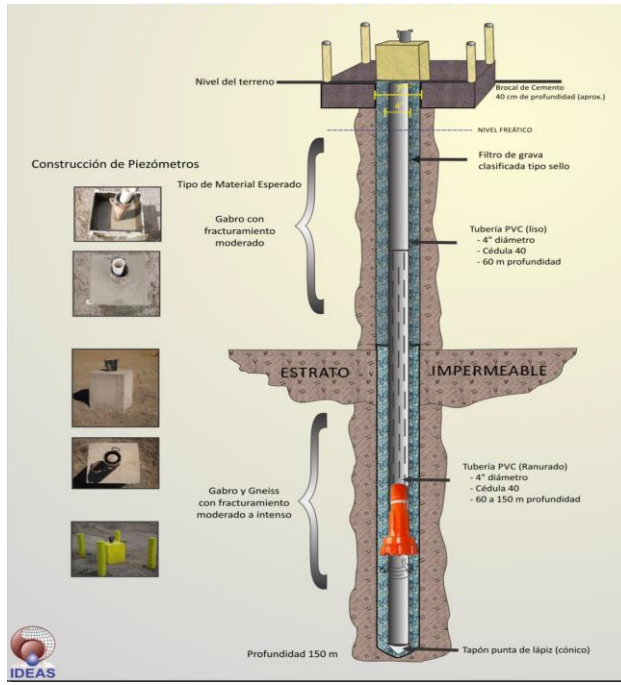


Figura II.19 Ejemplo del diseño tipo de construcción de un piezómetro.

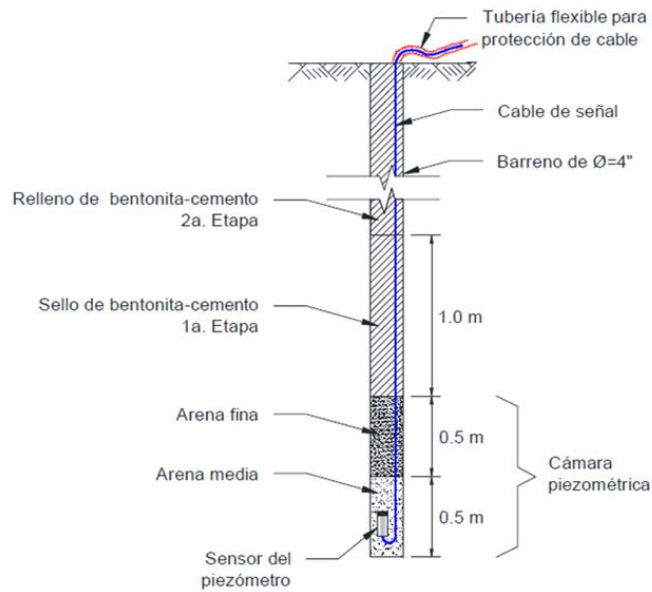


Figura II.20 Instalación de piezómetros del tipo eléctricos.

Expuesto lo anterior, en las siguientes imágenes (Render) muestran una vista 3D virtual de lo que se pretende sea el proyecto (se presentan en anexo digital para mejor apreciación).

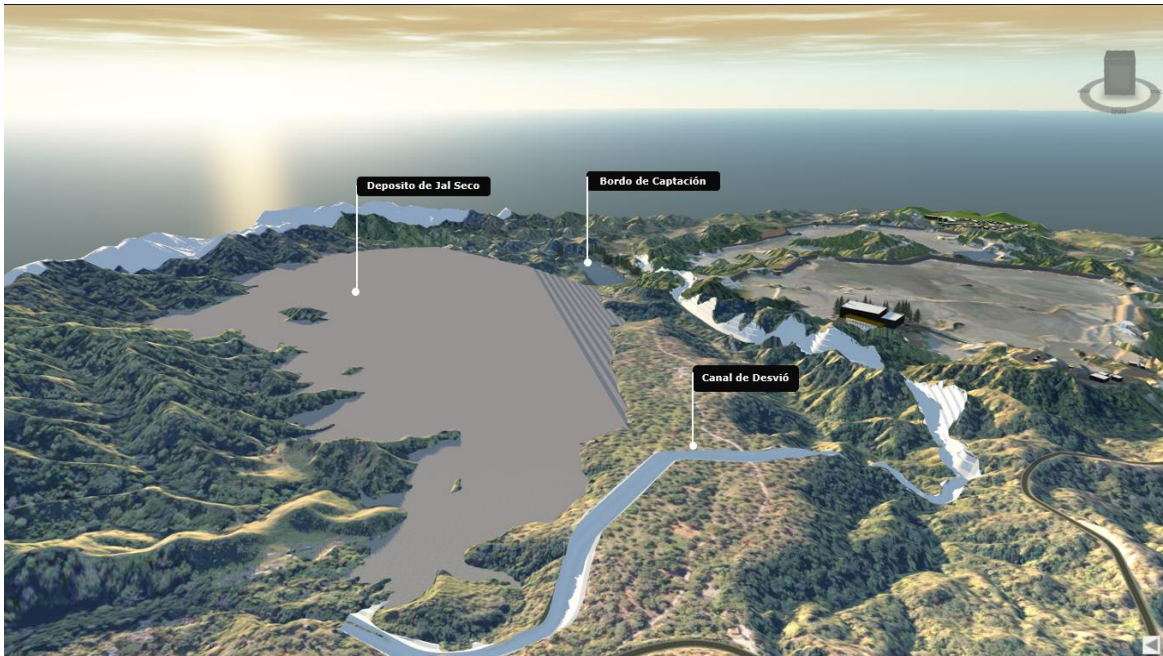


Figura II.21 Vista 3D (render) del proyecto.

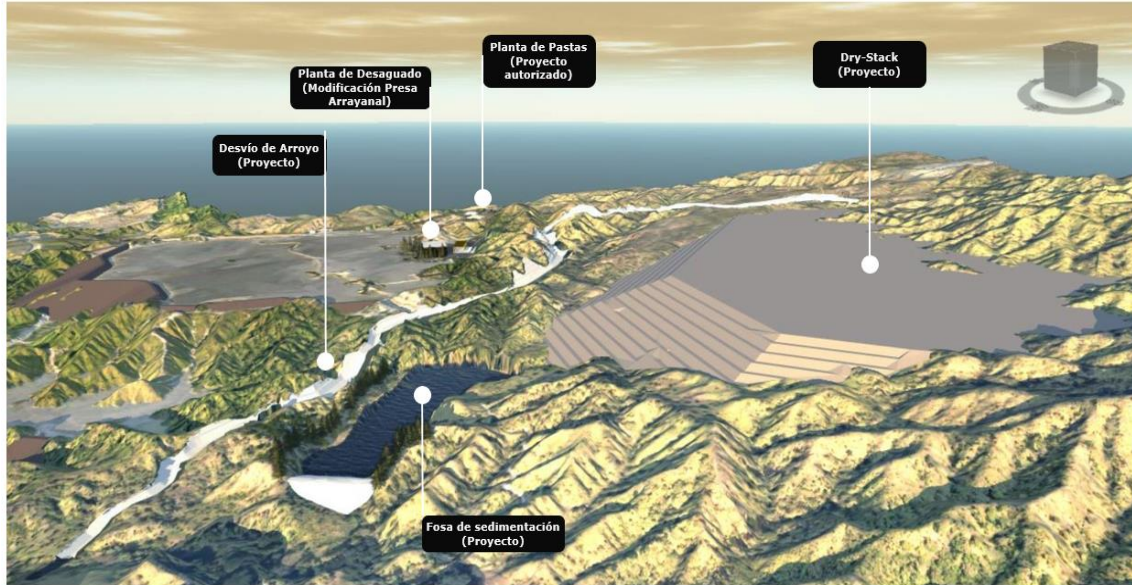


Figura II.22 Vista 3D (Render) del proyecto y las obras aledañas existentes.

### II.3.2. Dimensiones del proyecto.

El proyecto tendrá una superficie de ocupación de **487.553 ha**, de las cuales 439.571 ha presentan vegetación, por lo que se presentará, ante la autoridad competente, la solicitud de autorización de CUSTF presentando para ello el ETJ correspondiente.

Es importante mencionar que de la superficie total del proyecto 12.412 ha ya cuentan con autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

La siguiente tabla muestra la distribución de superficies acorde a las obras del proyecto.

Tabla II.4 Superficies del proyecto.

OBRA	SUPERFICIE (HA)
Área de almacenamiento de material vegetal 1	4.83
Área de almacenamiento de material vegetal 2	17.35
Área de uso temporal y caminos de acceso para mantenimiento	22.403
Bordo de captación	1.041
Bordo y área de captación de sedimentos	4.245
Camino tubería agua de recuperación	3.233
Caminos bandas transportadoras (superficie total 7.983 ha de las cuales 4.779 ha se localizarán sobre el DRY-STACK y sobre el canal)	3.204
Canal Palo Verde	18.586
Cuneta derivadora	27.366
Deposito DRY-STACK	210.574
Área de maniobras (amortiguamiento)	174.721
<b>TOTAL</b>	<b>487.553</b>

Cabe señalar, que dentro de la huella del proyecto se localizará el polígono de una Unidad de Manejo de Conservación de Vida Silvestre (UMA), dicho polígono tiene una superficie de 1.914 ha, de las cuales 1.539 ha quedarán dentro del polígono del proyecto. Así mismo, el proyecto contempla dos polígonos para la conservación, reubicación y restauración, con una superficie total de 639.64 ha; por lo que, la UMA se reubicará en uno de estos polígonos de conservación que tiene contemplado el proyecto (en el Capítulo VI de la presente MIA-R se presenta mayor información al respecto). Cabe señalar, que al ser una UMA autorizada se realizarán los trámites correspondientes ante la autoridad en materia de Vida Silvestre para su reubicación.

### II.3.3. Representación gráfica regional.

Como ya se ha mencionado, el proyecto se localizará en el municipio de Minatitlán, en el estado de Colima; limita al sur con los municipios de Manzanillo y Coquimatlán; al oriente con Villa de Álvarez y Cómala; y al poniente con el Estado de Jalisco.

El municipio de Minatitlán se encuentra en la Región Hidrológica denominada "Costa de Jalisco", que se concreta a dos sistemas: uno es el Río Minatitlán, corriente perenne que nace en la falda este del Cerro del Zapote, de donde parte hacia el sur para desembocar en el Océano Pacífico. Tiene entre sus principales afluentes los siguientes: Los Arroyos y Las Truchas, Los Cuates, El Gato, Copales, Las Pesadas y El Limoncito. El otro sistema lo forma el arroyo del Cañón, que posteriormente se une al San Palmar para desembocar en el Río Armería; ambas afluentes tienen su corriente de norte a sur dentro del municipio.

En la mayor parte del municipio predomina el clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano principalmente; registra una temperatura media anual de 20.8°C y una precipitación pluvial media de 1,125.6 milímetros anuales.

En la siguiente imagen se muestra la representación gráfica regional del proyecto.

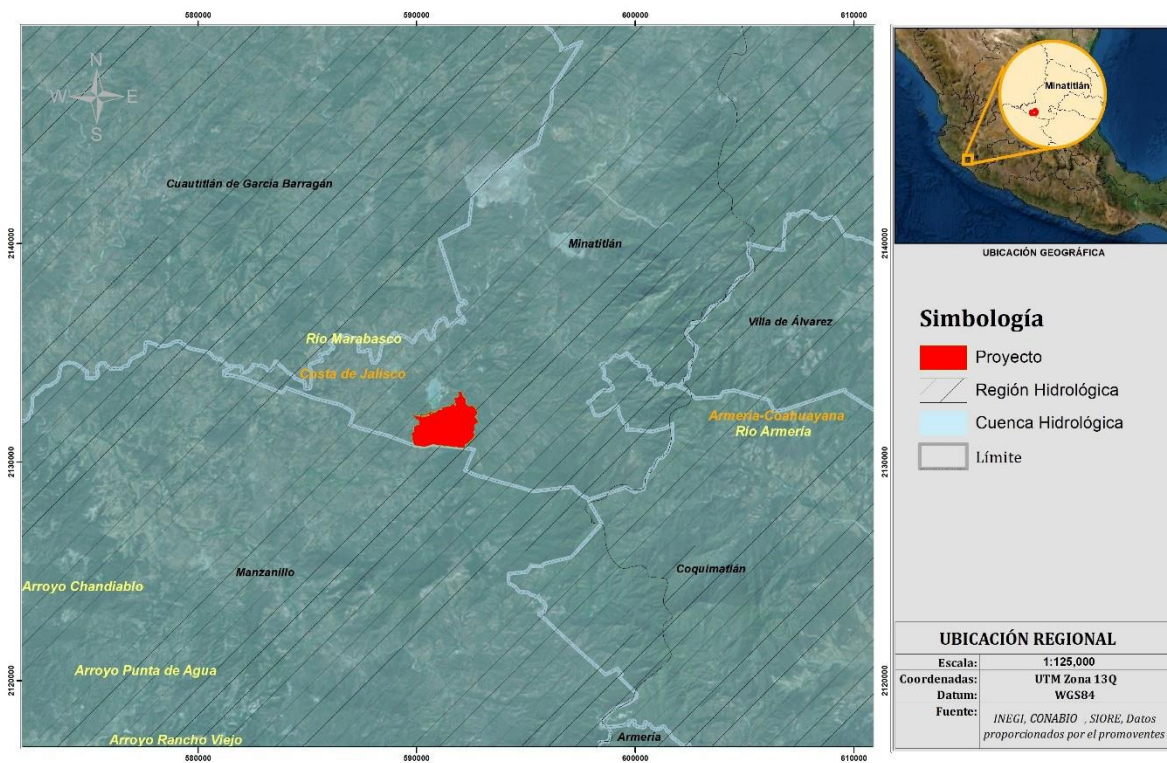


Figura II.23 Representación Gráfica regional.

#### **II.3.4. Representación gráfica local.**

La siguiente imagen muestra el desplante del proyecto a nivel local (se presenta en anexo digital para mejor referencia). Las coordenadas UTM Zona 13N, DATUM WGS84, de las obras, se presentan en anexo.



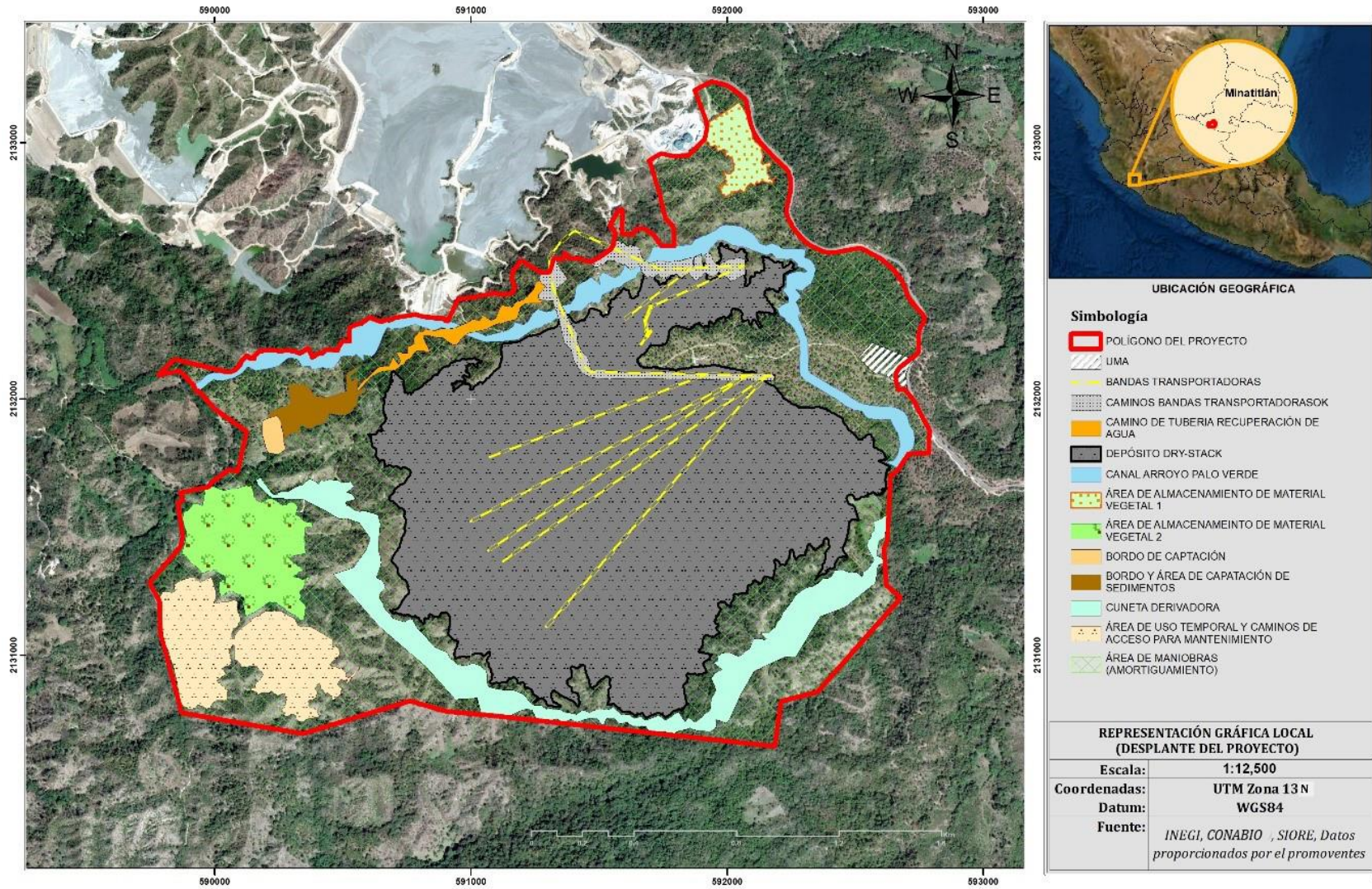


Figura II.24 Representación gráfica local (desplante del proyecto).

### **II.3.5. Cronograma de trabajo.**

Se estima que las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto se lleven a cabo de manera paralela en un periodo de 16 años. La etapa de operación concluirá en el año 16. El cierre progresivo del depósito permitirá iniciar la restauración a partir del año 4 para concluir en el año 20.

La vida útil del proyecto se estima en 20 años, desarrollándose de acuerdo con el siguiente cronograma.



### II.3.6. Preparación del sitio.

Para la preparación del sitio de cada obra se requiere de las siguientes actividades:

- **Delimitación de las zonas:** se realizará el marcaje con equipo topográfico de todos los límites del polígono del proyecto autorizado.
- **Rescate de flora:** se realizará el rescate de flora considerando individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como todos los que sean susceptibles de ser rescatados, incluyendo a individuos que pertenecen al grupo de las epífitas, que son organismos que han abandonado el hábito terrestre y se han adaptado a vivir sobre otras plantas para obtener los recursos que necesitan para desarrollarse.

Las actividades a considerar serán las siguientes (para mayor detalle ver Capítulo VI):

- Se realizarán recorridos en todas las áreas en donde se efectuará el desmonte y despalde a fin de identificar las especies propensas a ser rescatadas. De inicio se considerará que el ejemplar se encuentre incluido en la NOM 059-SEMARNAT-2010 o ser una especie endémica o de interés regional.
- Se deberá considerar el rescate de ejemplares completos, en caso de ser susceptibles de ello, plántulas, germoplasma y esquejes, entre otros componentes del individuo.
- Identificación y selección de sitios cercanos para la reubicación de los organismos rescatados en conjunto con la gerencia de ingeniería ambiental.
- Extracción (remoción) y traslado de los organismos seleccionados a los sitios previamente localizados, asegurando la integridad de los ejemplares.
- Trasplante y reubicación de los ejemplares en los sitios seleccionados.

Las siguientes imágenes muestran el ejemplo del rescate de flora que se lleva a cabo en la Unidad Minera Peña Colorada (se presentan en anexo digital).



Figura II.25 Ejemplo de rescate de flora.

- **Rescate de Fauna:** Se efectuará el ahuyentamiento, rescate y reubicación de los ejemplares de fauna presentes en el sitio, empleando diversas técnicas y equipo de captura diurna y nocturna, para lo cual se prevén realizar las siguientes actividades (para mayor detalle ver Capítulo VI):
  - Se realizarán recorridos en todas las áreas en donde se efectuará el desmonte y despalme a fin de detectar nidos, madrigueras o ejemplares de fauna.
  - Se deberá rescatar la totalidad de los individuos de fauna que pudieran estar presentes en el área del proyecto, sean mamíferos, aves (incluyendo nidos), anfibios o reptiles.
  - Se rescatarán especies de baja movilidad que se encuentren refugiados durante los recorridos. Estas actividades se deben realizar por las mañanas al iniciar las actividades.
  - Para el caso de madrigueras, deberán ser revisadas con la utilización de equipo adecuado. En caso de asegurar alguna especie se procederá a la destrucción de la madriguera para evitar el alojamiento de otras especies.
  - Todas las capturas, traslados y liberaciones estarán documentadas en los formatos establecidos, registradas en la bitácora de campo, con evidencia fotográfica y coordenadas correspondientes.
  - Se procederá a la colocación de trampas de desvío, utilizando plástico de alta densidad. Los individuos capturados serán reubicados en ecosistemas similares, transportándolos en contenedores plásticos, con la suficiente entrada de aire, material de hojarasca y suelo húmedo para evitar su deshidratación. Esta actividad se realizará de manera diurna y nocturna.

- Identificación y selección de sitios cercanos para la reubicación de los organismos rescatados en conjunto con la Gerencia de Ingeniería Ambiental.
- Durante el proceso de desmonte y despalme, se deberá designar personal que cuente con la capacidad y certificación para atender el rescate y reubicación de fauna silvestre.
- Se deberá emplear equipo y material en óptimas condiciones para asegurar la integridad de los ejemplares.
- Traslado de los ejemplares en los sitios seleccionados.
- Informes de avance semanal y mensual.

Las siguientes imágenes muestran el ejemplo del rescate de fauna que se lleva a cabo en la minera (se presentan en anexo digital).





Figura II.26 Ejemplo de rescate de fauna.

- **Tala y desmonte:** Se efectuará de manera gradual el derribo de todos los ejemplares del estrato arbóreo y arbustivo presente en el sitio.
  - El derribo y troceado, deberá efectuarse con medios mecánicos (motosierras) y manuales, siguiendo el procedimiento establecido por el departamento ambiental de la promotente y respetando los lineamientos de seguridad. Incluyendo mano de obra, herramientas, corte, aserrado, carga y transporte de la madera a la zona establecida por la supervisión de PeCol, implementos o EPP de seguridad de acuerdo con el área o actividad a desarrollar y todo lo necesario para su correcta ejecución.
  - La vegetación del estrato herbáceo (maleza): arbustos, pastizales, grama y árboles con diámetro menor o igual a 10 cm deberá cortarse, picarse e introducirse dentro de zonas que queden con vegetación para que se



incorpore al medio, buscando que esta quede esparcida de forma que no genere grandes volúmenes acumulados que terminen por afectar a la vegetación donde se están depositando.

- Trasladar el material derribado a centros de acopio a no más de 5 km de distancia del sitio.
- Organizar por especie el material forestal removido, dentro del patio forestal. Se deberán conformar estibas no mayores a un metro de altura, con la finalidad de conservar en buen estado la madera generada y facilitar su manejo.
- Los trozos de madera deberán tener como altura máxima 2.20 m.
- Se deberá considerar la habilitación de brechas de caminos para el ingreso y acarreo del material forestal removido (las brechas estarán dentro del polígono del proyecto, en las zonas de afectación por obras), empleando maquinaria o equipo que mejor se adapte a las condiciones del sitio. Cabe resaltar, que se deberá contar con la certificación del equipo por parte de una empresa autorizada, conforme a las especificaciones de la promotente.
- Se deberá identificar y etiquetar el material derribado por especie; posteriormente, se deberá cubicar el material para ser trasladado y registrado en formatos proporcionados por parte de la Gerencia de Ingeniería Ambiental de la promotente.
- Se deberá emplear equipo y material en óptimas condiciones para asegurar la integridad de los ejemplares.
- La cuantificación y control de los productos de desmonte y tala se hará bajo el procedimiento CIAA-4.4.6/12, que tiene establecido la promotente, y su

transporte se hará por medio de camiones volteo al lugar previamente establecido.

- **Despalme:** El despalme consistirá en remover la capa superficial del terreno utilizando equipo mecánico. Por lo regular en las zonas escarpadas y con topografía adversa se utilizarán las excavadoras de orugas, y en las zonas mayormente planas esta actividad podrá realizarse con un tractor de orugas, también conocido como bulldozer.

La finalidad de esta actividad es retirar aquel material que por sus características no es adecuado para cimentar o desplantar una estructura o un terraplén, o bien no es el adecuado para utilizarse en la construcción de una obra (materia orgánica). El despalme necesario en los polígonos que integran la huella del proyecto será de 30 cm de espesor en promedio.

El volumen generado de despalme, después de haber sido retirado del área o huella del proyecto, se enviará en camiones de volteo hacia el patio de despalme que se ubicará sobre la plataforma habilitada para este fin. Desde este punto se le dará el uso y destino final que corresponda según las indicaciones del departamento Ambiental de la promovente.

- **Rescate de suelo:** Posterior a las actividades de rescate de fauna y flora, colecta de semillas, y derribo y retiro de material vegetal, se procederá a rescatar la tierra vegetal consistente en los primeros 20 a 30 centímetros de suelo. Esta capa fértil se trasladará a las áreas de almacenamiento vegetal que se han destinado para el proyecto y se programará su uso en los taludes del Dry-Stack en la etapa de restauración.

Para la aplicación se deberá comprobar mediante mediciones que el Dry-Stack se encuentra estable físicamente y sin procesos significativos de erosión laminar o cárcavas.

El suelo vegetal será aplicado en temporada de seca y con tiempo suficiente para que logre su estabilidad física. No se almacenará tierra vegetal por más de una temporada de lluvias.

### II.3.7. Obras Temporales.

Para la construcción de las obras del proyecto será necesario la instalación de obras provisionales. Estas obras se instalarán dentro del “Área de maniobras” que considera del proyecto, por lo que no se requerirá de superficie adicional para la instalación de las mismas.

Las obras provisionales a instalar serán las siguientes:

- **Almacén temporal:** Para el almacén se consideran trabajos de obra (movimiento de suelos), trabajos de obra civil para la cimentación y piso, montaje de estructura y lamina para muros y techumbre, y trabajos eléctricos para iluminación.
- **Campamentos temporales:** Se considera como campamento temporal, al espacio que el contratista podrá utilizar para sus actividades como lo es el acopio de maquinaria, etc. Solo se requiere de movimiento de suelos para la ejecución del campamento y obra civil de necesitarse.
- **Caminos de acceso para transportadores, patios, canal y cunetas:** Para los caminos de accesos se requieren trabajos de preparación de sitio (tala, desmonte, nivelación) y movimiento de suelos.
- **Caminos de acarreo:** Para el camino de acarreo se requieren trabajos de preparación de sitio (tala, desmonte, nivelación), movimiento de suelos y trabajos de obra civil.

Cabe indicar que el suministro de grasas, aceites y combustibles será directamente en las estaciones de servicio cercanas y con el camión nodriza, por lo cual no se contará con almacén para estos insumos.

### **II.3.8. Construcción.**

La parte medular del proyecto será el depósito Dry-Stack; no obstante, para esta zona no se requerirá realizar actividades de obra civil, ya que la conformación de los taludes se realizará conforme se vayan depositando los jales secos en el sitio. Como ya se ha mencionado, se estima que la altura máxima del depósito sea de 100.00 m formado por bermas a cada 10.00 m de alto por 5.00 m de ancho y talud 4H:1V, estabilizándolas mediante compactación mecánica y recubiertos con material pétreo. Una vez que se formen los taludes, como ya se ha mencionado, se protegerán con una cubierta seca para evitar la generación de polvos y principalmente evitar la oxidación de los jales depositados por el contacto con el ambiente.

Con lo que respecta a las demás obras, la construcción se describe a continuación.

#### **a) Bandas transportadoras y caminos.**

Se construirán dos caminos para instalar las bandas Overland o fijas, y para poder acceder a realizar su mantenimiento a futuro. Los caminos tendrán un ancho de 21.00 m y serán simples de terracería, recubiertos con balasto.

La conformación del cuerpo de los caminos se realizará por medios mecánicos, cortes o rellenos, según lo marca el diseño ejecutivo. El material producto de la excavación de los cortes será utilizado para el relleno de las zonas donde se requiera.

Las siguientes imágenes (se presentan en anexo digital) muestran un ejemplo de bandas fijas sobre caminos y el perfil de los caminos.



En cuanto a las bandas móviles, se realizarán los accesos conforme se avance la deposición de los jales secos, ya que estas bandas se irán moviendo con la finalidad de ir distribuyendo los jales secos en toda el área del depósito, tal como se muestra en la siguiente imagen (se presenta en anexo digital)

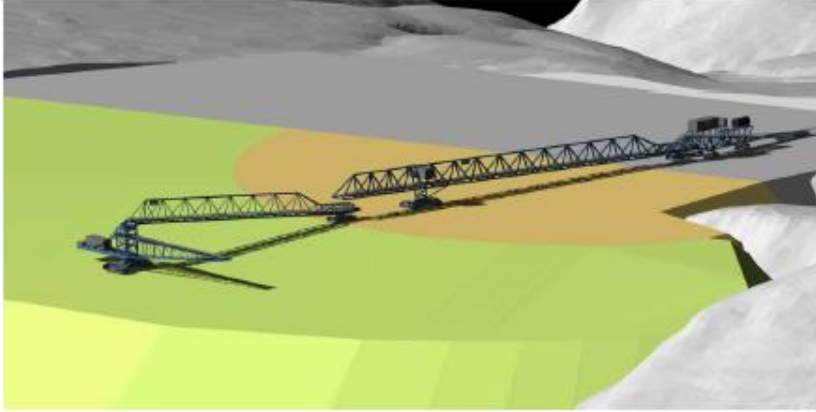


Figure 11 - Dumping equipment (mobile conveyor head station, Mobile Conveying Bridge (2<sup>nd</sup> MCB not shown), Spreader)

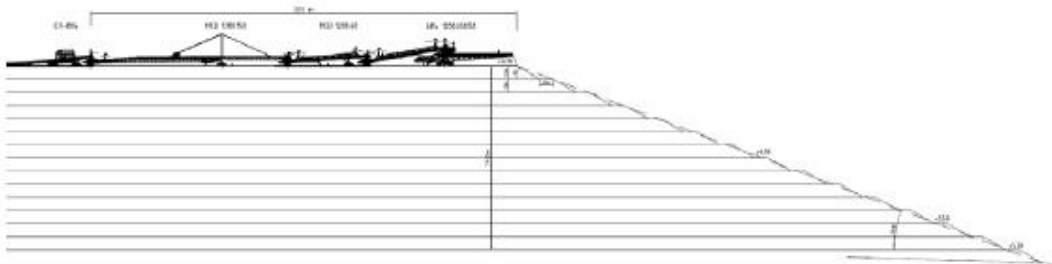


Figura II.30 Bandas transportadoras móviles.

La instalación de las bandas se realizará de acuerdo a las especificaciones del proveedor y manuales de los equipos.

#### b) Bordo y área de captación de sedimentos.

El bordo tendrá un ancho aproximado de 85.00 m, una longitud de 163.00 m y una altura de 10.00 m. Su formación se llevará a cabo mediante cortes y rellenos, principalmente rellenos, que mediante medios mecánicos formarán un talud que permitirá retener los

sólidos que sean arrastrados por las precipitaciones que se presenten en el sitio. Las siguientes imágenes muestran el diseño del bordo y el área de captación de sedimentos.

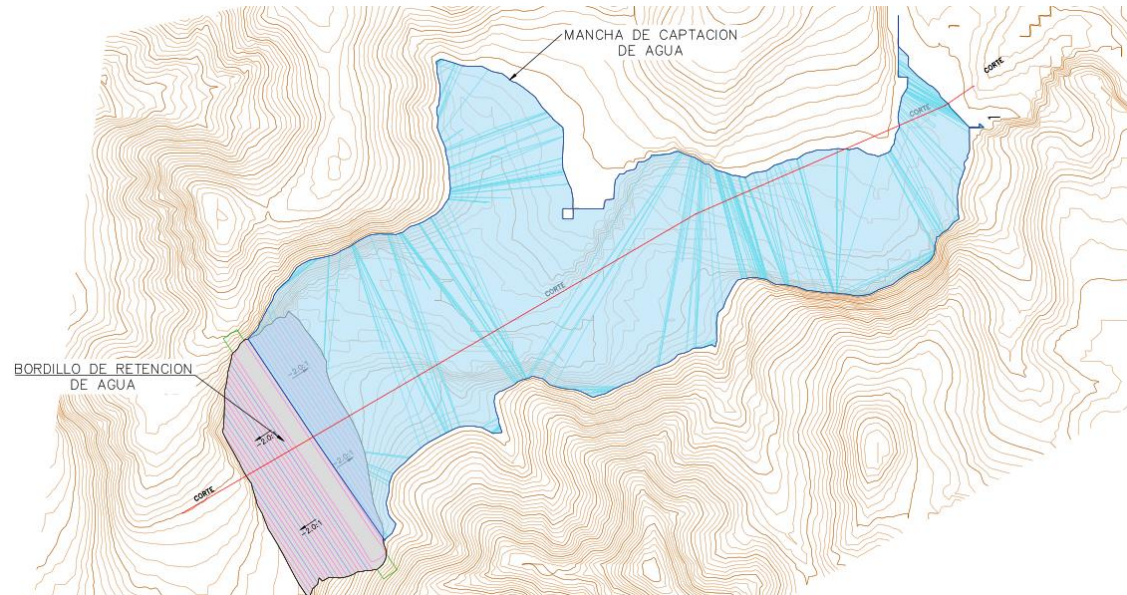


Figura II.31 Vista en planta Bordo y área de captación de sedimentos.

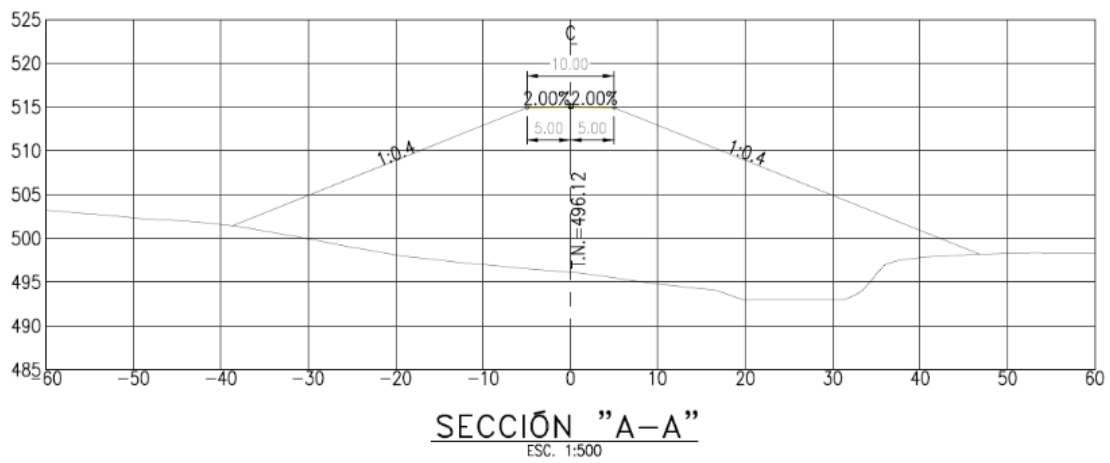
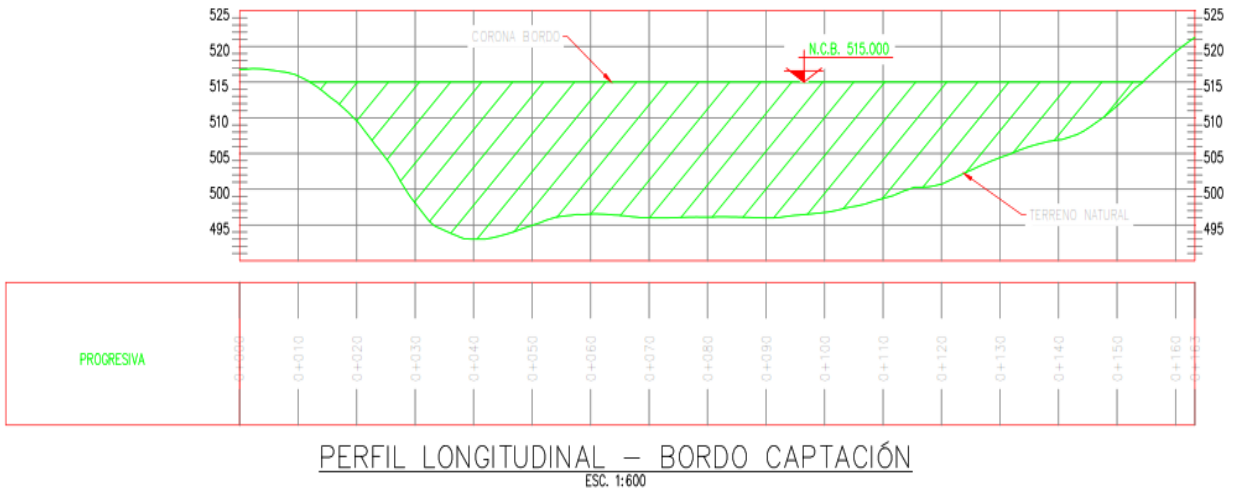
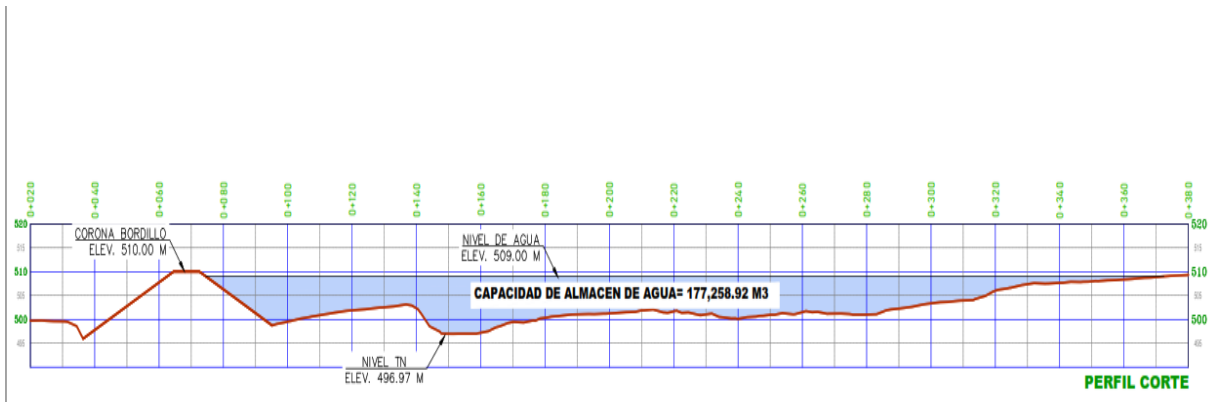


Figura II.32 Sección tipo bordo de captación.



**Figura II.33 Perfil longitudinal bordo de captación**



**Figura II.34 Perfil corte área de captación.**

**c) Camino y tuberías para recuperación de agua.**

El agua que llegue a la zona de captación de sedimentos se recuperará a través de una tubería de acero de 12” cedula estándar, con longitud aproximada de 1.00 km, y la cual se instalará sobre un camino de terracería, revestido por balasto. La conformación del cuerpo del camino se realizará, según lo marca el diseño ejecutivo, por medios mecánicos, cortes o rellenos. El material producto de la excavación de los cortes será utilizado para el relleno de las zonas donde se requiera. La siguiente imagen (se presentan en anexo digital) muestra el perfil del camino para tubería.



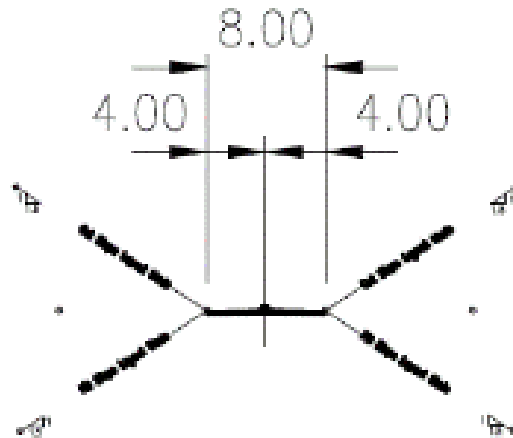


Figura II.35 Sección tipo, camino para tubería de agua.

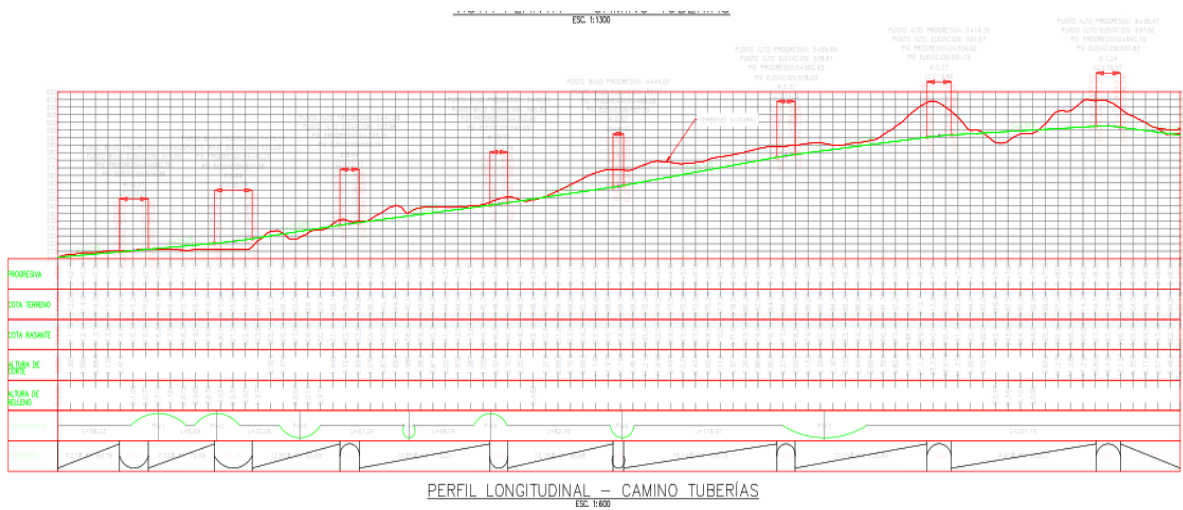


Figura II.36 Perfil longitudinal camino para tubería de agua de recuperación

**d) Canal de desvío arroyo Palo Verde.**

Como ya se ha mencionado, se realizará una obra de encauzamiento para el desvío del Arroyo Palo Verde. La obra consistirá en la construcción de un canal con longitud de 3.80 km, sección de 12.00 m y pendiente promedio de 5.2% aproximadamente, con cotas de fondo del canal que van desde una elevación de 673 msnm hasta una elevación de 475 msnm. La construcción del canal implicará realizar excavaciones y rellenos, tal como se muestra en la siguiente sección tipo (se presenta en anexo digital).

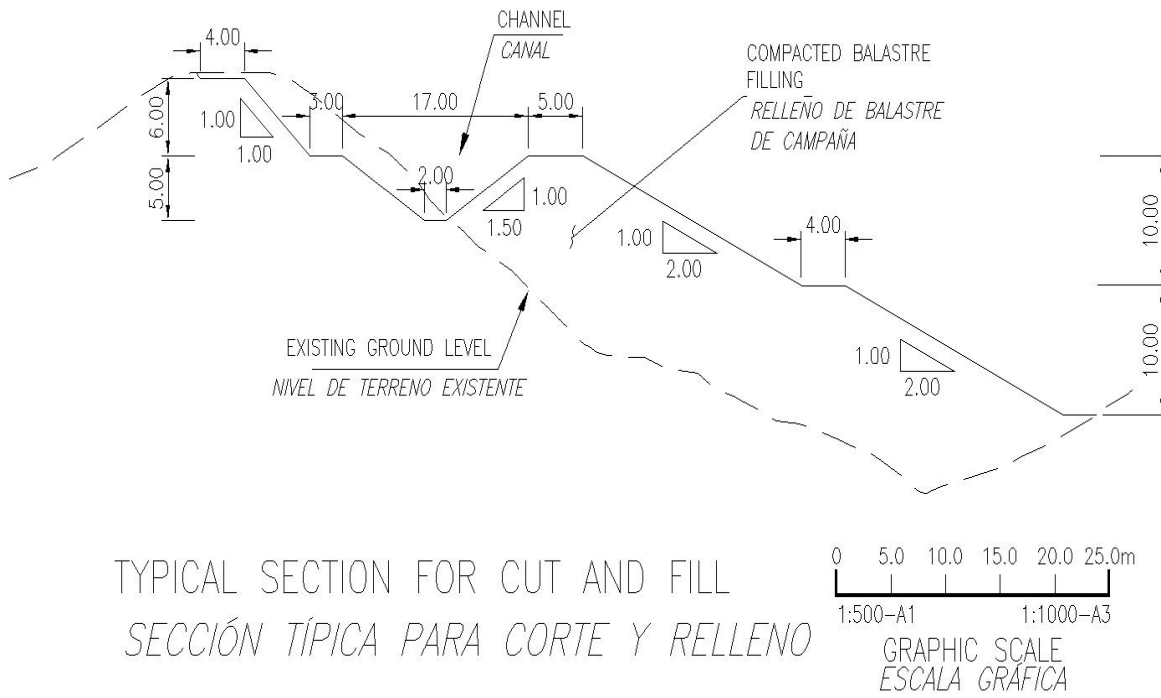


Figura II.37 Sección tipo canal de desvío Arroyo Palo Verde.

Para mejor apreciación del canal se muestran las siguientes imágenes render (se incluyen en anexo digital).

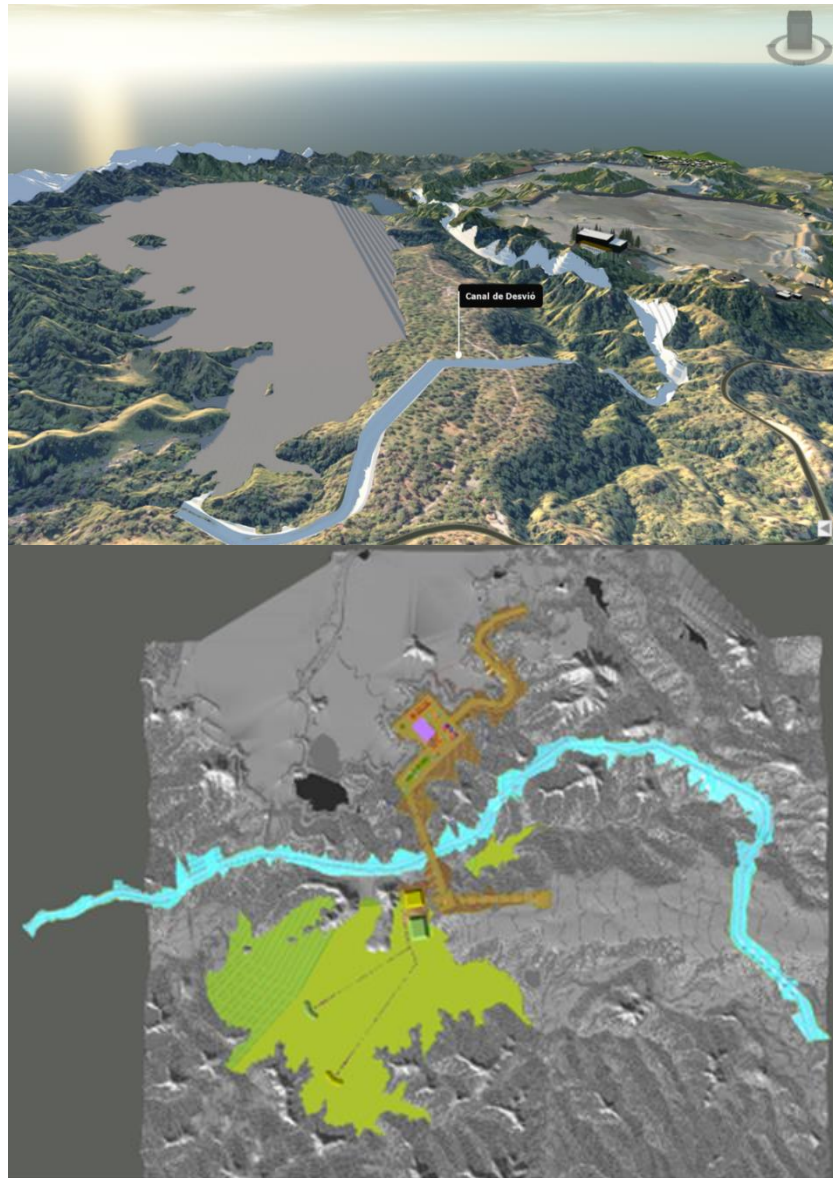


Figura II.38 Vistas Render canal de desvío.

De acuerdo al **Estudio hidrológico y al Estudio de factibilidad**, realizado para este canal de desvío, se estableció que el revestimiento del canal, para su protección contra la erosión, se llevará a cabo con diferentes métodos: en las secciones planas del canal se colocará enrocado simple (rip-rap o balastre) o enrocado con una capa de cemento (hormigón ciclópeo), mientras que para estabilizar las trece rápidas (de acuerdo a los estudios

realizados se prevé que a lo largo del trazo del canal de desvío se formen trece rápidas) se construirán gaviones y cuencas amortiguadoras. Al inicio del canal se construirá un dique de desvío, para conectar el arroyo Palo Verde con el nuevo canal.

Las siguientes imágenes muestran las secciones tipo por cada ejemplo de revestimiento (se presentan en anexo digital).

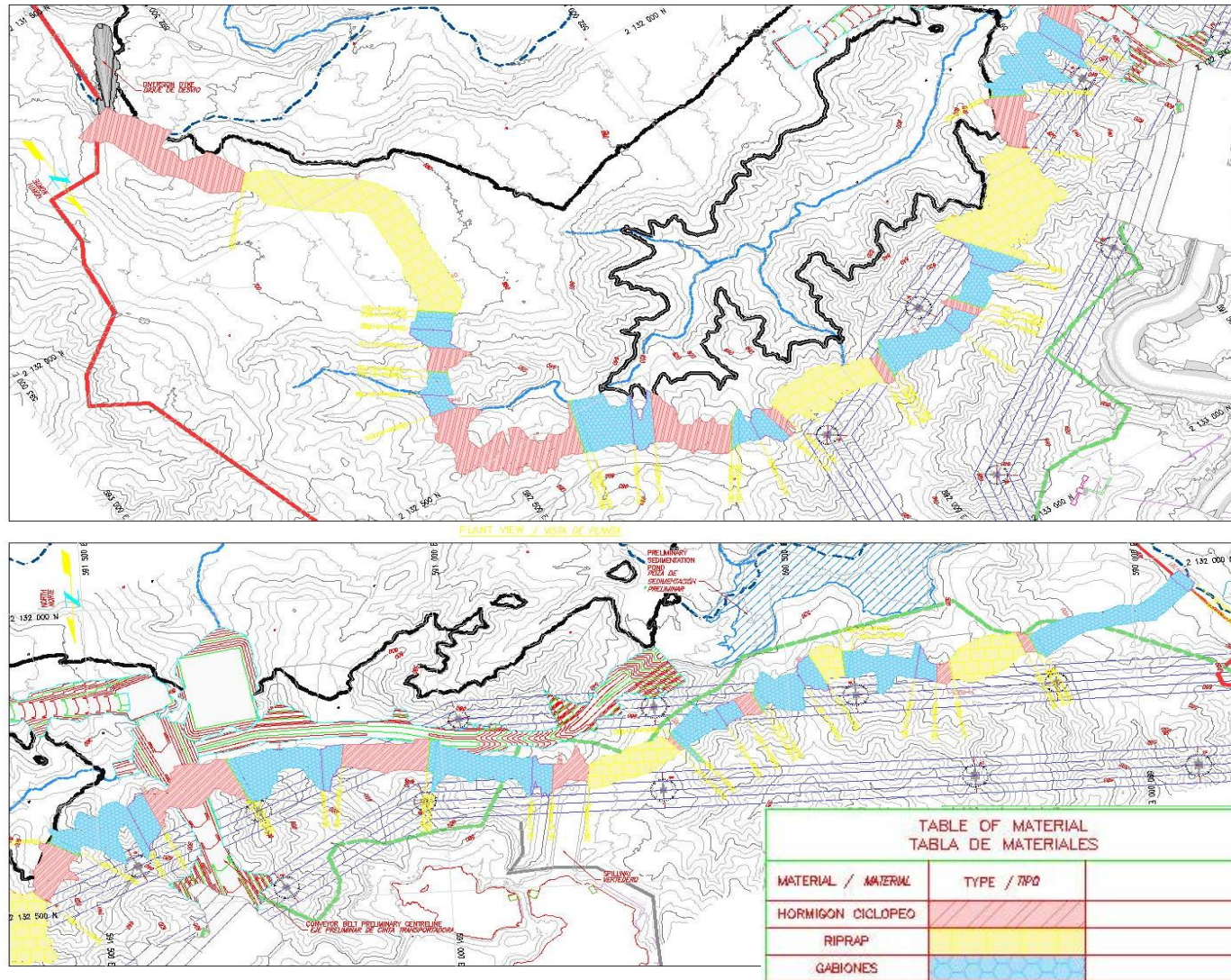


Figura II.39 Vista en planta tipo de revestimiento para el canal de desvío.

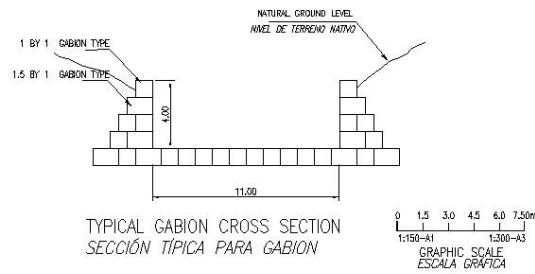
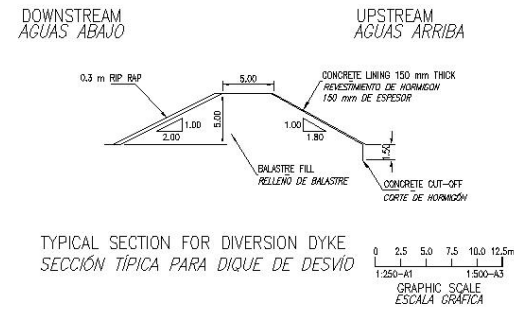
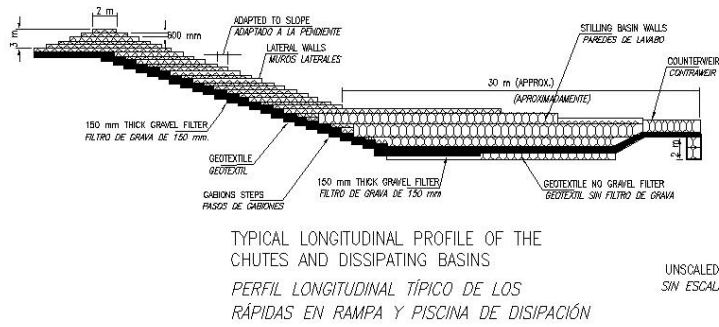
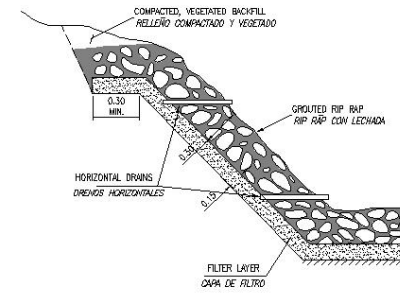
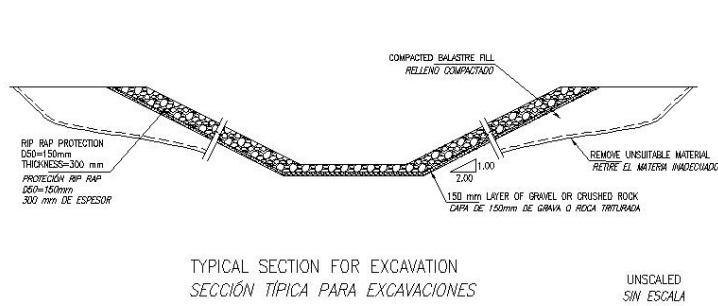


Figura II.40 Secciones tipo revestimiento canal de desvío.

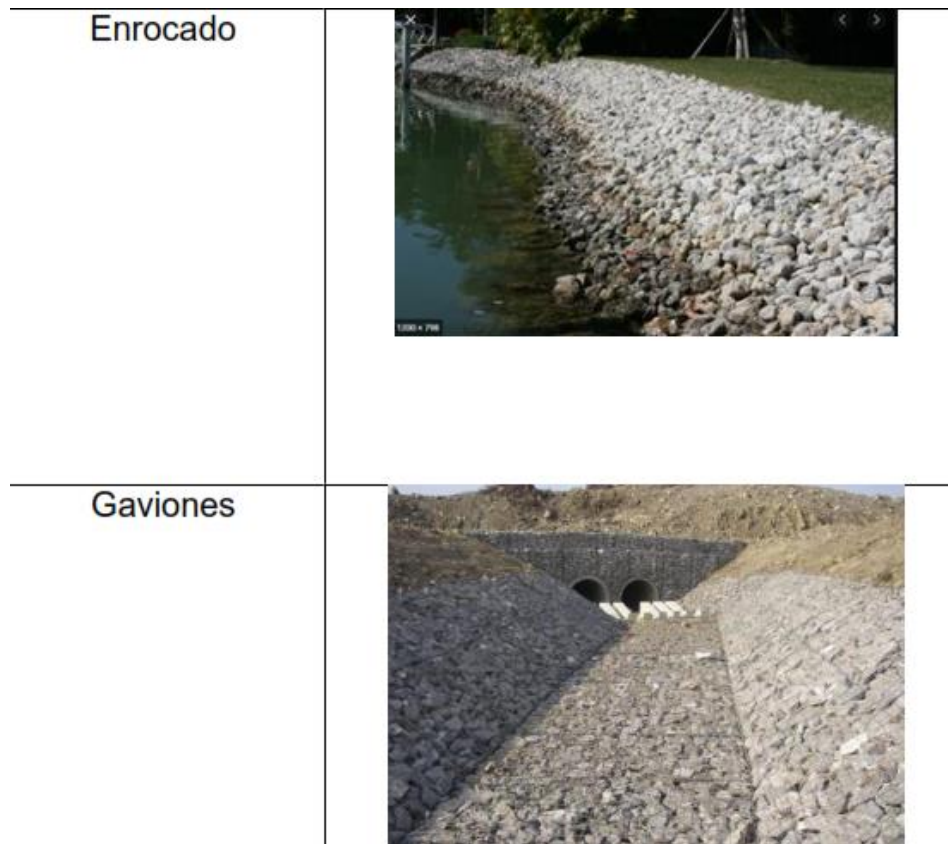


Figura II.41 Enrocado y gaviones para revestimiento de canal del arroyo Palo Verde.

**e) Áreas de almacenamiento de materia vegetal, Área de uso temporal y caminos de acceso para mantenimiento.**

En estas áreas **no** se harán obras como tal, simplemente se realizará la nivelación (cortes y rellenos) de las zonas para formar plataformas que permitan transitar por el sitio y poder realizar el depósito de material vegetal producto de la preparación del sitio (se consideran 2 áreas de almacenamiento), tal como se muestra en las siguientes imágenes (se presentan en anexo digital).

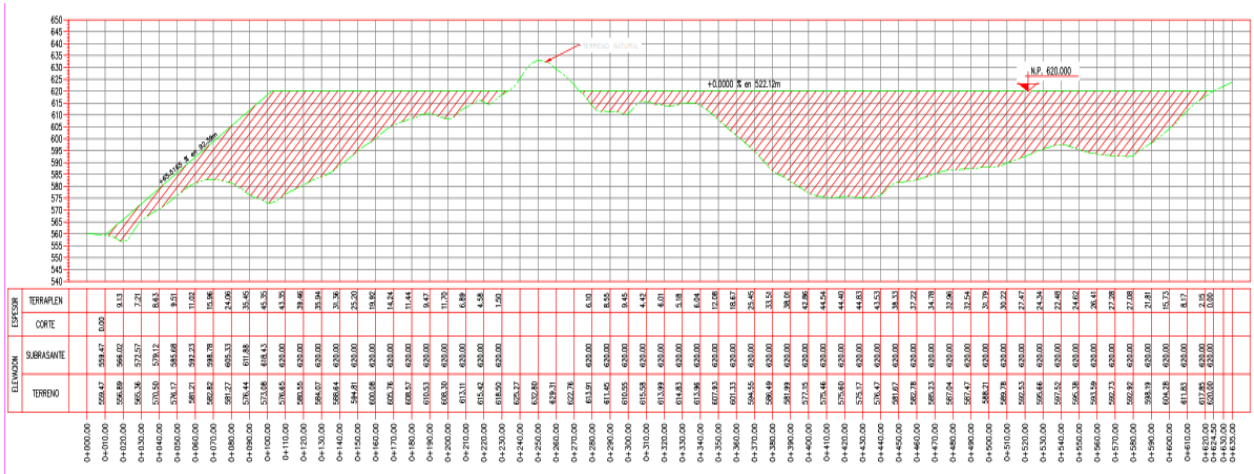


Figura II.42 Perfil longitudinal área de uso temporal y caminos de acceso para mantenimiento.

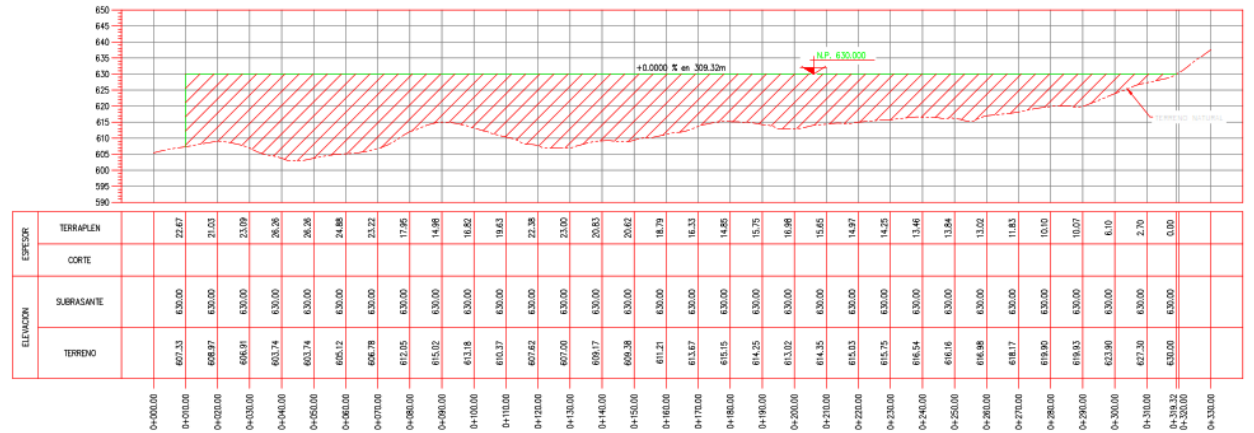
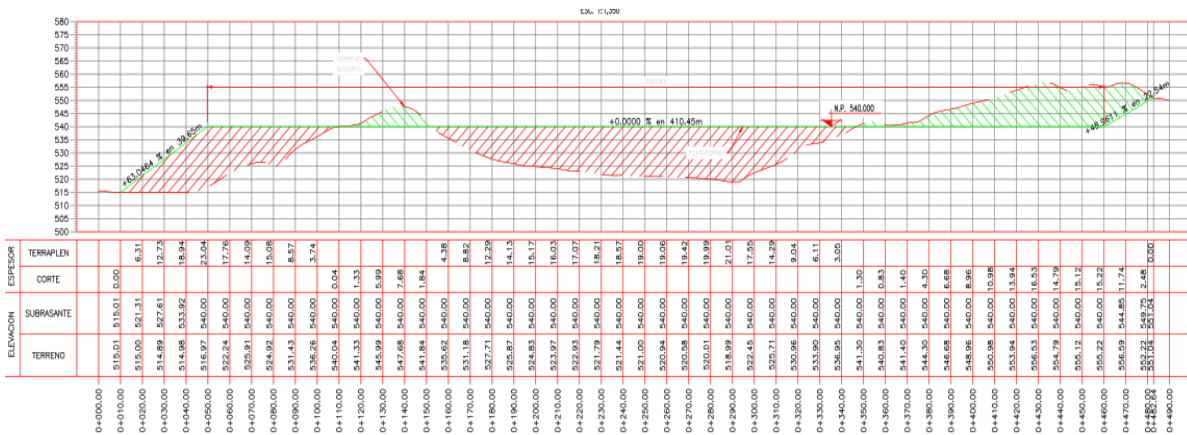


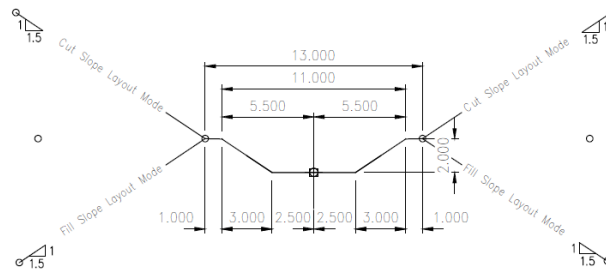
Figura II.43 Perfil longitudinal área de almacenamiento de material vegetal 1.





### f) Cuneta derivadora.

La cuneta se localizará en la parte sur del proyecto, tendrá una longitud total de 3,568 m y una sección trapezoidal, revestida de concreto armado. La siguiente imagen muestra la sección tipo.



SECCIÓN TIP. CUNETAS  
ESC. 4:1

### g) Pasos para cruzamientos de caminos (caminos de bandas transportadoras y camino ducto de agua de recuperación).

Para poder librar el canal de desvío del arroyo Palo Verde y permitir el libre flujo del cauce, se construirán dos vados, con el objetivo de permitir el paso de camiones y maquinaria pesada, y principalmente para la construcción de los caminos de las bandas transportadoras y el de la tubería de recuperación de agua.

Para la construcción de los vados se comenzará con los trazos topográficos de las instalaciones y posteriormente se continuará con las excavaciones y cimentaciones necesarias. El diseño consistirá en construir un sistema de alcantarillado mediante la instalación de veinte tubos de 48" de diámetro con una pendiente del 3.0%. La tubería será de polietileno corrugado de alta densidad, también conocido como PEAD.

La estructura del vado consistirá en dos muros de concreto en los extremos de la calzada con un dentellón de mínimo 1.5 m, rellenos con material compactado, y para prevenir la

socavación y la supresión se colocará un pedraplén aguas arriba y aguas abajo, tal como se muestra en la siguiente figura.

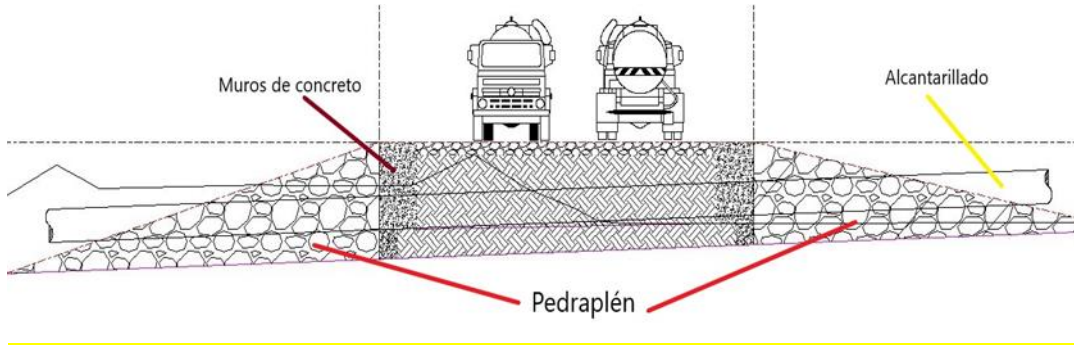


Figura II.45 Diseño de la estructura de los vados.

Previo a la colocación de la tubería se conformará una cama de arena para evitar deformaciones a las estructuras, posteriormente se rellenarán con material para subrasante en capas no mayores a 20 cm de espesor compactado perfectamente hasta obtener el 100% (PVSM) para formar la huella de rodaje para el paso de la maquinaria. En la siguiente figura se muestra un diagrama que ilustra lo antes descrito.

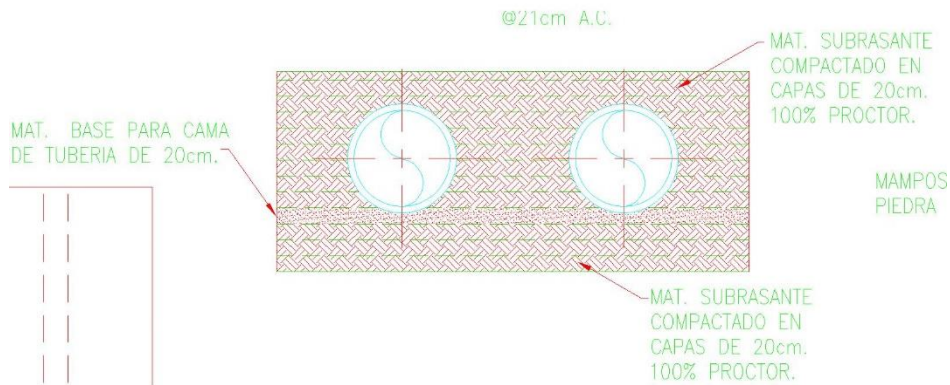


Figura II.46 Detalle de compactación para subrasante.

### II.3.9. Personal, maquinaria e insumos.

Durante el proceso constructivo, el cual se planea con una duración de 3 años, se tiene contemplado generar alrededor de 610 empleos directos durante el pico máximo de labores. También se consideran 1.5 empleos indirectos por cada empleo directo creado; es decir, para construcción 915 empleos, mientras que para los trabajos de planta 150 empleos indirectos, contratando personal de la región.

En cuanto a los insumos y maquinaria que se estima utilizar para el desarrollo del proyecto, se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla II.6 Insumos**

ID	Material	Cantidad	Unidad
Civil	Balastre	9,000.0	m <sup>3</sup>
Civil	Arena	1,400.0	m <sup>3</sup>
Civil	Grava	1,800.0	m <sup>3</sup>
Civil	Concreto	12,000.0	m <sup>3</sup>
Civil	Mortero	10,000.0	kg
Civil	Madera	9,600.0	m <sup>2</sup>
Civil	Desmoldante Base Agua	2,684.0	litros
Civil	Acero de refuerzo	427,400.0	Kg
Civil	Malla electrosoldada	3,000.0	m <sup>2</sup>
Civil	Alambron	3,252.8	kg
Civil	Alambre	13,011.3	kg
Civil	Clavos	3,252.8	kg
Civil	Tubería de PVC	1,000.0	m
Mecánico	Acero estructural	2,500.0	Ton
Mecánico	Grout	2,519.0	kg
Mecánico	Lamina Pintro	14,800.0	m <sup>2</sup>
Mecánico	Oxigeno	23,200.0	m <sup>3</sup>
Mecánico	Acetileno	479.3	kg
Mecánico	Soldadura	51,715.3	kg
Tuberías	Varilla Roscada	81,321.1	kg
Tuberías	Tubería de Acero	2,550.0	ml
Tuberías	Tubería Ahulada	850.0	ml
Tuberías	Mangueras	150.0	ml
Eléctrico	Cable de cobre	5,000.0	ml
Eléctrico	Tubería Conduit	3,000.0	ml
Eléctrico	Tubería PAD	2,000.0	ml
Generales	Agua	28,314.0	m <sup>3</sup>
Generales	Diesel	419,440.0	litros
Generales	Pintura	46,523.0	m <sup>2</sup>
Generales	Cal	15,000.0	kg

Tabla II.7 Maquinaria

Equipos	Cantidad
Excavadora	8
Cargador frontal	6
Retroexcavadora	5
Tractor sobre orugas	6
Camión	35
Articulados	18
Moto conformadora	5
Pipa de Agua	5
Vibrocompactador	5
Camión Revolvedor	6
Grúa Móvil	3
Equipo de Elevación (Manlift)	3
Telehandler	3
Soldadora comb. Multiquip TLW300S	18
Vibrador para concreto	22
Compresor portátil	6
Planta de luz de 125 Kw	10
Bomba barqueña	8
Bomba sumergible	4
Esmeril portátil	8
Torqueador	25
Nivel Topográfico	20
Unidades ligeras	27

### II.3.10. Operación y mantenimiento.

Una vez concluidas las actividades de construcción, el proyecto y sus elementos entrarán en operación de acuerdo al objetivo con el cual fueron diseñados, siendo de mayor relevancia la zona de Dry-Stack, donde se irán depositando paulatinamente los jales secos.

Los jales serán recolectados mediante las bandas transportadoras fijas (Overland), que transportará el material desde la planta de filtrado hacia la zona Dry-Stack. Mediante las bandas transportadoras móviles (Grass Hopper) se irán depositando los jales secos distribuyéndolos en toda el área de la huella del Dry- Stack considerando que se realizará (en cuatro etapas).

Los jales secos se irán compactando (por medios mecánicos) formando taludes con una inclinación de 30° y bermas de 10 m de altura, hasta llegar a los 100.00 m de altura (altura máxima estimada para el Dry-Satck). La siguiente imagen muestra una vista virtual de lo que se pretende con el proyecto.

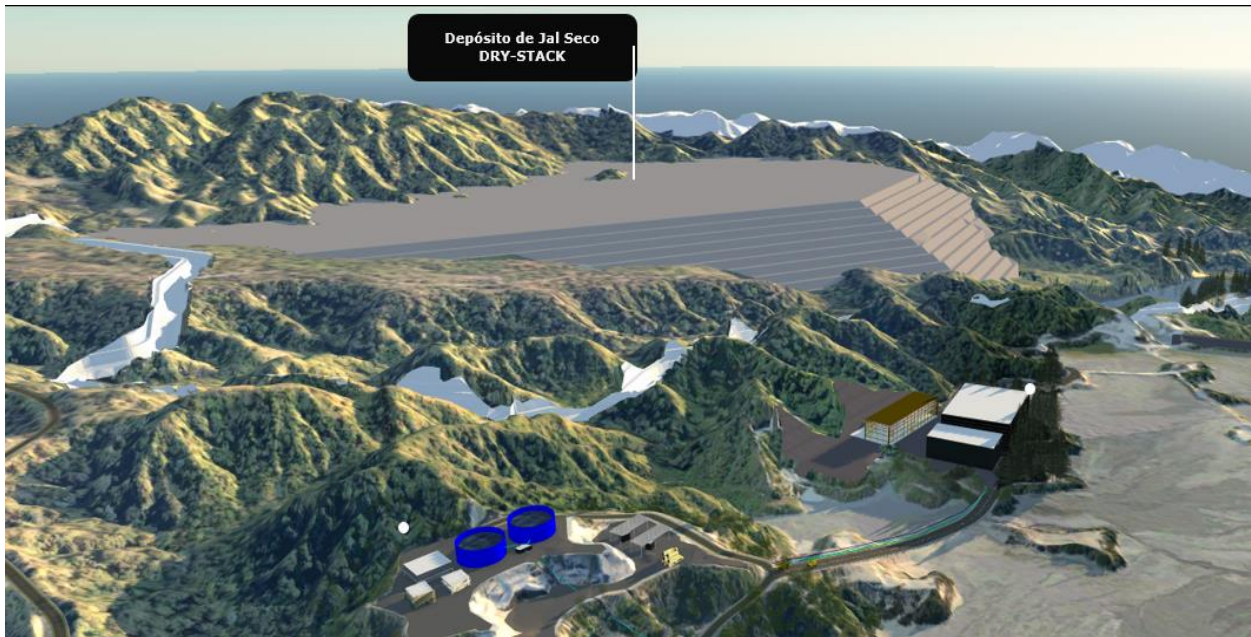


Figura II.47 Diseño render del proyecto.

Cabe señalar, que la deposición de los jales secos y la formación de los taludes, se llevarán a cabo considerando los **Estudios de análisis de estabilidad de taludes**, en los cuales se consideró principalmente que el proyecto se ubicará dentro de una región activa tectónica y sísmicamente de México Occidental, con sismos históricos con magnitudes superiores a M 7.5. Por lo tanto, los sistemas estructurales del depósito Dry-Stack se formarán con configuraciones redundantes capaces de hacer frente a las incertidumbres inherentes de las cargas sísmicas impuestas.

### **II.3.11. Desmantelamiento y abandono.**

Una vez concluidas las actividades de operación del proyecto, se realizará el retiro de maquinaria y equipo que se haya instalado en el sitio. Así mismo, se llevarán a cabo trabajos de restauración y abandono, con lo que se pretende realizar obras de conservación de suelo y reforestación, no obstante, los trabajos de restauración se realizarán paulatinamente y casi en conjunto con la etapa operativa del proyecto, como ya se ha mencionado anteriormente, parte de la restauración del sitio consistirá en colocar de manera gradual una cubierta seca, que incluye al final una cubierta vegetal, sobre los taludes de depósito Dry-Stack cubriéndolo por completo. El objeto de cubrir la superficie del Dry-Stack es evitar que los jales se oxiden, proporcionar resistencia a la erosión y, a su vez, mejorar el paisaje una vez concluida la vida útil de proyecto.

Además de la cubierta seca, también se llevará a cabo en todas las áreas del proyecto la restauración que, consistirá en revegetar y reforestar los taludes a partir de la técnica de hidrosiembra para disminuir la velocidad y cantidad de las escorrentías, y estabilizar el suelo para evitar y prevenir deslizamientos, deslaves o derrumbes. Las especies seleccionadas para la estabilización serán herbáceas y gramíneas nativas, y aquellas de rápido crecimiento dominantes en la superficie del terreno (en el Capítulo IV de la presente MIA-R se detalla esta información). También se considera adicionar el suelo orgánico recuperado durante el despalme para enriquecer el suelo y proceder a la hidrosiembra o a la reubicación de los

individuos de flora rescatados. La siguiente ilustración muestra la restauración del sitio que se pretende realizar (se presenta en anexo digital).



**Figura II.48 Restauración del sitio.**

### **II.3.12. Residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.**

La promovente tiene implementado un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), en el cual están documentados los lineamientos para el manejo adecuado de los residuos que sean generados en todas las actividades que se desarrollen. Estos lineamientos serán aplicados durante todas las etapas del desarrollo del proyecto. Así mismo, la promovente cuenta con los registros del Plan de manejo de residuos peligrosos aprobados por DGGIMAR, de residuos de manejo especial RME aprobado por IMADES, y de residuos mineros NOM 157 SEMARNAT aprobados por DGGIMAR (se anexan las autorizaciones en archivo digital).

En los contratos de obra se especificará la obligatoriedad del manejo de los residuos que sean generados en las actividades de preparación del sitio y constructivas, y el de mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas, así como la prevención de la contaminación de los suelos con hidrocarburos.

Durante la fase de preparación del sitio y construcción, el mantenimiento de la maquinaria se realizará en el área del proyecto, mediante las medidas preventivas de derrames de hidrocarburos durante los servicios de mantenimiento en suelo natural, para evitar afectar el suelo con hidrocarburos; sin embargo, en caso de que ocurriese, el personal contará con kit antiderrames para garantizar de forma oportuna la contención de los hidrocarburos, además de acuerdo a los lineamientos establecidos dentro de la organización, todos los tambores que en su interior tengan hidrocarburos o sustancias químicas serán colocados sobre charolas utilitarias a fin de evitar escurrimientos y que el hidrocarburo tenga contacto directo con el suelo. Los residuos serán manejados de conformidad con el procedimiento denominado “Lineamientos para el manejo de residuos en áreas de generación, clave CIAA-4.4.6/1”, documentados dentro del Sistema de Gestión Ambiental que la promotora ha implementado mediante la norma internacional ISO 14001:2004 y certificado por la British Standard Institute.

Todos los residuos que sean generados en la etapa constructiva, tales como varillas, soldadura, chatarra, cartón, plásticos, etc. serán retirados por las empresas contratistas. En las áreas de trabajo se exigirá al contratista que permanezcan limpias y ordenadas por cuestiones de seguridad y protección ambiental y las obras solo se recibirán en perfectas condiciones de limpieza.

Durante la fase operativa del proyecto, el manejo de los residuos que sean generados se apegarán estrictamente al procedimiento “Lineamientos para el manejo de residuos en áreas de generación, clave CIAA-4.4.6/1”. En las diferentes naves de mantenimiento se colocarán tambores para la correcta clasificación y acopio de residuos peligrosos, los cuales una vez llenos, serán trasladados al almacén de residuos peligrosos. Se asignará un área exclusiva para colocar la chatarra de manera temporal, la cual será trasladada al patio general de chatarra para proceder a su retiro con empresas para su reciclaje. Se colocarán depósitos especiales para la disposición de los residuos no peligrosos, tales como la madera, cartón y plásticos, los cuales serán enviados al patio de valorización de residuos para su posterior envío a empresas recicladoras.



Todo el personal previo al inicio de su actividad, recibirá un curso de concientización ambiental en el cual se hará énfasis sobre la importancia que representa la clasificación y manejo de los residuos que sean generados, así como de la prevención de la contaminación por el manejo inadecuado de hidrocarburos, medidas de mitigación en caso de presentarse algún incidente, uso adecuado de recursos como el agua y uso eficiente de energía eléctrica. Al personal involucrado en los trabajos de mantenimiento se le capacitará en la aplicación de estos procedimientos; asimismo, se asignará una copia de referencia de dichos procedimientos para que sean consultados en el sitio del proyecto.

Para asegurar el cumplimiento de los lineamientos de estos procedimientos, se efectuarán de manera periódica recorridos de verificación, y en caso de encontrar áreas de oportunidad, se documentaran los hallazgos en el formato CIAAR-4.4.6-11 y en las plataformas digitales de auditorías ambientales utilizadas por el personal interno de la compañía, asignando responsables para el seguimiento de los hallazgos con la finalidad de que se tomen las medidas correctivas y preventivas respectivas para evitar su reincidencia, al cual se le dará seguimiento hasta garantizar que los hallazgos fueron atendidos en forma.

Con base a los lineamientos del propio Sistema de Gestión Ambiental, se realizó una estimación de la cantidad de residuos que se generarán durante el desarrollo de cada etapa del proyecto, y los sitios destinados para su almacenamiento temporal y disposición final, como se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla II.8 Residuos no peligrosos.**

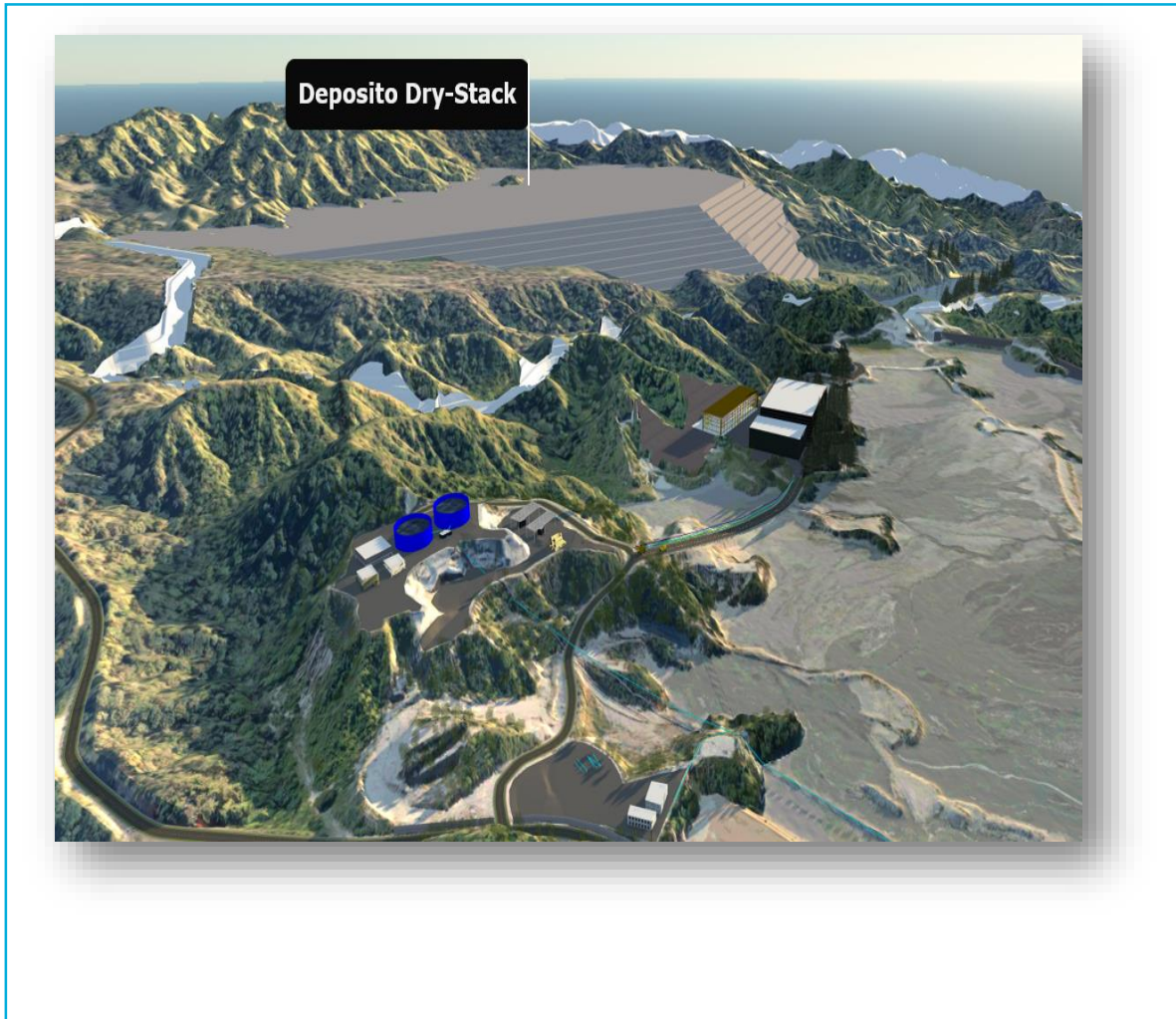
Fase en la que se genera	Nombre del residuo	Tipo de material	Disposición temporal	Disposición final	Generación estimada
Preparación del sitio	Desechos de alimentos	Orgánico	Almacén de materiales	Compostaje	1 - 4 kg/día
	Plástico	Inorgánico	Almacén de materiales	Reciclaje	3.5 kg/día
Construcción	Desechos de alimentos	Orgánico	Almacén de materiales	Relleno sanitario municipal	25 kg/día
	Plástico	Inorgánico	Almacén de materiales	Reciclaje	12 kg/día
Operación y Mantenimiento	Desechos de alimentos	Orgánico	Comedores	Composta	4 - 5 kg/día

Fase en la que se generara	Nombre del residuo	Tipo de material	Disposición temporal	Disposición final	Generación estimada
	Chatarra	Inorgánico	Patio de chatarra del CMBJPC	Reciclaje	5 - 10 ton/mes
	Plástico	Inorgánico	Patio de valorización	Reciclaje	10 kg/día
	Cartón	Inorgánico	Patio de valorización	Reciclaje	15 - 20 kg/día

Tabla II.9 Residuos peligrosos.

Fase en la que se generará	Nombre del residuo	Componente del residuo	Características CRETIB	Tipo de empaque	Sitio de almacenamiento Temporal	Características del sistema de transporte al sitio de disposición final	Sitio disposición final	Estado Físico	Generación estimada
Preparación del sitio y construcción	Aceite lubricante usado	Hidrocarburos	Tóxico Inflamable (A)	Tambor metálico	Bodega	Vehículo autorizado (B)	Empresa autorizada por SEMARNAT (C)	Líquido	1,000 lts / mes
	Acumuladores	Solución ácida y placa de plomo	Corrosivo	Tambor plástico				Sólido / líquido	5 pzas / mes
	Filtros de aceite y/o combustible	Cartón impregnado	Tóxico Inflamable (D)	Tambor metálico				Sólido	1 tambor/mes
	Estopas impregnadas con grasa y/o aceite	Hidrocarburos	Tóxico Inflamable (E)	Tambor metálico					4 tambores/mes
Operación y mantenimiento	Estopas , trapos impregnados con hidrocarburos	Hidrocarburos	Tóxico Inflamable	Tambor metálico	almacén temporal de RP	Vehículo autorizado (B)	Empresa autorizada por SEMARNAT (C)	Sólidos	5 Ton/año
	Tierras impregnadas con hidrocarburos	Hidrocarburos	Tóxico Inflamable	Tambor metálico				Sólido	1 Ton/año
Operación y mantenimiento (F)									





MIA-R ““AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATICAJÓ”

# CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y  
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

## CONTENIDO

<b>III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.</b> -----	<b>4</b>
<b>III.1. Introducción</b> -----	<b>4</b>
<b>III.2. Ordenamientos Jurídicos</b> -----	<b>5</b>
III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.-----	6
III.2.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.-----	8
III.2.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.-----	12
III.2.4. Ley de Aguas Nacionales.-----	14
III.2.5. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.-----	18
III.2.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.-----	19
III.2.7. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.-----	22
III.2.8. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.-----	24
III.2.9. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.-----	25
III.2.10. Ley General de Vida Silvestre.-----	26
III.2.11. Ley Minera-----	27
III.2.12. Reglamento de la Ley Minera.-----	28
<b>III.3. Instrumentos de Política Ambiental</b> -----	<b>29</b>
III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.-----	30
III.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Colima.-----	36
III.3.3. Programas de Desarrollo Urbano Municipales.-----	65
<b>III.4. Instrumentos de planeación para el desarrollo</b> -----	<b>65</b>
<b>III.5. Plan Nacional de Desarrollo de 2019-2024.</b> -----	<b>66</b>
III.5.1. Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2021 Colima.-----	67
<b>III.6. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas.</b> -----	<b>69</b>
<b>III.7. Sitios RAMSAR</b> -----	<b>73</b>
<b>III.8. Normas Oficiales Mexicanas</b> -----	<b>74</b>
III.8.1. Vinculación con la NOM-0141-SEMARNAT-2003-----	86

## FIGURAS

FIGURA III-1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES AL PROYECTO. ....	5
FIGURA III-2. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL DE OBSERVANCIA PARA EL PROYECTO. ....	30
FIGURA III-3. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO AL POEGT. ....	31
FIGURA III-4. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO AL MODELO DEL POET DEL ESTADO DE COLIMA. ....	37
FIGURA III-5. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN PARA EL DESARROLLO VINCULADOS CON EL PROYECTO. ....	66
FIGURA III-6. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE COMPETENCIA FEDERAL. ....	71
FIGURA III-7. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA ANP ESTATAL MÁS CERCANA. ....	72
FIGURA III-8. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA ANP MUNICIPAL MÁS CERCANA. ....	72
FIGURA III-9. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A SITIOS RAMSAR. ....	74
FIGURA III-10. PLANO DE LOCALIZACIÓN DE SITIOS CENSADOS. ....	103

## TABLAS

TABLA III-1. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE. ....	8
TABLA III-2. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. ....	12
TABLA III-3. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY DE AGUAS NACIONALES. ....	14
TABLA III-4. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES. ....	18
TABLA III-5. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LGPGIR. ....	19
TABLA III-6. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LGPGIR. ....	22
TABLA III-7. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. ....	24
TABLA III-8. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. ....	25
TABLA III-9. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. ....	27
TABLA III-10. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY MINERA. ....	27
TABLA III-11. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY MINERA. ....	29
TABLA III-12. ESTRATEGIAS, POLÍTICAS, RECTORES, COADYUVANTES Y ASOCIADOS DEL DESARROLLO, APLICABLES A LA UAB'S 65 Y 119 EN LAS QUE INCIDE EL PROYECTO. ....	32
TABLA III-13. ESTRATEGIAS DEL POEGT VINCULADAS CON EL PROYECTO. ....	32
TABLA III-14. POLÍTICA, LINEAMIENTOS, CRITERIOS Y USOS DE LAS UGA'S EN LAS QUE INCIDE EL PROYECTO. ....	38
TABLA III-15. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS POLÍTICAS APLICABLES A LAS UGA'S 24 Y 40 DEL POETC. ....	40
TABLA III-16. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS APLICABLES DEL POETC. ....	42
TABLA III-17. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS DEL POETC APLICABLES. ....	46
TABLA III-18. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE COLIMA. ....	67
TABLA III-19. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS PRESENTES EN EL ESTADO DE COLIMA. ....	69
TABLA III-20. SITIOS RAMSAR EN EL ESTADO DE COLIMA. ....	73
TABLA III-21. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON NORMAS OFICIALES MEXICANAS. ....	75
TABLA 22. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA NO-0141-SEMARNAT-2003. ....	88
TABLA 23. CARACTERÍSTICAS DE LOS APROVECHAMIENTOS CENSADOS. ....	95

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

#### III.1. Introducción

El proceso de Evaluación del Impacto Ambiental se lleva a cabo través de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual se define conforme a la fracción XXI del artículo 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente como: *“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”*.

De conformidad con lo anterior, se presenta para su evaluación una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, dentro de la cual el presente Capítulo forma parte de la misma y donde se dará a conocer ante la autoridad las obras y/o actividades que conforman el proyecto, así como los posibles impactos ambientales que se pueden generar y la manera de evitarlos, disminuirlos o compensarlos.

No obstante lo anterior, en el presente Capítulo se expone la vinculación del proyecto, la cual tiene como propósito principal demostrar la compatibilidad y cumplimiento del mismo con la legislación ambiental, así como con los diversos ordenamientos de carácter Federal, Estatal e inclusive Municipal que en función de la ubicación del sitio del proyecto, resultan aplicables, en cuanto a la procedencia para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, así como a los usos y aprovechamientos de suelo.

En este tenor y de conformidad con lo establecido en el artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el artículo 13 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Por lo antes mencionados, en las subsecuentes páginas, se observará la vinculación del proyecto con los diversos instrumentos jurídicos en observancia en primer lugar de Nuestra Carta Suprema.



## III.2. Ordenamientos Jurídicos

Para la realización del presente apartado se llevó a cabo una revisión y análisis minucioso de la legislación federal en materia ambiental, así como de aquella que resulta aplicable al sector en el que se inserta el proyecto, con el fin de evidenciar su cumplimiento y demostrar la viabilidad jurídica del proyecto.

Para ello se relacionaron los ordenamientos listados en el siguiente esquema, en virtud de lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Octavo del Acuerdo y por tanto el Artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Dicho lo anterior, en la siguiente imagen se exponen los ordenamientos jurídicos vinculados con el proyecto y que han sido analizados para el desarrollo de este capítulo.

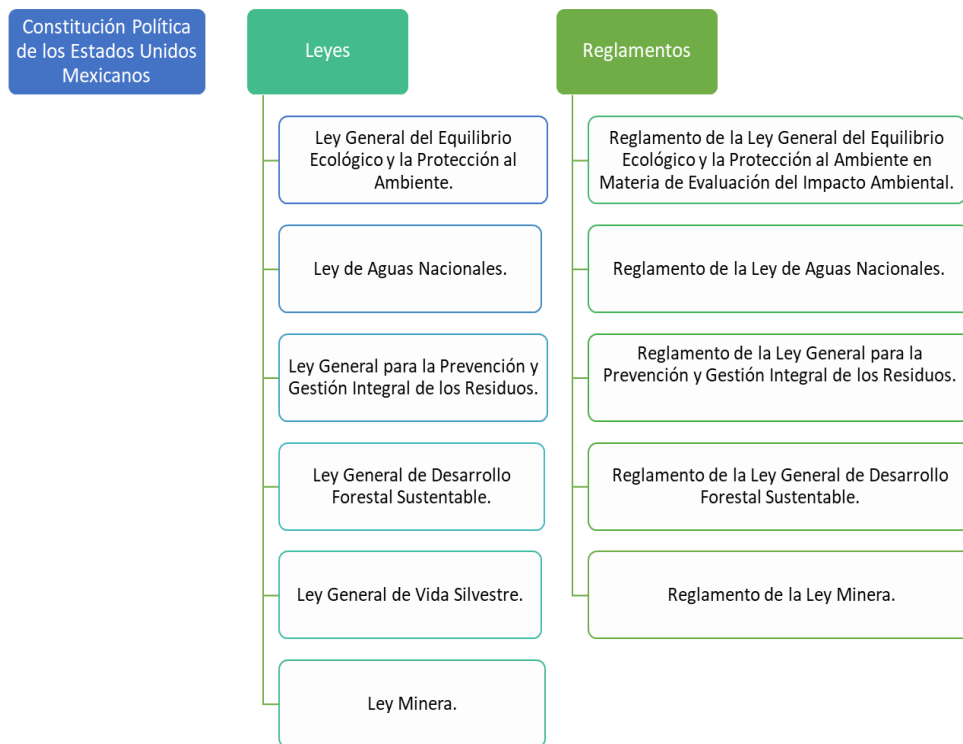


Figura III-1. Ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto.

### III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En el artículo 4º Constitucional se establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. De igual forma establece que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quién lo provoque.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es la ley fundamental del Estado Mexicano. En ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, se trata de la norma jurídica suprema y ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo que en ella expresa.

Los artículos que inciden de manera general en y durante la ejecución del proyecto son:

*"Artículo 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege. (...)*

*El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución. (...)*

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

*Artículo 26.- (...)*

*A. El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.*

*Los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal.*

*La ley facultara al ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del Plan y los Programas de Desarrollo. (...)”*

En materia ambiental, el artículo 27 de la CPEUM, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

*“Artículo 27.- (...)”*

*La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; (...) y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.*

*(...)”*

De lo anterior, se podrá observar, que el proyecto se ajusta a las disposiciones emanadas de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en tanto que a través de la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental, se coadyuva con la metas buscadas por el Gobierno Federal en materia de planeación y regulación de actividades, estableciendo con la ejecución del presente proyecto, la propuesta de implementación de una estrategia de medidas tendientes a la preservación y mantenimiento del equilibrio ecológico.

En este sentido, el proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con apego a la legislación en materia ambiental evaluando sus impactos al ambiente y estableciendo medidas para preservar el equilibrio ecológico, además de

demostrar la observancia a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y a los ordenamientos jurídicos aplicables en los diferentes órdenes de gobierno.

### III.2.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, cuya última reforma se publicó el 18 de enero del 2021, prevé como instrumento de política ambiental a la Evaluación del Impacto Ambiental, en dicho procedimiento la autoridad establecerá las condiciones a que se sujetarán la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente, razón por la que el presente proyecto se somete a dicho procedimiento y se vincula con las siguientes disposiciones jurídicas.

**Tabla III-1. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.**

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>“Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo, alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</i></p> <p><i>I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;</i></p> <p><i>...</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>...</i></p>	<p>Tal como se expuso anteriormente, el proyecto que nos ocupa consiste a grandes rasgos en un depósito de jales secos o Dry-Stack, por lo que resulta aplicable al proyecto la fracción III del artículo en cita, toda vez que éste consiste en una obra asociada a la extracción y beneficio de mineral de hierro, sustancia reservada a la federación en términos de la Ley Minera y el Artículo 27 Constitucional.</p> <p>Adicionalmente, el proyecto pretende ocupar y desviar para el emplazamiento del proyecto un cuerpo de agua nacional (ver capítulos II y IV), por lo que se actualiza el supuesto establecido en las fracciones I y X del artículo en cita y requerirá del cambio de uso de suelo, previsto en la fracción VII.</p> <p>De tal forma que en cumplimiento del artículo en cita, se somete el proyecto en comento al procedimiento de evaluación de impacto ambiental mediante la presentación de esta MIA-R para obtener la autorización correspondiente.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</p> <p>...</p> <p>X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;</p> <p>...”</p> <p>...</p>	
<p><b>“Artículo 30.</b> 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.</p> <p>...”</p>	<p>El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita ya que para obtener la autorización en materia de impacto ambiental se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental, en la que se ha incluido una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>
<p><b>“Artículo 35.</b> Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.</p> <p>Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p> <p>Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.</p> <p>...”</p>	<p>Para determinar la viabilidad del proyecto, de acuerdo con el sitio donde se pretende desplantar, se realizó un análisis técnico-jurídico partiendo en primera instancia de lo requerido por el artículo 35 de la LGEEPA.</p> <p>El artículo citado establece de manera general a la autoridad la forma en que deberá iniciar el procedimiento de evaluación, para lo cual la Secretaría prestará especial atención a que el proyecto se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) y las Normas Oficiales Mexicanas que le sean aplicables, además de lo que se especifique en los programas de desarrollo urbano, los ordenamientos ecológicos del territorio, así como en su caso la observancia de las declaratorias de áreas naturales protegidas, así como sus programas de manejo (si existen) y deja a salvo algunas otras disposiciones jurídicas, en materia ambiental, que resulten aplicables al proyecto.</p> <p>Al respecto cabe destacar que dichos instrumentos fueron considerados en el desarrollo del presente Capítulo a fin de evidenciar el cumplimiento del proyecto a los mismos.</p>
<p><b>“Artículo 108.</b> Para prevenir y controlar los efectos generados en la explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico e integridad de</p>	<p>Aun cuando el proyecto que nos ocupa no consiste en la explotación y beneficio de hierro de manera directa, se encuentra asociado con dichas</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>los ecosistemas, la Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que permitan:</i></p> <p><i>I. El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos;</i></p> <p><i>II. La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manea que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportunas y debidamente tratadas; y</i></p> <p><i>III. La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficio de los minerales”.</i></p>	<p>actividades. Por lo que con el fin de evidenciar el cumplimiento al precepto establecido en el artículo citado, en numerales posteriores se encuentra la vinculación jurídica del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de protección al ambiente.</p> <p>Adicionalmente, en el Capítulo VI se encuentran las medidas propuestas con el fin de prevenir, mitigar y en su caso compensar los impactos ambientales inherentes al emplazamiento del proyecto, identificados en el Capítulo V de la presente MIA-R.</p>
<p><b>“Artículo 109.</b> <i>Las normas oficiales mexicanas a las que se refiere el artículo anterior serán observadas por los titulares de las concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables”.</i></p>	<p>El promovente en todo momento observará y dará cabal cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable, así como a las concesiones, autorizaciones y permisos expedidos para el emplazamiento del proyecto, tal como se evidencia en el presente Capítulo.</p>
<p><b>“Artículo 110.</b> <i>Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</i></p> <p><i>I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y</i></p> <p><i>II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.”</i></p>	<p>Con el fin de reducir, controlar y mitigar las emisiones generadas en las diferentes etapas del proyecto el promovente implementará las medidas y estrategias establecidas en el Capítulo VI de la presente MIA-R, denominadas Medidas para minimizar la emisión de gases de combustión y la emisión de polvos.</p>
<p><b>“Artículo 113.</b> <i>No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría”</i></p>	<p>En observancia al artículo en cita, en todas las etapas del proyecto se implementarán medidas conducentes a la minimización de las emisiones de polvos y gases contaminantes. Asimismo, se dará cabal cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas en la materia (tal como se evidencia posteriormente).</p> <p>Cabe destacar que las emisiones del proyecto no ocasionarán desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, como se expone a detalle en el Capítulo V de la presente MIA-R.</p>
<p><b>“Artículo 136.</b> <i>Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o se infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:</i></p> <p><i>I. La contaminación del suelo;</i></p> <p><i>II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;</i></p>	<p>Respecto a lo establecido en el artículo en cita, es importante señalar que el proyecto observará el cumplimiento de la <i>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</i>, misma que tiene por motivación que las presas de jales reúnan las condiciones de máxima</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación; y</p> <p>IV. Riesgos y problemas a la salud”.</p>	<p>seguridad con el fin de garantizar la protección de la población, las actividades económicas y sociales, y en general, el equilibrio ecológico.</p> <p>Por otro lado, el proyecto dará cumplimiento al precepto en cita puesto que para la ejecución de sus diferentes etapas implementará una serie de medidas para prevenir y mitigar los impactos previstos en el presente estudio. Dichas medidas se estructuran en el Programa de Vigilancia Ambiental, mismo que se integra por los siguientes programas y medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de Rescate y Reubicación de Flora.</li> <li>• Programa de Manejo de Fauna.</li> <li>• Programa de Manejo Integral de Residuos.</li> <li>• Medidas para prevenir la pérdida de suelo.</li> <li>• Medidas para prevenir la contaminación con hidrocarburos.</li> <li>• Medidas para minimizar la emisión de gases de combustión.</li> <li>• Medidas para minimizar la emisión de polvos.</li> <li>• Medidas para minimizar la emisión de ruido.</li> </ul>
<p><b>“Artículo 150.</b> Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final. ...”</p>	<p>En las diferentes etapas del proyecto se generarán y manejarán materiales y residuos peligrosos, para lo cual se dará cabal cumplimiento a lo establecido en el ordenamiento en cita, en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento, así como en las Normas Oficiales Mexicanas en la materia. Lo anterior se evidencia en apartados subsecuentes.</p>

De acuerdo con lo anterior, el proyecto cumple con las disposiciones establecidas en esta Ley, mediante la presentación de la MIA ante la autoridad competente a fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental, que a su vez obedece el carácter preventivo.

### III.2.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En concordancia con el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se ha vinculado el proyecto con los siguientes artículos de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, considerando que se desarrollarán obras y actividades de las contenidas en su artículo 5 como a continuación se observará.

**Tabla III-2. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.**

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>“Artículo 5°. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i></p> <p><b>A) Hidráulicas:</b></p> <p>...</p> <p><b>IX. Modificación o entubamiento de cauces de corrientes permanentes de aguas nacionales.</b></p> <p>...</p> <p><b>L) Exploración, explotación y beneficio e minerales y sustancias reservadas a la federación:</b></p> <p>...</p> <p><b>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.</b></p> <p>...</p> <p><b>O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:</b></p> <p>...</p> <p><b>III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.</b></p> <p>...”</p>	<p>Es aplicable al proyecto el inciso A), fracción IX, del artículo en cita, en virtud de que para el desarrollo del proyecto se requiere la construcción de un Canal de desvío y una cuneta derivadora.</p> <p>También se actualiza el inciso L), fracción III del artículo en cita toda vez que el proyecto se relaciona con la disposición final de los residuos provenientes de la extracción y beneficio de hierro, que se dispondrán en la presa de jales secos.</p> <p>Adicionalmente, el proyecto para su emplazamiento requiere del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que es aplicable el inciso O) del artículo en cita.</p> <p>En suma, el proyecto se ajusta a las disposiciones establecidas en el presente artículo ya que, previo a su desarrollo, las obras y/o actividades que conforman el mismo requieren ser evaluadas en materia de impacto ambiental.</p> <p>En razón de lo anterior, es motivo por el cual se somete el presente proyecto a Evaluación en Materia de Impacto Ambiental mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional.</p>
<p><b>“Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</b></p>	<p>La manifestación de impacto ambiental que se presenta, da cumplimiento a todos y cada uno de los requisitos que en este artículo se citan, al</p>



<p><i>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</i></p> <p><i>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</i></p> <p><i>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</i></p> <p><i>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</i></p> <p><i>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</i></p> <p><i>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</i></p> <p><i>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</i></p> <p><i>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.”</i></p>	<p>presentarse una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional.</p>
<p><b>“Artículo 44.</b> Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:</p> <p><i>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;</i></p> <p><i>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</i></p> <p><i>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.</i></p>	<p>La presente MIA-R, cumple con lo establecido en el artículo en cita, toda vez que se han considerado los posibles efectos del proyecto en el ecosistema que prevalece en el sitio propuesto para su desarrollo.</p> <p>Aunado a lo anterior, se ha considerado la implementación de las medidas preventivas y de mitigación para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p> <p>Asimismo, serán consideradas aquellas medidas adicionales que resulten necesarias y que la autoridad ambiental dictamine en el caso de ser favorable la resolución para el proyecto que nos ocupa.</p>
<p><b>“Artículo 47.-</b> La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.”</p>	<p>El proyecto se sujetará a lo dispuesto en la resolución respectiva. Asimismo, tal como se evidencia a lo largo de este capítulo, se observará durante las distintas etapas del proyecto lo establecido en las normas oficiales mexicanas y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p>

De acuerdo a lo anterior, el proyecto se ajusta a los artículos en cita, para ello se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, para ser evaluado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y obtener la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.

### III.2.4. Ley de Aguas Nacionales.

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. En observancia del contenido de la presente Ley se hace la siguiente vinculación.

**Tabla III-3. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.**

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>“Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:</i></p> <p>...</p> <p><i>XL. “Permisos”: Para los fines de la presente Ley, existen dos acepciones de permisos:</i></p> <p><i>a. “Permisos”: Son los que otorga el Ejecutivo Federal a través de “la Comisión” o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la construcción de obras hidráulicas y otros de índole diversa relacionadas con el agua y los bienes nacionales a los que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley; ...”</i></p>	<p>A fin de observar la presente Ley y dado que para el presente proyecto se requiere de realizar una obra de reencauzamiento de un cuerpo de agua nacional y su correspondiente zona federal, se obtendrán el permiso correspondiente ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).</p>
<p><i>“Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de “la Comisión” por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.</i></p>	<p>Para las diferentes etapas del proyecto se obtendrán y en su caso renovarán los permisos y autorizaciones necesarias ante la CONAGUA para la ocupación y desvío de un cuerpo de agua y su correspondiente zona federal.</p> <p>Asimismo, en lo correspondiente a su alcance, el proyecto dará cabal cumplimiento a las obligaciones que deriven del título de concesión en su caso emitido a favor de la promovente.</p>

<p>...</p> <p><i>Corresponde a los Organismos de Cuenca expedir los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga a los que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, salvo en aquellos casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley, que queden reservados para la actuación directa de "la Comisión".</i></p> <p>...</p> <p><i>Las concesiones y asignaciones crearán derechos y obligaciones a favor de los beneficiarios en los términos de la presente Ley.</i></p> <p>..."</p>	
<p><b>“Artículo 23.</b> El título de concesión o asignación que otorgue "la Autoridad del Agua" deberá expresar por lo menos: Nombre y domicilio del titular; la cuenca hidrológica, acuífero en su caso, región hidrológica, municipio y localidad a que se refiere; el punto de extracción de las aguas nacionales; el volumen de extracción y consumo autorizados; se referirán explícitamente el uso o usos, caudales y volúmenes correspondientes; el punto de descarga de las aguas residuales con las condiciones de cantidad y calidad; la duración de la concesión o asignación, y como anexo el proyecto aprobado de las obras a realizar o las características de las obras existentes para la extracción de las aguas y para su explotación, uso o aprovechamiento, así como las respectivas para su descarga, incluyendo tratamiento de las aguas residuales y los procesos y medidas para el reúso del agua, en su caso, y restauración de recurso hídrico.</p> <p><i>En el correspondiente título de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales se autorizará además el proyecto de las obras necesarias que pudieran afectar el régimen hidráulico o hidrológico de los cauces o vasos de propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, y también, de haberse solicitado, la explotación, uso o aprovechamiento de dichos cauces, vasos o zonas, siempre y cuando en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, si fuere el caso, se cumpla con la manifestación del impacto ambiental.</i></p> <p><i>En ningún caso podrá el titular de una concesión o asignación disponer del agua en volúmenes mayores que los autorizados por "la Autoridad del Agua". Para incrementar o modificar de manera permanente la extracción de agua en volumen,</i></p>	<p>Si bien el proyecto no realizará la descarga de aguas residuales en cuerpos de agua nacional, para la realización del mismo se requiere la autorización para la ocupación y desvío de cauces naturales y de su correspondiente zona federal, por lo que en su momento se realizará el trámite correspondiente para la obtención de dicha autorización.</p>

<p>caudal o uso específico, invariablemente se deberá tramitar la expedición del título de concesión o asignación respectivo”.</p>	
<p><b>“Artículo 25.</b> Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos.”</p>	<p>Como ya se mencionó, el promovente dará cabal cumplimiento a los términos, condiciones y obligaciones establecidas en las concesiones que en su momento se obtengan para la ocupación y desvío de un cuerpo de agua.</p>
<p><b>“Artículo 86 BIS-2.</b> Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición”.</p>	<p>Respecto a lo establecido en el artículo en cita, es importante señalar que el proyecto dará cabal observancia y cumplimiento a la <i>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</i>, misma que tiene por motivación que las presas o depósitos de jales reúnan las condiciones de máxima seguridad con el fin de garantizar la protección de la población, las actividades económicas y sociales, y en general, el equilibrio ecológico.</p> <p>Por otro lado, el proyecto dará cumplimiento al precepto en cita puesto que para la ejecución de sus diferentes etapas implementará una serie de medidas para prevenir y mitigar los impactos previstos en el presente estudio, de entre los que destaca el Plan de Vigilancia Ambiental, programas ambientales y medidas de mitigación y compensación.</p>
<p><b>“Artículo 97.</b> Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, por sí o por terceros, cualesquiera obras de infraestructura hidráulica que se requieran para su explotación, uso o aprovechamiento.</p> <p>La administración y operación de estas obras serán responsabilidad de los usuarios o de las asociaciones que formen al efecto, independientemente de la explotación, uso o aprovechamiento que se efectúe de las aguas nacionales.”</p>	<p>Es de observancia para el proyecto el artículo en cita puesto que éste contempla la ocupación y desvío de un cuerpo de agua nacional así como sus correspondientes zonas federales, para lo cual en su momento obtendrá el permiso de la autoridad del agua correspondiente en términos del Artículo 23 de la Ley en cita.</p>
<p><b>“Artículo 98.</b> Cuando con motivo de dichas obras se pudiera afectar el régimen hidráulico o hidrológico de los cauces o vasos propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, así como en los casos de perforación de pozos en zonas reglamentadas o de veda, se requerirá de permiso en los términos de los Artículos 23 y 42 de esta Ley y de sus reglamentos. Para este efecto la Autoridad competente expedirá las Normas Oficiales Mexicanas que correspondan.</p>	<p>Es de observancia para el proyecto el artículo en cita puesto que prevé la ocupación y desvío de un cuerpo de agua, así como la reubicación de su respectiva zona federal, en su momento se obtendrá el permiso de la autoridad del agua correspondiente en términos del Artículo 23 de la Ley en cita.</p> <p>Adicionalmente, se dará cumplimiento a las medidas preventivas o correctivas adicionales impuestas por la Comisión (o la autoridad del agua correspondiente) con el fin de garantizar el</p>

<p><i>"La Autoridad del Agua" supervisará la construcción de las obras, y podrá en cualquier momento adoptar las medidas correctivas necesarias para garantizar el cumplimiento del permiso y de dichas normas.</i></p>	<p>cumplimiento de la Ley en referencia y otras disposiciones aplicables.</p>
<p><b>“Artículo 118.</b> <i>Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título<sup>1</sup>, 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.</i></p> <p><i>Para el 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.</i></p> <p><i>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”.</i></p>	<p>Es aplicable al proyecto el artículo en cita ya que para su emplazamiento requiere del otorgamiento de la concesión correspondiente para la ocupación del cuerpo de agua presente en el sitio donde pretende ubicarse, así como de su correspondiente zona de ribera o zona federal. De tal forma que como se ha mencionado anteriormente, se obtendrá en su momento la concesión a que se refiere el artículo en cita.</p>
<p><b>“Artículo 118 BIS.</b> <i>Los concesionarios a que se refiere el presente Capítulo estarán obligados a:</i></p> <p><i>I. Ejecutar la explotación, uso o aprovechamiento consignado en la concesión con apego a las especificaciones que hubiere dictado "la Autoridad del Agua";</i></p> <p><i>II. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión o autorizadas por "la Autoridad del Agua";</i></p> <p><i>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;</i></p> <p><i>IV. Cubrir los gastos de deslinde y amojonamiento del área concesionada;</i></p> <p><i>V. Desocupar y entregar dentro del plazo establecido por "la Autoridad del Agua", las áreas de que se</i></p>	<p>De obtener la concesión (o las concesiones) a la que se refiere el artículo anterior, la promovente dará cumplimiento a las obligaciones que de ella emanen, así como a las que se refiere el artículo en cita y demás aplicables a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.</p> <p>Cabe mencionar que únicamente se llevarán a cabo las obras y actividades referidas en el Capítulo II de la presente MIA-R.</p>

<sup>1</sup> “Artículo 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":

...

III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;

IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;

...”

<p>trate en los casos de extinción o revocación de concesiones;</p> <p>VI. Cubrir oportunamente los pagos que deban efectuar conforme a la legislación fiscal aplicable y las demás obligaciones que las mismas señalan, y</p> <p>VII. Cumplir con las obligaciones que se establezcan a su cargo en la concesión.</p> <p>El incumplimiento de las disposiciones previstas en el presente Artículo será motivo de suspensión y en caso de reincidencia, de la revocación de la concesión respectiva.</p> <p>En relación con materiales pétreos, se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de la presente Ley.</p>	
---	--

De acuerdo con lo descrito en la tabla anterior, el proyecto dará cumplimiento a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales, ya que previo a su emplazamiento realizará los trámites de permiso correspondientes a las obras y actividades aplicables e incluidas en el proyecto y que compete conocer a la CONAGUA.

### III.2.5. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Dada la observancia de la Ley de Aguas Nacionales, se ha considerado vinculante al presente proyecto el Reglamento en materia de derechos de uso o aprovechamiento de aguas nacionales y prevención y control de la contaminación de las aguas. En la siguiente tabla se presenta la vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

**Tabla III-4. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.**

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>“Artículo 30.</b> Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".</p>	<p>El artículo en cita es de observancia para el proyecto pues para su emplazamiento deberá obtenerse la concesión correspondiente para el uso de los cauces y sus correspondientes riberas o zonas federales.</p> <p>Adicionalmente, como ya se ha mencionado anteriormente, se desviará una fracción de un cauce natural, para lo que se obtendrán los permisos o autorizaciones correspondientes.</p>
<p><b>“Artículo 134.</b> Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso</p>	<p>Si bien el proyecto no pretende el aprovechamiento del agua, con el fin prevenir los impactos</p>

<p><i>o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas”.</i></p>	<p>identificados inherentes al emplazamiento del mismo, se han instrumentado una serie de medidas ambientales que a mayor precisión podrán ser consultadas en el Capítulo VI de la presente MIA-R.</p> <p>Adicionalmente, se implementará el Programa de Manejo de Residuos cuya finalidad es prevenir la contaminación del suelo, subsuelo y aguas superficiales y subterráneas con los residuos peligrosos y no peligrosos generados en las diferentes etapas del proyecto.</p> <p>Mediante las medidas antes descritas se asegurará el mantenimiento de los cauces en sus condiciones actuales.</p>
<p><i>“Artículo 151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas”.</i></p>	<p>El proyecto cumplirá con lo establecido en el artículo en cita ya que no pretende el depósito de desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores ni ningún otro de los mencionados.</p>

De acuerdo con lo mostrado en la tabla anterior, el proyecto es congruente con lo establecido en el reglamento en cita en materia de derechos de uso o aprovechamiento de aguas nacionales, prevención y control de la contaminación de las aguas. Asimismo, dará cabal cumplimiento a las obligaciones emanadas de la o los permisos en su caso otorgados por la autoridad del agua para el desarrollo del proyecto.

### III.2.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

La vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), parte de la generación, la valorización y la gestión adecuada de los residuos. Particularmente mediante la observancia de la ley en cita se busca prevenir la contaminación del agua y suelo con estos residuos, poniendo especial énfasis en el manejo de los residuos peligrosos. La vinculación del proyecto con el presente ordenamiento se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla III-5. Vinculación del proyecto con la LGPGIR.**

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>“Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar</i></p>	<p>Durante la operación del proyecto se generarán residuos peligrosos. La denominación de dichos residuos como peligrosos parte de la clasificación</p>

<p><i>sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo”.</i></p>	<p>establecida en la <i>NOM-052-SEMARNAT-1993</i> Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (los residuos peligrosos a generar en las diferentes etapas del proyecto se señalan en el Capítulo II). La vinculación formal con la norma antes mencionada se presenta posteriormente.</p>
<p><b>“Artículo 17.</b> <i>Los residuos de la industria minera-metalúrgica provenientes del <b>minado y tratamiento de minerales tales como jales</b>, residuos de los patios de lixiviación abandonados, así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, que se definirán en forma genérica en el reglamento según lo estipulado en el artículo 7 fracción III de esta Ley, son de regulación y competencia federal. Podrán disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral, se determinará conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables, y estarán sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley. Se exceptúan de esta clasificación los referidos en el artículo 19, fracción I de este ordenamiento”.</i></p>	<p>Es aplicable el artículo en cita al proyecto ya que el mismo propone el emplazamiento de un depósito de jales secos que guarda relación con la disposición final de los residuos de una presa de jales, asimismo, se observará en lo que resulte aplicable el contenido de la <i>NOM-141-SEMARNAT-2003</i> 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.</p> <p>Adicional a lo anterior, el promovente en todo momento dará cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas que le sean aplicables, tal como se evidencia posteriormente, asimismo se implementará el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) correspondiente.</p>
<p><b>“Artículo 19.</b> <i>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:</i></p> <p>...</p> <p><i>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;</i></p> <p>...</p> <p><i>XI. Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.”</i></p>	<p>Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán residuos de manejo especial como son residuos de la construcción y mantenimiento en general, por lo que es de observancia el artículo en cita.</p> <p>Como se ha mencionado con anterioridad, se implementará un Programa de Manejo de Residuos, en el que también se ha considerado a aquellos residuos de manejo especial a fin de dar cumplimiento a los preceptos legales aplicables.</p>
<p><b>“Artículo 40.</b> <i>Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</i></p> <p><i>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.”</i></p>	<p>Para dar cumplimiento al precepto en cita, los residuos peligrosos generados en las diferentes etapas del proyecto se manejarán conforme lo establece el Programa de Manejo de Residuos. Dicho programa puede ser consultado para mayor detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R.</p> <p>El programa de manejo instrumentado para el desarrollo del proyecto está fundamentado en lo establecido en el ordenamiento en cita y su reglamento. Contempla particularmente las medidas necesarias para el manejo y disposición</p>



	final adecuados de los residuos peligrosos generados por las diversas actividades del proyecto.
<p><b>“Artículo 41.</b> Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley”.</p>	
<p><b>“Artículo 42.</b> Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo”.</p>	<p>En cumplimiento con la presente Ley y con el fin de dar un manejo adecuado y seguro a los residuos generados se implementará el Programa de Manejo de Residuos en el que se incluyen las acciones de identificación, clasificación y manejo adecuado de los residuos peligrosos generados durante las diversas actividades manifestadas acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dicha disposición.</p> <p>Particularmente para dar cumplimiento al presente ordenamiento se contratará a una empresa prestadora de servicios de recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de residuos peligrosos que se encuentre debidamente autorizada por las autoridades competentes.</p> <p>Asimismo, la promovente se cerciorará de que dicha empresa cuente con todas las licencias y permisos vigentes y en orden, y que la disposición de los residuos se realice en un sitio debidamente autorizado.</p>
<p><b>“Artículo 54.</b> Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.</p> <p>La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo”.</p>	<p>En cuanto al manejo interno de residuos peligrosos se refiere, se identificarán y evitará la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales con el fin de evitar su contaminación y reacción química, misma que pueda provocar efectos en la salud el ambiente o los recursos naturales, para ello se dará cabal seguimiento a la <i>NOM-054-SEMARNAT-1993 Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993</i>, cuya vinculación específica se presenta posteriormente.</p>

Para la realización del proyecto se observará el presente instrumento, poniendo especial énfasis en el manejo y disposición final de residuos peligrosos.

### III.2.7. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Este reglamento es vinculante con el proyecto, principalmente en cuanto a la identificación y manejo integral de los residuos peligrosos que se generarán principalmente en la operación del proyecto. Se dará cumplimiento al presente ordenamiento tal como se describe a continuación.

Tabla III-6. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGPGIR.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>“Artículo 35.</b> <i>Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</i></p> <p><i>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</i></p> <p><i>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:</i></p> <p><i>a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y</i></p> <p><i>b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y</i></p> <p><i>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.</i></p> <p><i>Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables”.</i></p>	<p>Es de observancia para el proyecto el artículo en cita ya que en la ejecución del mismo se generarán residuos peligrosos, particularmente los resultantes de las actividades de mantenimiento de equipos y maquinaria como son aceites, combustibles y grasas.</p> <p>Como ya se mencionó anteriormente la identificación y clasificación de los residuos que se generarán, se realizará conforme a lo establecido en este ordenamiento así como en las normas oficiales mexicanas en la materia.</p> <p>Cabe señalar que los jales mineros no se clasifican como residuos peligrosos de conformidad con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-1993, la NOM-141-SEMARNAT-2003 y la NOM-157-SEMARNAT-2009.</p> <p>En conclusión, el proyecto generará como residuos peligrosos únicamente los resultantes de las actividades de mantenimiento de equipo, mismos que fueron listados en el Capítulo II de la presente MIA-R, para el manejo de los cuales observará lo establecido en el ordenamiento en cita, así como en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.</p>

**“Artículo 46.** Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;

II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alternativo, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;

III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;

V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de

Para el desarrollo del proyecto se dará cabal cumplimiento a lo establecido en el artículo en cita respecto al manejo de residuos peligrosos. Para ello se dará seguimiento a las medidas incluidas en el Programa de Manejo de Residuos, descritas a mayor detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R.

Los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto serán separados y almacenados temporalmente dentro en un almacén temporal para su posterior disposición en sitios autorizados.

Es importante mencionar que para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, se contratará a una empresa prestadora de servicios que cuente con la autorización correspondiente por parte de la SEMARNAT así como de la SCT.

El promovente contará con los manifiestos de transporte y disposición final de residuos peligrosos correspondientes con el fin de comprobar que la disposición de los residuos peligrosos generados será realizada por la empresa prestadora de servicios en sitios debidamente autorizados y conforme a lo establecido en el presente ordenamiento.

<p><i>residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos”.</i></p>	
<p><b>“Artículo 82.</b> <i>Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:</i></p> <p>...</p> <p><i>En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.”</i></p>	<p>Para el adecuado manejo de los residuos peligrosos generados en el proyecto se contará con un almacén, el cual se ajustará a la observancia de la normatividad aplicable.</p> <p>Particularmente, se dará cumplimiento a la <i>NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos</i>, para prevenir la mezcla entre residuos peligrosos y con otros materiales.</p>

De acuerdo con lo anterior, el proyecto objeto de la presente MIA-R dará cabal cumplimiento al Reglamento de la LGPGIR en materia de residuos tanto peligrosos como no peligrosos y de manejo especial, durante cada una de las etapas del proyecto.

### III.2.8. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 20. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Por lo que en observancia de la presente Ley se hace la siguiente vinculación.

**Tabla III-7. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>“Artículo 68.</b> <i>Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones:</i></p>	<p>Tal como se establece en los artículos en cita, corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y</p>

<p><i>I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;</i> [...]</p>	<p>Recursos Naturales, emitir las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción.</p>
<p><b>“Artículo 69.</b> <i>Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:</i> <i>I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;</i> [...] <i>Las autorizaciones a las que se refieren las fracciones I, II y III de este artículo podrán ser realizadas por las autoridades competentes de las Entidades Federativas, en los términos de los mecanismos de coordinación previstos en la presente Ley.</i> <i>En tratándose de plantaciones forestales comerciales, se estará a lo dispuesto en los artículos 79, 80 y relativos de esta Ley, las cuales recibirán tratamientos de desregulación administrativa y fomento”.</i></p>	<p>Motivo por el cual, el proyecto en su momento observará la presente Ley y obtendrá la autorización correspondiente.</p>

### III.2.9. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por 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. A continuación se vincula el proyecto con el siguiente artículo.

**Tabla III-8. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>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:</i> <i>I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;</i> <i>II. Lugar y fecha;</i> <i>III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y</i></p>	<p>El proyecto cumplirá con las disposiciones establecidas en el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En este sentido la promovente no realizará ninguna obra y/o actividad referente al proyecto hasta no contar con la autorización correspondiente en materia de cambio de uso de áreas forestales excepción, por parte de la autoridad</p>

<p><i>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.</i></p> <p><i>A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:</i></p> <p><i>I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;</i></p> <p><i>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;</i></p> <p><i>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;</i></p> <p><i>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</i></p> <p><i>V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.</i></p> <p><i>Para efectos previstos en el inciso c) del presente artículo, cuando se trate de las instalaciones, actividades y proyectos del Sector Hidrocarburos, los interesados deberán acreditar la propiedad, posesión o derecho para su realización, con la documentación señalada en el artículo 31 del presente Reglamento.</i></p>	<p>correspondiente, por lo tanto deberá ajustarse al artículo en cita y demás aplicables.</p>
---	---

### **III.2.10. Ley General de Vida Silvestre.**

La Ley General de Vida Silvestre tiene por objeto establecer el marco relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana. Es vinculante con el proyecto como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla III-9. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>“Artículo 4°.</b> Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.</p> <p>Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.</p> <p>Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia”.</p>	<p>A pesar de que el presente proyecto no pretende desarrollar actividades de aprovechamiento de vida silvestre, de acuerdo con los muestreos realizados y reportados a detalle en el Capítulo IV de la presente MIA-R, para el área donde pretende emplazarse el proyecto se identificaron especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De tal forma que corresponde al promovente llevar a cabo actividades para la protección y preservación de la vida silvestre presente en el área del proyecto.</p> <p>Para tal fin, se establecen como parte de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales inherentes al proyecto el Programa de Manejo de Fauna y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el presente ordenamiento.</p>

### III.2.11. Ley Minera

La presente Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia minera y sus disposiciones son de orden público y de observancia en todo el territorio nacional. Se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, la exploración, explotación, y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, así como de las salinas formadas directamente por las aguas marinas provenientes de mares actuales, superficial o subterráneamente, de modo natural o artificial y de las sales y subproductos de éstas. Por lo que considerando que el proyecto se asocia a la actividad minera, es motivo por el cual se vincula con la presente Ley.

Tabla III-10. Vinculación del proyecto con la Ley Minera.

Artículo	Vinculación
<p><b>“Artículo 19.</b> Las concesiones mineras confieren derecho a:</p> <p><i>I. Realizar obras y trabajos de exploración y de explotación dentro de los lotes mineros que amparen;</i></p> <p><i>II. Disponer de los productos minerales que se obtengan en dichos lotes con motivo de las obras y trabajos que se desarrollen durante su vigencia;</i></p>	<p>Como ya se ha mencionado anteriormente, el proyecto pertenece a la industria minera, por lo que el proyecto debe ajustarse a lo establecido en la presente Ley, así como en los demás instrumentos aplicables.</p> <p>Asimismo, de acuerdo con el artículo en cita, la concesión minera confiere a la promovente el derecho para la realización del proyecto, el cual consiste en un depósito de jales secos entre otras obras y actividades ampliamente descritas en el</p>

<p><i>III. Disponer de los terreros que se encuentren dentro de la superficie que amparen, a menos que provengan de otra concesión minera vigente;</i></p> <p><i>IV. Obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de servidumbre de los terrenos indispensables para llevar a cabo las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio, así como para el depósito de terreros, <b>jales</b>, escorias y graseros, al igual que constituir servidumbres subterráneas de paso a través de lotes mineros;</i></p> <p><i>V. Aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la exploración o explotación y beneficio de los minerales o sustancias que se obtengan y el uso doméstico del personal empleado en las mismas;</i></p> <p><i>VI. Obtener preferentemente concesión sobre las aguas de las minas para cualquier uso diferente a los señalados en la fracción anterior, en los términos de la ley de la materia;</i></p> <p><i>...”</i></p>	<p>Capítulo II de la presente MIA-R. Por lo que el mismo se somete a evaluación en materia de impacto ambiental para su autorización por parte de esa autoridad y posterior desarrollo.</p>
<p><i>“Artículo 27. Los titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligados a:</i></p> <p><i>...</i></p> <p><i>IV. Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente;</i></p> <p><i>...”</i></p>	<p>El presente capítulo tiene como finalidad evidenciar el cumplimiento que da el proyecto a la normatividad en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente así como la aplicable al sector de la industria minero-metalúrgica. Por lo que se da cumplimiento a lo establecido en el precepto en cita.</p>

De acuerdo con lo anteriormente vinculado, es de observancia la Ley Minera al proyecto, al tratarse de una obra concerniente al sector minero, de tal forma que el proyecto cumplirá con lo establecido en el presente ordenamiento, su reglamento y demás disposiciones aplicables.

### **III.2.12. Reglamento de la Ley Minera.**

Como ya se ha mencionado anteriormente, el proyecto se asocia al sector minero, por lo que, en concordancia con la observancia del mismo a la Ley Minera, resulta aplicable el presente ordenamiento. A continuación se presenta la vinculación del Reglamento de la Ley Minera con el proyecto.



Tabla III-11. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley Minera.

Artículo	Vinculación
<b>ARTÍCULO 1o.-</b> El presente Reglamento tiene por objeto regular el otorgamiento y administración de las concesiones mineras, y la forma en que se ejercerán y cumplirán los derechos y obligaciones que de ellas deriven.	Atendiendo a que el proyecto forma parte de una actividad minera, el mismo ha dado cumplimiento al presente artículo al haberse obtenido la concesión correspondiente y ajustarse a su cumplimiento.

Como resultado del análisis realizado a los ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto, se obtuvo que el proyecto se ajusta a lo establecido en las Leyes y Reglamentos en materia ambiental. Así mismo, el proyecto cumple con lo establecido en las normas jurídicas aplicables al sector.

### III.3. Instrumentos de Política Ambiental

Los instrumentos de ordenamiento territorial tienen por objeto la planificación y gestión para el uso del territorio como medio para alcanzar la sostenibilidad ambiental, social y económica. Es decir, estos instrumentos buscan que las actividades realizadas en el territorio de estudio puedan utilizar los recursos del mismo sin rebasar su capacidad de regeneración de una manera rentable y viable. De manera general existen dos tipos de ordenamientos territoriales, los enfocados a la planeación urbana y los dirigidos a la política ambiental.

En este apartado se evidencia la observancia y congruencia del proyecto con los lineamientos, criterios, estrategias y políticas marcadas en los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables. Los instrumentos analizados y vinculados con el proyecto son los que se muestran en el siguiente esquema.



Figura III-2. Instrumentos de Política Ambiental de observancia para el proyecto.

### III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) fue publicado en el D.O.F. el 07 de septiembre de 2012. Tiene el propósito de regionalizar ecológicamente el territorio nacional en su conjunto, para poder determinar claramente los lineamientos y estrategias ecológicas que preserven, protejan, restauren y propicien el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a través de acciones coordinadas e integrales entre los distintos niveles de gobierno y la sociedad, que permitan la articulación de las políticas, programas y acciones para enfrentar los retos en materia ambiental, frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio nacional. El Acuerdo por el que se expide el POEGT, establece, entre otros puntos, lo siguiente:

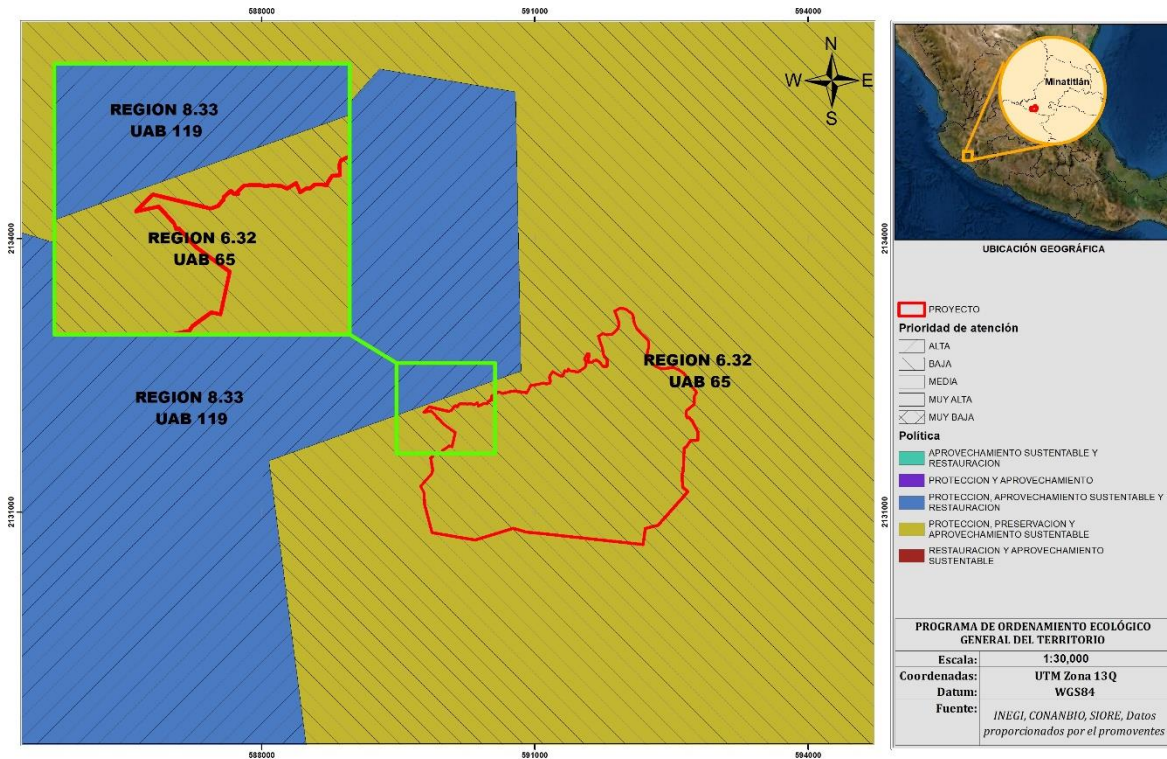
*"El POEGT es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, quienes deberán observarlo en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos y en sus programas de obra pública.*

*El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal –a quienes está dirigido este Programa- que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.*

*Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objetivo autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de*

*orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.”*

De lo anterior se desprende que le corresponde a la Administración Pública Federal, y a las entidades Paraestatales, la formulación e instrumentación del POEGT; no obstante a ello, y a la escala en la que se presentan las Unidades Ambientales Biofísicas (1:2,000,000), se llevó a cabo la revisión de este instrumento de planeación identificando que el proyecto se encuentra en la **UAB 65 Región 6.32 “Sierras de la Costa de Jalisco y Colima”**, con política ambiental de Protección, Preservación y Aprovechamiento Sustentable como se aprecia en la siguiente figura.



**Figura III-3. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT.**

En la siguiente tabla, se incluyen las estrategias, políticas, rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo que son aplicables al proyecto.

**Tabla III-12. Estrategias, políticas, rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo, aplicables a la UAB´s 65 y 119 en las que incide el proyecto.**

UAB/ Región	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Política Ambiental	Estrategias sectoriales
UAB 65 Región 6.32	Protección, preservación y aprovechamiento sustentable	Forestal - Minería	Ganadería - Turismo	Protección, Preservación y Aprovechamiento Sustentable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 31, 33, 37, 38, 42, 43, 44

De acuerdo con lo anterior, en la siguiente tabla se presentan las estrategias correspondientes a la Unidad Ambiental Biofísica en las que incide el proyecto, así como la vinculación con las mismas.

**Tabla III-13. Estrategias del POEGT vinculadas con el proyecto.**

Estrategia		Vinculación
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Durante el desarrollo del proyecto se implementarán acciones ambientales de protección y conservación de flora y fauna en el área del proyecto, principalmente enfocadas a especies bajo protección legal o en riesgo, de conformidad a la normatividad en la materia. Estas acciones se encuentran estructuradas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y un Programa de Manejo de Fauna, en el Capítulo VI de la presente MIA-R.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Las acciones ambientales incluidas en los programas antes mencionados incluyen las actividades necesarias para el rescate y reubicación de individuos, que conlleva a la recuperación de especies, particularmente aquellas en riesgo. Así mismo en dichos programas se han establecido medidas para el monitoreo del ecosistema, lo que conlleva a la sustentabilidad ambiental del proyecto en torno al ecosistema en el que pretende desarrollarse.
	3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Aun cuando el proyecto no implica el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales de forma directa, para prevenir y mitigar los impactos ambientales asociados a su emplazamiento propone los programas y medidas establecidas en el capítulo VI de

		la presente MIA-R, con un enfoque sustentable.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto no se emplazará en suelos agrícolas o pecuarios por lo que no guarda relación con la estrategia en cita.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	La estrategia en comento, no es de observancia para el proyecto que nos ocupa, ya que no se contemplan actividades de tipo agrícola.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no pretende el aprovechamiento de recursos forestales, sin embargo, en la presente MIA-R se proponen medidas para prevenir la pérdida de suelo, mismas que se pueden consultar a detalle en el Capítulo VI.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	La empresa promotora responsable de la ejecución del proyecto, consciente del compromiso ambiental, implementará acciones y medidas que permitan la conservación y protección del ecosistema y sus recursos naturales, y por ende los servicios ambientales que estos nos brindan, como son la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos, entre otros. Por lo que el proyecto es congruente con la estrategia en cita.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto coadyuvará con el seguimiento de las estrategias en cita ya que utilizará racionalmente el agua en todas las fases del proyecto implementando las medidas establecidas en el Capítulo VI de este documento y utilizando los servicios existentes en la Unidad Minera.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No es vinculante al proyecto la estrategia en cita puesto que no se tiene relación con presas administradas por la Comisión Nacional del Agua.
	12. Protección de los ecosistemas.	La ejecución de las estrategias ambientales presentadas en el Capítulo VI de la presente MIA-R, conducen a la protección y conservación del ecosistema en donde se ubica el proyecto. En este sentido el proyecto tendrá un enfoque

		sustentable donde se busca la protección del ecosistema donde se pretende desarrollar y sus recursos naturales. Lo anterior, permite la congruencia del proyecto con la estrategia señalada.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El presente criterio no guarda relación con el caso que nos ocupa puesto que no se realizarán actividades relacionadas con el sector agropecuario.
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto es congruente con la estrategia en cita toda vez que durante sus diferentes etapas se implementarán medidas para prevenir la pérdida de suelo.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Están vinculadas las estrategias en cita con el proyecto puesto que este se clasifica como parte de una actividad minera, que promueve el desarrollo económico y social de la región en la que se ubica. Además, para el desarrollo del proyecto se dará cabal cumplimiento a la normatividad ambiental y ordenamientos aplicables tal cual se evidencia en el presente capítulo.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No guardan relación con el proyecto las estrategias en cita puesto que éste no contempla el desarrollo de actividades turísticas.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Primeramente, es necesario aclarar que la planeación del desarrollo urbano es una actividad que les confiere a las autoridades estatales y municipales, por lo que el cumplimiento de la estrategia en cita no es de observancia para el proyecto que nos ocupa.  No obstante lo anterior, cabe destacar que el proyecto coadyuvará al cumplimiento de la misma toda vez que la empresa Peña Colorada ha contribuido en la dotación de infraestructura y el

		desarrollo económico de la región, en colaboración con las autoridades municipales.
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Corresponde a la autoridad local el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas así como la articulación de programas que promuevan el acceso a servicios.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	En observancia de las estrategias en cita durante la ejecución del proyecto se respetarán en todo momento los derechos humanos y laborales, se promoverá la contratación justa y equitativa, integrando a mujeres, indígenas y grupos vulnerables en la planta laboral del proyecto.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Asimismo, a partir de la contratación de personal local se contribuirá al desarrollo económico de la región en la que se ubica el proyecto.
<b>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>		
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Aun cuando corresponde a las autoridades asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural, cabe mencionar que la empresa promotora ha observado y respetado los derechos de propiedad. Por lo que el proyecto se ajusta a lo establecido en la estrategia en cita.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	Corresponde a la autoridad local y estatal integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Corresponde a la autoridad local o estatal la planeación del ordenamiento territorial. No obstante, tal como se evidencia en este capítulo, el proyecto da cabal cumplimiento a lo establecido en los ordenamientos aplicables.

De acuerdo con lo anterior, es importante destacar que el proyecto es congruente respecto a las políticas y estrategias de las UAB's de interés refiriendo como punto relevante que contempla en ambas políticas al Aprovechamiento Sustentable definido por el mismo

POEGT como “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 (LGEEPA, Artículo 3, fracción III)”.

En correspondencia con lo anterior, para el desarrollo del proyecto se han considerado acciones ambientales tendientes a la protección y conservación de la flora y la fauna, así como a prevenir, mitigar y en su caso a compensar los impactos ambientales que serán generados. Estas medidas se encuentran detalladas en el capítulo VI de la presente MIA-R.

Aunado a lo anterior, si bien los sectores rectores del desarrollo definidos para las UAB son protección, preservación y aprovechamiento sustentable, la minería se encuentra entre los sectores coadyuvantes de la UAB, mismos que, de acuerdo con el POEGT tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores.

En este contexto y una vez que se ha demostrado la congruencia del proyecto con respecto a las estrategias definidas para las UAB de interés, con su política de aprovechamiento sustentable y se demuestra en la presente Manifestación de Impacto Ambiental que el proyecto no pone en riesgo el funcionamiento del ecosistema, se concluye que el proyecto es viable en el sitio propuesto conforme a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

### **III.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Colima.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Colima (POETC) fue publicado en el Periódico Oficial “El Estado de Colima” el 28 de agosto de 1993, actualizado el 11 de agosto de 2012 y por última vez modificado el 21 de septiembre de 2013.

El POETC se define como el regulador de política ambiental y de desarrollo urbano de carácter obligatorio en el Estado de Colima que tiene por objeto definir y regular los usos de suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades productivas, para hacer compatible la conservación de la biodiversidad con el desarrollo urbano y rural, así como las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la autorización de obras y actividades que se pretendan ejecutar.

El modelo de ordenamiento está integrado por una serie de Unidades de Gestión Ambiental abreviado como UGA's, donde cada una de estas se encuentra normada por una



política ambiental general que determinará las directrices a seguir para alcanzar la meta o el estado deseable que el lineamiento determina.

En este contexto, con el fin de evidenciar la congruencia y cumplimiento del proyecto con el POETC, en primera instancia se ubicó el proyecto en el modelo de ordenamiento con el fin de identificar las unidades de gestión ambiental en las que incide. Tal como se puede apreciar en la siguiente figura, el proyecto incide en las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) 24 y 40.**

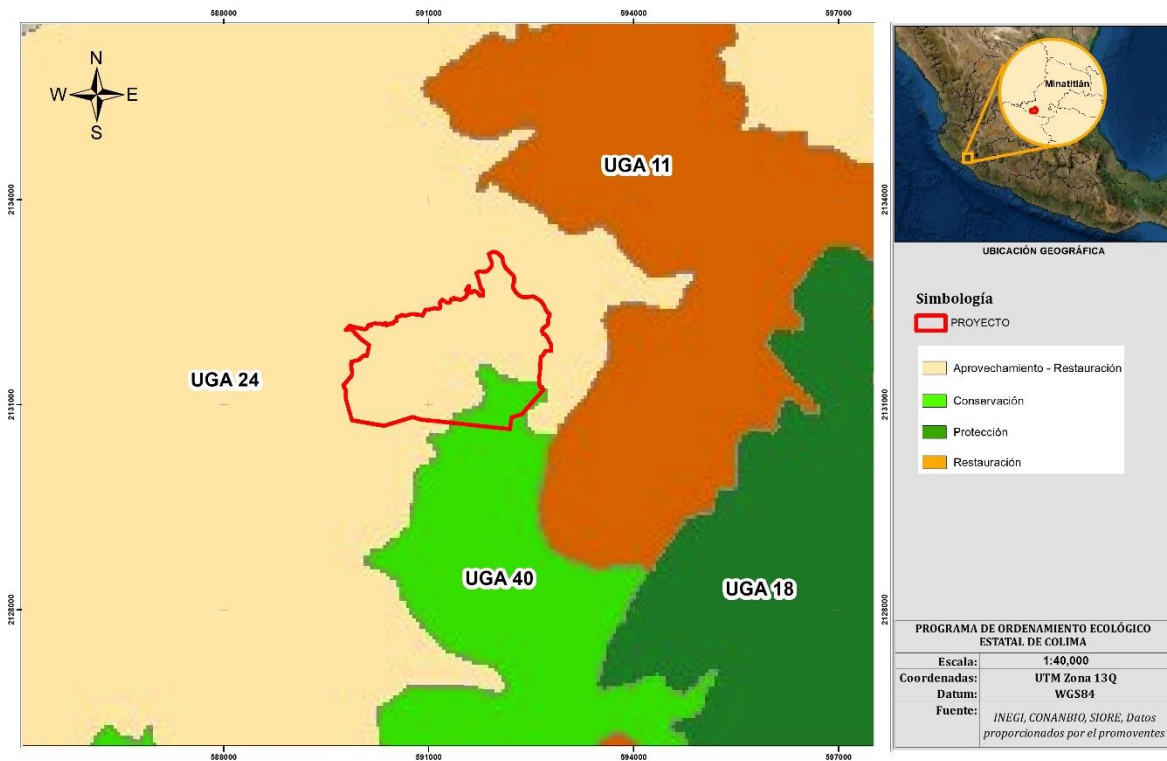


Figura III-4. Ubicación del proyecto respecto al modelo del POET del Estado de Colima.

Ahora bien, el ordenamiento establece para todas las UGA's una política ambiental, lineamientos, usos de suelo, criterios ecológicos, indicadores y una estrategia de gestión con el fin de alcanzar las metas y objetivos proyectados por el programa. En este sentido, en la siguiente tabla se exponen aquellos que han sido asignados a la UGA's en las que incide el proyecto.

Tabla III-14. Política, lineamientos, criterios y usos de las UGA's en las que incide el proyecto.

UGA	Política	Lineamiento	Criterios	Estrategias	USOS			
					Predominante	Compatibles	Condicionados	Incompatibles
24	Aprovechamiento/ Restauración	Recuperar el ecosistema de la selva baja caducifolia en al menos el 50% de la UGA, promoviendo la reconversión productiva de las actividades agropecuarias	Agt Agf Des Ect Edu Gan Inv Pla Uma Min Inf Atu	7, 8, 28, 39	Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea, vegetación de agostadero y zonas de agricultura de temporal.	Ecoturismo Investigación UMA's Agroturismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura (sin crecimiento sobre áreas de selva)</li> <li>• Agroforestería (en zonas deforestadas o perturbadas)</li> <li>• Ganadería (fomentando su reconversión de extensiva a estabulada o en sistemas agrosilvopastoriles)</li> <li>• Plantaciones agrícolas (sin crecimiento sobre áreas de selva)</li> <li>• Asentamientos humanos (siguiendo los criterios de los planes de desarrollo urbanos vigentes, con criterios ecológicos),</li> <li>• <b><u>Minería (El aprovechamiento minero se hará acorde a los estudios y manifestación ambiental que se tenga)</u></b></li> <li>• Infraestructura</li> </ul>	-Acuicultura -Forestal -Industria -Turismo
40	Conservación	Conservar el ecosistema de la selva mediana subcaducifolia por su biodiversidad, propiciando actividades productivas sustentables que contribuyan al	Des Ect For Inv Con Uma Min Inf	10, 11, 12, 15, 16, 21, 22, 24, 28, 29, 36, 41, 42, 46	Selva mediana subcaducifolia	Ecoturismo Investigación UMA's	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Forestal (reglamentado por la autoridad competente a través de concesiones a grupos organizados de las comunidades poseedoras del territorio mediante un programa de manejo forestal, (orientado de preferencia a productos no maderables)</i></li> <li>- <b><u>Minería (El aprovechamiento minero se hará acorde a los estudios y manifestación ambiental que se tenga)</u></b></li> </ul>	-Acuicultura -Agroforestería -Agroturismo -Asentamientos humanos -Ganadería -Frutales -Industria -Plantaciones Agrícolas -Turismo

		fortalecimiento y desarrollo de las comunidades usuarios de la UGA					• Infraestructura (ligada al Ecoturismo)	
--	--	---	--	--	--	--	--	--



### III.3.2.1. Política.

El proyecto deberá observar la política de Aprovechamiento/Restauración y Conservación asignada a la UGA´s 24 y 40 respectivamente, por lo que en la siguiente tabla se muestra la congruencia del proyecto que nos ocupa con la definición establecida por el POETC.

**Tabla III-15. Vinculación del proyecto con las políticas aplicables a las UGA´s 24 y 40 del POETC.**

Política	Congruencia del proyecto
<p style="text-align: center;"><b>POLÍTICA DE RESTAURACIÓN</b></p> <p><i>“Es una política transitoria dirigida a zonas que por la presión de diversas actividades antropogénicas han sufrido una degradación en la estructura o función de los ecosistemas, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. De esta manera, una vez lograda la restauración es posible asignar otra política, de protección o de preservación. También la restauración puede ser dirigida a la recuperación de tierras que dejan de ser productivas por su deterioro o al restablecimiento de su funcionalidad para un futuro aprovechamiento sustentable.”</i></p>	<p>Sobre el particular, como se indicó con anterioridad, el proyecto se ubica en la UGAs 24 y 40 con política ambiental de Aprovechamiento/Restauración y Conservación respectivamente.</p> <p>La empresa promovente, responsable del proyecto y consciente del compromiso ambiental que adquiere para el desarrollo del proyecto y que propician afectaciones al entorno (ver Capítulo V), está proponiendo implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora donde se incluyen, entre otras, las siguientes medidas (para mayor detalle ver Capítulo VI):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rescate, reubicación y monitoreo de especies del área del proyecto que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>• Reforestación y revegetación con especies que se producen en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) SEMARNAT-UMA-IN-097-COL/2012, a cargo de la promovente.</li> </ul>

<p><b>POLÍTICA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE</b></p> <p><i>“Esta política promueve la permanencia del uso actual del suelo o permite su cambio en la totalidad de Unidad de Gestión Ambiental (UGA) donde se aplica. Se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente. Incluye las áreas con elevada aptitud productiva actual o potencial ya sea para el desarrollo urbano y los sectores agrícola, pecuario, comercial e industrial. Se tiene que especificar el tipo e intensidad del aprovechamiento, ya que de ello dependen las necesidades de infraestructura, servicios y áreas de crecimiento. Por lo tanto es importante definir los usos compatibles, condicionados e incompatibles, además de especificar los criterios que regulan las actividades productivas con un enfoque de desarrollo sustentable. Es importante proponer la reorientación de la forma actual de uso y aprovechamiento de los recursos naturales que propicie la diversificación y sustentabilidad y que no impacte negativamente el medio ambiente”.</i></p>	<p>Lo anterior, nos lleva a que el proyecto sea congruente con la política de Restauración y Conservación, ya que la aplicación de las medidas antes mencionadas están orientadas a conservar o, en el mejor de los casos, a restaurar el valor ecológico del ecosistema en el que incide el proyecto.</p> <p>Asimismo, la política hace referencia al manejo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma tal que resulte <b>eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente</b>; al respecto, cabe destacar que el proyecto observará los criterios establecidos para las UGAs 24 y 40 y ejecutará las medidas necesarias para prevenir, minimizar y compensar los impactos al medio en el que se encuentra conforme al Plan de Vigilancia Ambiental. No pasa inadvertido que aun cuando al proyecto le es aplicable la UGA 40 con cuya política es de Conservación, lo cierto es que la actividad minera se encuentra sujeta a los estudios que se presenten en materia ambiental, por lo que al respecto se presenta ante la autoridad la Manifestación de Impacto Ambiental, con la que se evidencia ante la autoridad los posibles efectos al ambiente, por la realización del proyecto.</p>
<p><b>POLÍTICA DE CONSERVACIÓN.</b></p> <p><i>“Esta política se aplica a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante y donde el nivel de degradación ambiental no ha alcanzado valores significativos. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos. Se propone esta política cuando al igual que en la política de protección un área tiene valores importantes de biodiversidad, bienes y servicios ambientales, tipo de vegetación, etc., pero que se encuentra actualmente bajo algún tipo de aprovechamiento. De esta forma se intenta reorientar la actividad productiva a fin de hacer más eficiente el aprovechamiento de los recursos naturales, pero de una manera sustentable, garantizando la continuidad de los ecosistemas y reduciendo o anulando la presión sobre estos.”</i></p>	<p>Es decir, el proyecto atiende a lo establecido por las políticas, toda vez que se proponen una serie de estrategias ambientales tendientes a prevenir, minimizar, o compensar los impactos ambientales que se pudieran generar por el proyecto.</p> <p>Todo lo cual demuestra la congruencia del proyecto con las políticas ambientales de Aprovechamiento/Restauración y Conservación.</p>

### III.3.2.2. Lineamiento.

Respecto a la tabla anterior, es importante mencionar que los lineamientos se refieren a las metas a alcanzar para cada UGA y por tanto su estado deseable. Corresponde la instrumentación de los mismos a la autoridad, para que se integren los objetivos y acciones específicas, mitigar o disminuir los impactos al ambiente, para evitar posibles conflictos por el territorio o para proponer actividades alternativas o cambios a las actividades existentes, de manera que traigan un mayor beneficio a la población y al mismo tiempo disminuyan el impacto ambiental; por lo que al respecto el proyecto observará las siguientes estrategias.

### III.3.2.3. Estrategias.

Ahora bien, para la instrumentación del Ordenamiento Ecológico se diseñaron estrategias que permitan el cumplimiento de los lineamientos de cada UGA. Una estrategia ecológica es, de acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico, la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de Ordenamiento Ecológico.

En la siguiente tabla se presentan las estrategias asignadas a las UGAs 24 y 40 en las que incide el proyecto y la congruencia del mismo a su cumplimiento.

**Tabla III-16. Vinculación del proyecto con las estrategias aplicables del POETC.**

No.	Estrategia	Vinculación con el proyecto
5	Búsqueda de financiamientos para la restauración de los ecosistemas de la UGA.	El proyecto no tiene como finalidad la búsqueda de financiamientos por lo que la estrategia de referencia no es de observancia para el mismo. No obstante lo anterior, la promovente contempla realizar la inversión necesaria para restaurar las áreas afectadas, motivo por el cual se coadyuva con la presente estrategia.
7	Restaurar las áreas de vegetación natural perturbada.	El proyecto no tiene como finalidad la restauración de áreas perturbadas, no obstante ello, para la realización del presente proyecto se está proponiendo como parte de sus programas dentro de la presente MIA en su Capítulo VI, un Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
8	Buscar alternativas para los poseedores de las áreas de restauración.	Si bien el proyecto incide en dos unidades de gestión con política de Aprovechamiento/Restauración, y

		<p>Conservación, corresponde a la autoridad buscar alternativas para los poseedores de dichas áreas.</p> <p>No obstante lo anterior, cabe hacer patente que para el desarrollo del proyecto se prevé la implementación de medidas para prevenir la pérdida de suelo (ver Capítulo VI).</p>
<p>10</p>	<p>Conservar las áreas de vegetación natural.</p>	<p>De acuerdo con la información de campo, la vegetación que se encuentra dentro de la UGA 40, a la que es aplicable la presente estrategia, es Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia. Al ser una vegetación secundaria, refleja que hubo diversos factores, naturales o humanos, que han alterado la comunidad vegetal presentando diferencias significativas en estructura y composición florística a la vegetación original.</p> <p>Para la conservación y protección de las especies florísticas dentro del área del proyecto, incluyendo las de la UGA 40, se llevará a cabo un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, que considera el rescate de individuos y/o germoplasma de las especies que se encuentran listadas en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, o que sean especies endémicas o de difícil regeneración y con alto valor de importancia ecológica. Lo anterior, permitirá conservar este tipo de vegetación en el SAR.</p> <p>Adicionalmente a la compensación de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto, la promovente establece dentro del Capítulo VI una propuesta integral que muestra su compromiso con el ambiente, trabajando bajo cuatro ejes ambientales los cuales son: conservación y protección del sitio de anidación de la especie <i>Eupsittula canicularis</i>, la educación ambiental bajo distintas temáticas, reproducción de especies vegetales bajo alguna categoría de riesgo listadas en la modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y comunes tropicales y la restauración de sitios degradados, los cuales podrán ser consultados a detalle como ya se mencionó en el Capítulo VI de la presente MIA; sin embargo se resalta que sus acciones específicas son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección y acondicionamiento del sitio de anidación de una especie avistada (<i>Eupsittula canicularis</i>) y una especie con distribución potencial (<i>Amazona finschi</i>) listadas en la modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en protección especial (Pr) y en Peligro de extinción (P) respectivamente.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reproducción y mantenimiento de especies de flora catalogadas en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés regional, así como el resguardo temporal de vegetación de rescate.</li> <li>• Impartir educación ambiental mediante recorridos interpretativos y parcelas demostrativas de sistemas agroecológicos.</li> <li>• Restaurar sitios degradados por actividades ganaderas.</li> <li>• Protección y manejo de un área destinada a la conservación (área de reubicación de flora y fauna).</li> </ul>
11	Buscar financiamientos para la conservación de los ecosistemas de la UGA.	El proyecto no tiene como finalidad la búsqueda de financiamientos por lo que la estrategia de referencia no es de observancia para el mismo.
12	Buscar alternativas para los poseedores de las áreas de conservación.	Si bien el proyecto incide en dos unidades de gestión con política de Aprovechamiento/Restauración, y Conservación, corresponde a la autoridad buscar alternativas para los poseedores de dichas áreas.
15	Prevención y control de incendios.	El proyecto propiciara en todo momento la prevención de incendios, pues actualmente cuenta con una cuadrilla de corta fuegos para la atención inmediata, en caso de ocurrir algún incendio, coadyuvando así con la presente estrategia.
16	Restauración de los sitios de explotación de recursos mineros al final del proceso de aprovechamiento.	El proyecto propondrá el programa de abandono del sitio, una vez terminadas las acciones y desarrollo del proyecto.
21	Conservar la biodiversidad endémica.	El proyecto contempla dentro de su Plan de Vigilancia Ambiental implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y un Programa de Manejo de Fauna, dentro de los cuales en todo momento se buscará dar prioridad a aquellas especies que se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas actividades pueden consultarse a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R.
22	Fomentar el pago de servicios ambientales para la biodiversidad.	La presente estrategia deberá ser cumplida e implementada por las autoridades, ya que el presente proyecto no tiene por objeto fomentar el pago de servicios ambientales.
24	Intensificar las acciones de protección de la erosión hídrica o eólica.	El proyecto prevé la implementación de medidas para prevenir la pérdida de suelo, razón por la cual se coadyuva con la presente estrategia.
28	Planeación ecológica territorial.	Se prevé que corresponde a la autoridad local y estatal la planeación ecológica territorial, no obstante, tal como se evidencia en este Capítulo el



		proyecto observará los instrumentos que resulten aplicables, tal es el caso del presente Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal.
29	Promover políticas de turismo ecológico y de aventura	Corresponde a los tres órdenes de gobierno el promover políticas de turismo ecológico y aventura.
36	Fomentar la protección del corredor biótico Manantlán-Manzanillo Norte- La Salada-Tecuanillo.	Corresponde al gobierno, fomentar la protección del corredor biótico Manantlán-Manzanillo Norte- La Salada-Tecuanillo.
39	Capacitar a las comunidades, para proteger, preservar y aprovechar los recursos naturales.	No corresponde a la promovente, como particular, capacitar a las comunidades, se prevé que ello corresponde a las autoridades locales y estatales. No obstante, cabe señalar que se proyecta la capacitación al personal que labore en las diferentes etapas del proyecto, lo que coadyuvará con la estrategia en cita.
41	Fomentar el proyecto del corredor industrial Jalipa - Camotlán de Miraflores-Peña Colorada.	Corresponde al gobierno, fomentar el proyecto del corredor industrial Jalipa - Camotlán de Miraflores-Peña Colorada. Por otro lado, el proyecto fomenta el corredor industrial en comento, ya que el promovente es precisamente el Consorcio Minero Peña Colorada.
42	Consolidar el corredor tecnológico industrial Buena Vista-Piscila	Corresponde al gobierno el consolidar el corredor tecnológico industrial Buena Vista-Piscila.
46	Fomentar programas de fijación de carbono	Corresponde al gobierno fomentar programas de fijación de carbono; no obstante lo anterior, cabe hacer patente que para el desarrollo del proyecto se prevé la implementación de diversos programas y medidas.

#### III.3.2.4. Criterios.

Los criterios se refieren a una serie de normas, reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y establecen las condiciones para ciertos usos que necesitan tener limitaciones para no generar conflictos ambientales. Para el mejor manejo de los criterios, estos se agrupan por actividad, es decir cada uso potencial en el Estado tiene su grupo de criterios. Asimismo, para cada grupo de criterios se establece la unidad de gestión a la que resultan aplicables. En la siguiente tabla se observa la vinculación del proyecto con los criterios aplicables a las UGAs en las que se incide, considerado los que guardan relación directa con el proyecto y excluyendo los criterios relacionados con la Agroforestería, Agricultura de Temporal, Agroturismo, Actividades Ecoturísticas, Plantaciones Frutales y Agrícolas, Aprovechamientos Forestales, Ganadería,

Investigación Ambiental y Unidades de Manejo, cuyos criterios se han incluido en un Anexo al presente Capítulo, atendiendo a que si bien son aplicables a las UGA's en que se ubica el proyecto, lo cierto es que no guardan relación con el mismo, al tratarse de actividades de naturaleza distinta a las reguladas por dichos criterios.

**Tabla III-17. Vinculación del proyecto con los criterios del POETC aplicables.**

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
<b>Des - Criterios para el desarrollo sustentable</b>		
<b>Des1</b>	Se propiciará la conservación de los recursos naturales, a través del uso sustentable de sus recursos, rescatando el conocimiento tradicional que tienen los habitantes locales, y adecuando y diversificando las actividades productivas.	En primera instancia es importante señalar que los criterios en cita son de observancia para las autoridades locales, pues la regulación de las actividades productivas es una atribución que les confiere.  No obstante lo anterior, el proyecto es congruente con el criterio en cita puesto que fomentará el crecimiento económico en la región brindando empleo local temporal y permanente.
<b>Des2</b>	Se promoverá la realización de estudios para el desarrollo de alternativas productivas para el aprovechamiento sustentable.	Asimismo, la promovente implementará una serie de medidas para la prevención, mitigación y compensación de sus impactos ambientales, con lo que se propiciará la conservación de los recursos existentes en la región.
<b>Des3</b>	Se debe promover la instrumentación de proyectos productivos alternativos a la ganadería extensiva y la agricultura existentes, como criaderos de fauna silvestre, viveros de plantas nativas, etc.	Es de observancia para la autoridad el cumplimiento del criterio en cita. Por otro lado, el proyecto no se suscribe en el sector agropecuario por lo que no guarda relación con el mismo.
<b>Des4</b>	Los estudios de impacto ambiental deberán tomar en cuenta los efectos sobre las UGAS de protección ubicadas en la cercanía de las áreas sujetas a estos estudios.	El proyecto da cumplimiento al criterio en cita puesto que considera los impactos que podría tener su ejecución en las unidades de gestión en las que incide, así como en la región en la que se ubica (Sistema Ambiental Regional). La evaluación de los impactos ambientales inherentes al proyecto puede consultarse a detalle en el Capítulo V de la presente MIA-R.
<b>Edu - Criterios de educación ambiental</b>		
<b>Edu1</b>	Se elaborará un programa de capacitación de los habitantes para la adopción de métodos y técnicas alternativas y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	Si bien la observancia del presente criterio corresponde a la autoridad estatal y local, el proyecto coadyuvará a su cumplimiento puesto que difundirá las medidas propuestas y capacitará a sus trabajadores respecto de su implementación. A partir de lo cual se buscará instruir a los trabajadores participantes en todas las etapas, sobre la importancia del ambiente y como prevenir afectaciones al mismo.

<b>Edu2</b>	Se establecerán los mecanismos adecuados para la divulgación de la información científica hacia la población local.	Corresponde a la autoridad la observancia del presente criterio.
<b>Edu3</b>	Se desarrollarán talleres de capacitación y educación ambiental para los habitantes sobre actividades ecoturísticas y su enfoque hacia la conservación de los recursos naturales.	El proyecto no incluye el desarrollo de actividades ecoturísticas por lo que no guarda relación con el criterio en cita.
<b>Edu4</b>	Se difundirá información de las áreas de importancia para la conservación en los sitios de afluencia del turismo convencional durante temporada de vacaciones, para evitar la incidencia de basura.	Es de observancia para la autoridad el cumplimiento del criterio en cita, así mismo el proyecto no corresponde al desarrollo de una actividad turística por lo que no guarda relación con el criterio en cita.
<b>Edu5</b>	Se deberán establecer programas educativos para incorporar a la ciudadanía en el manejo ambiental urbano (basura, ruido, drenajes, erosión, etc.), a través de material educativo y cursos específicos para las condiciones de la cuenca.	Tal como se mencionó anteriormente, para el desarrollo del proyecto se capacitará a los trabajadores en diversos temas de cuidado ambiental, entre los que destaca el adecuado manejo de residuos. Por lo que, si bien el cumplimiento del criterio en cita corresponde a las autoridades locales, el proyecto coadyuvará en su cumplimiento.
<b>Edu6</b>	Se establecerán programas de capacitación de comunidades en los que se valore la importancia de la tierra y del agua, presentando alternativas de producción.	Corresponde a la autoridad local y estatal la observancia del criterio en cita.
<b>Edu7</b>	Para lograr el incremento de la productividad de las actividades agrícolas, se organizará, capacitará y se gestionará el apoyo técnico y financiero necesario que beneficie a los campesinos.	Corresponde a la autoridad la gestión del apoyo técnico y financiero en apoyo al campesinado para el desarrollo de actividades agrícolas.
<b>Edu8</b>	Se difundirá a través de diversos medios de comunicación, programas de cultura forestal, con la participación de las autoridades del Gobierno Federal, Estatal y Municipal e instituciones educativas públicas y privadas.	Corresponde a la autoridad la difusión de la cultura forestal y la impartición de asesoría a las poblaciones ejidales.
<b>Edu9</b>	Se inducirá a la población ejidal, para que participe directamente en la conservación y administración de los recursos forestales, proporcionándoles la asesoría adecuada.	
<b>Edu10</b>	Se llevarán a cabo programas de capacitación turística para eficientar el servicio prestado, siendo necesario disponer del apoyo de las autoridades turísticas del ámbito Federal.	El proyecto no pertenece al sector turístico por lo que no guarda relación con el criterio en cita.
<b>Inf - Criterios para infraestructura</b>		

<b>Inf1</b>	Todo proyecto de obra que se pretenda desarrollar, deberá ingresar al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.	El proyecto da cumplimiento al criterio en cita toda vez que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a través de la presentación de este Manifestación de Impacto Ambiental.
<b>Inf2</b>	Se prohíbe ubicar instalaciones termoeléctricas o subestaciones a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos. Las instalaciones de fuentes de energía no convencionales (solar, eólica) podrán hacerse dentro del área que se pretende desarrollar.	El proyecto que nos ocupa no prevé la instalación y/u operación de termoeléctricas o subestaciones, por lo que no se contraviene el criterio en cita.
<b>Inf3</b>	Se deberán restaurar las áreas afectadas producto de las obras de infraestructura, de acuerdo a un plan aprobado por las autoridades competentes.	Si bien el proyecto que nos ocupa no es en sí un proyecto de infraestructura, se ajusta al presente criterio, en virtud de que considera actividades de compensación por el cambio de uso de suelo de la superficie requerida para su desarrollo, tales como acciones de reforestación y de protección y conservación de suelos. Estas acciones se encuentran descritas en el Capítulo VI de la presente MIA-R, misma que se presenta para solicitar la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental.  No sobra mencionar que el promovente dará cumplimiento a lo que establezca la autoridad en caso de autorizar el proyecto.
<b>Inf4</b>	Todo proyecto de infraestructura, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos al desarrollo de la misma, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes.	En estricto sentido el proyecto no corresponde a un proyecto de infraestructura; no obstante lo anterior y dada su naturaleza, al momento de tramitar las autorizaciones correspondientes requeridas para el proyecto, si así lo requieren las autoridades competentes, se procederá a informar a la población circundante, e igualmente se participará en los planes de contingencia que establezca la autoridad en su caso; pues a la fecha la empresa promovente ha trabajado conjuntamente con la autoridad Municipal en labores de equipamiento a la Unidad de Protección Civil.
<b>Inf5</b>	La construcción de infraestructura vial requiere evaluación de impacto ambiental.	El proyecto no pretende el desarrollo de infraestructura vial por lo que no guarda relación con el criterio en cita.
<b>Inf6</b>	Los taludes en caminos se deberán estabilizar, con vegetación nativa.	En cumplimiento con el criterio en cita, para estabilización de los caminos incluidos en el proyecto se utilizará hidrosiembra con especies nativas.
<b>Inf7</b>	Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección a la fauna.	El proyecto dará cumplimiento al criterio en cita puesto que para los caminos incluidos en el

		proyecto contará con reductores de velocidad y señalamientos de protección a la fauna.
<b>Inf8</b>	La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica, telefonía y telegrafía (postes, torres, estructuras, equipamiento y antenas), deberá ser autorizada mediante la evaluación de una manifestación de impacto ambiental.	El proyecto da cumplimiento a lo establecido en el criterio en cita puesto que se somete a evaluación en materia de impacto ambiental a partir de la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental.
<b>Inf9</b>	La instalación de infraestructura se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.	El proyecto no contempla la construcción de infraestructura que pueda ser colocada sobre un derecho de vía, dado que se aprovechara la infraestructura existente y en su caso se adecua.
<b>Inf10</b>	Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía.	Corresponde a la autoridad la promoción de la instalación de fuentes alternativas de energía, por lo que no se guarda relación el proyecto con el criterio en cita.
<b>Inf11</b>	Se promoverá la instalación de infraestructura pública y sistemas domésticos para la captación del agua de lluvia proveniente de pisos, terrazas, techos y pavimento.	El proyecto pertenece al sector privado y no le compete la instalación de infraestructura pública, por lo que no es de observancia el criterio en comento.
<b>Inf12</b>	La infraestructura hidráulica para abastecimiento de agua potable y de riego ya existente, estará sujeta a la evaluación y regulación que se establezca en un programa de manejo.	El proyecto no incluye la instalación de infraestructura para el abastecimiento de agua potable y riego, por lo que no guarda relación con el criterio en cita.
<b>Inf13</b>	Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a construcciones y caminos de acceso en forma gradual, de conformidad al avance del mismo y en apego a las condicionantes de evaluación de impacto ambiental.	Para el proyecto sólo se considera el desmonte de las áreas requeridas para su desarrollo. El desmonte no se ejecutará hasta en tanto no se cuente con las autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo, además de que se efectuará de forma gradual y conforme lo establezca, o condicione, la autoridad competente.
<b>Inf14</b>	Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas, nunca sobre ecosistemas relevantes.	El proyecto dará cumplimiento a los presentes criterios ya que considera la instalación de campamentos temporales.
<b>Inf15</b>	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de recolección y disposición de desechos sanitarios en áreas autorizadas por el municipio.	
<b>Inf16</b>	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.	
<b>Inf17</b>	Los productos primarios de las construcciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, etc.), deberán	En todas las etapas del proyecto, incluidas la preparación del sitio y construcción, se implementará el Programa de Manejo de Residuos, en el que se consideran las medidas

	disponerse en confinamientos autorizados por el Municipio.	pertinentes para el adecuado manejo y disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso. La disposición de estos residuos se realizará a través de una empresa especializada y en sitios debidamente autorizados por las autoridades locales, estatales y federales.
<b>Inf18</b>	Para la edificación de cualquier infraestructura se deberá dar preferencia a la utilización de materiales de la región.	Para el proyecto se priorizará la utilización de materiales de la región.
<b>Inf19</b>	Se debe contemplar la instrucción de los trabajadores de obra en la adopción de medidas preventivas adecuadas contra siniestros.	Previo al inicio de las obras y actividades del proyecto, se impartirá un curso de capacitación al personal involucrado, en el cual se abordaran tanto temas ambientales como de seguridad en el trabajo. Se harán de su conocimiento las medidas establecidas en la presente MIA-R con el fin de prevenir afectaciones al ambiente y actuación en caso de siniestros.
<b>Inf20</b>	Se deberá procurar la mínima perturbación a la fauna en la movilización de trabajadores y flujo vehicular durante la construcción de obras.	Previo al inicio de actividades del proyecto se llevará a cabo el rescate y reubicación de fauna con el fin de evitar su afectación. Se hará del conocimiento del personal operativo el Programa de Manejo de Fauna, para sensibilizarlo y minimizar la perturbación a la fauna.
<b>Min - Criterios para las actividades extractivas</b>		
<b>Min1</b>	Los predios sujetos a exploración y explotación minera deberán contar con una manifestación de impacto ambiental y cumplir con las medidas de mitigación, restauración y abandono del sitio.	Aun cuando el proyecto no incluye la exploración y explotación minera, al encontrarse suscrito en el sector minero se somete a evaluación de impacto ambiental mediante la presentación de una MIA-R, por lo que se da cumplimiento al criterio en cita.
<b>Min2</b>	Se podrá realizar exploración y explotación de la actividad minera.	El proyecto no incluye la exploración y explotación minera, por lo que no guarda relación con el criterio en cita.
<b>Min3</b>	Se fomentará la explotación de los recursos minerales metálicos y no metálicos, principalmente grava, arena, piedra, así como la producción de tabique y tabicón, con la finalidad de mejorar los ingresos de la población.	El proyecto se encuentra asociado a la extracción de mineral de hierro, por lo que coadyuvará en la mejora de los ingresos de la población, dado que es la principal fuente económica de la región. Dando cumplimiento al criterio en cita.
<b>Min4</b>	Los recursos minerales metálicos y no metálicos, se explotarán en forma intensiva y racional, mediante la capacitación adecuada de los propietarios y empresarios y el acceso a créditos indispensables para iniciar su explotación, considerando su rentabilidad.	Aun cuando el proyecto no incluye la explotación directa de minerales sino que se encuentra asociado a dicha actividad, se ajusta al criterio en cita, puesto que cuenta con un enfoque sustentable de aprovechamiento de los recursos, de tal manera que sean aprovechados racionalmente.

<b>Min5</b>	La operación de nuevos yacimientos de minerales metálicos y bancos de material pétreo será definida por medio de una Manifestación de Impacto Ambiental.	El proyecto no incluye el desarrollo de nuevos yacimientos por lo que no guarda relación con el criterio en cita.
<b>Min6</b>	En la actividad minera con fines comerciales se establecerá un área de explotación (sacrificio) y áreas de reserva como bancos de germoplasma donde se reubiquen las especies susceptibles de trasplantarse. Estas áreas de reserva deberán tener condiciones ambientales similares a los sitios de explotación para garantizar el éxito de la reubicación de especies vegetales. Asimismo, se deberá promover la creación de un vivero para las acciones de restauración. La extracción y trasplante, así como la definición de las áreas de reubicación de especies, deberá hacerse de acuerdo a la normatividad vigente.	<p>Aún cuanto el proyecto no pretende establecer nuevas áreas de explotación, se ajusta al presente criterio puesto que la promovente cuenta actualmente con un área acondicionada como vivero, misma que se denominó Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “Peña Colorada”.</p> <p>En este sitio se resguardará y conservarán a las especies que sean rescatadas del área del proyecto para su posterior reubicación.</p> <p>Para el rescate y reubicación de las especies se implementará el Programa de Manejo de Flora que incluye, entre otras actividades, sitios de reubicación y el monitoreo post-trasplante.</p> <p>Adicionalmente a la compensación de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto, la promovente establece dentro del Capítulo VI una propuesta integral que muestra su compromiso con el ambiente, trabajando bajo cuatro ejes ambientales los cuales son: conservación y protección del sitio de anidación de la especie <i>Eupsittula canicularis</i>, la educación ambiental bajo distintas temáticas, reproducción de especies vegetales bajo alguna categoría de riesgo listadas en la modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y comunes tropicales y la restauración de sitios degradados, los cuales podrán ser consultados a detalle como ya se mencionó en el Capítulo VI de la presente MIA; sin embargo se resalta que sus acciones específicas son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección y acondicionamiento del sitio de anidación de una especie avistada (<i>Eupsittula canicularis</i>) y una especie con distribución potencial (<i>Amazona finschi</i>) listadas en la modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en protección especial (Pr) y en Peligro de extinción (P) respectivamente.</li> <li>• Reproducción y mantenimiento de especies de flora catalogadas en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés regional, así como el resguardo temporal de vegetación de rescate.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impartir educación ambiental mediante recorridos interpretativos y parcelas demostrativas de sistemas agroecológicos.</li> <li>• Restaurar sitios degradados por actividades ganaderas.</li> <li>• Protección y manejo de un área destinada a la conservación (área de reubicación de flora y fauna).</li> </ul>
<b>Min7</b>	<p>Es necesario que se establezca un plan de manejo de residuos sólidos y líquidos producidos en los campamentos de residencia. En caso de asentarse plantas de beneficio de mineral y presas de jales deberá de cumplir con la normatividad aplicable. Las áreas explotadas deberán ser rehabilitadas a través de acciones de conservación de suelo y agua.</p>	<p>En cumplimiento al criterio en cita, el proyecto considera un Programa de Manejo de Residuos para todas sus etapas, donde se incluyen las medidas necesarias para el adecuado manejo de residuos sólidos y líquidos.</p> <p>Así mismo, el proyecto observará la <i>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.</i></p> <p>Por último, una vez concluidas las actividades de operación del proyecto, se llevarán a cabo trabajos de restauración y abandono, con lo que se pretende realizar obras de conservación de suelo y reforestación mismas que han sido incluidas en las medidas para prevenir la pérdida de suelo y en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, los cuales pueden ser consultadas a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R.</p>
<b>Min8</b>	<p>Todo aprovechamiento de materiales pétreos y bancos de material deberán contar con la licencia ambiental única emitida por la Secretaría de Desarrollo Urbano prevista en la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.</p>	<p>El proyecto no consiste en el aprovechamiento de materiales pétreos o bancos de material, por lo que no guarda relación con el criterio en cita.</p>
<b>Min9</b>	<p>La autorización o incremento de las cuotas de explotación de materiales pétreos sólo podrá otorgarse si se presenta una Manifestación de Impacto Ambiental y un estudio de Riesgo Ambiental que incluya de manera clara el programa de explotación del banco y un programa de abandono productivo que haga referencia explícita a los mecanismos, métodos y técnicas para la restauración del sitio. En caso de ser favorable, el resolutivo correspondiente deberá condicionarse a que el promovente otorgue una garantía (fianza) que cubra los costos del Programa de Abandono</p>	<p>Como ya se mencionó, el proyecto no consiste en la explotación de materiales pétreos sino en el emplazamiento de un depósito de jales secos, por lo que no guarda relación con el criterio en cita.</p>



	<p>Productivo y, en su caso, de restauración del banco conforme a las estipulaciones de la NOM-EM-138-ECOL-2002, que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración, previo a la terminación del proceso administrativo con la autoridad reguladora de la extracción dentro de la UGA con base en el o los programas propuestos dentro del programa de Abandono Productivo.</p>	
<p><b>Min10</b></p>	<p>Todo proyecto minero, ya sea de competencia Federal o Estatal deberá presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). En dicha MIA y para su autorización correspondiente, así como para el otorgamiento de la licencia de funcionamiento municipal y el otorgamiento de la licencia local de funcionamiento ambiental, el promovente o titular de la concesión minera, deberá desarrollar y presentar un Programa de Abandono Productivo que haga referencia explícita a los mecanismos, métodos y técnicas para la restauración del sitio conforme a las estipulaciones de la <i>NOM-EM-138-ECOL-2002, que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración</i>, previo a la terminación del proceso administrativo con la autoridad reguladora de la extracción dentro de la UGA. Para garantizar el cumplimiento de dicho programa, y para el otorgamiento de las licencias estatales y municipales antes referidas, el promovente o titular de la concesión minera deberá presentar una fianza a favor del Fideicomiso Ambiental por el monto total del costo del Programa de Abandono Productivo antes referido.</p>	<p>El proyecto guarda relación estrecha con la actividad minera por lo que en cumplimiento a la LGEEPA, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y en particular al criterio en cita, se presenta esta MIA-R.</p> <p>Asimismo, una vez que concluya la vida útil del proyecto y en caso que resulte aplicable se procederá a caracterizar y remediar las áreas conforme lo establecido en la <i>NOM-138-SEMARNAT-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación</i> (misma que ha sustituido a la NOM-EM-138-ECOL-2002).</p> <p>Cabe destacar que para el desarrollo del proyecto se implementarán las medidas preventivas necesarias para evitar la contaminación del suelo, particularmente con residuos e hidrocarburos. Estas medidas se describen a detalle dentro del Plan de Vigilancia Ambiental propuesto en el Capítulo VI del presente documento.</p> <p>Asimismo, conforme a la naturaleza del proyecto, la promovente gestionará, ante las autoridades locales competentes, las licencias locales que se requieran, y cumplirá con los trámites y requisitos que le sean establecidos.</p>
<p><b>Min11</b></p>	<p>Todo proyecto minero, ya sea de competencia Federal o Estatal, deberá contemplar como medida ambiental compensatoria la restauración de cinco veces la superficie afectada, ya sea <i>in situ</i> o <i>ex situ</i>, para que se autorice el permiso correspondiente de explotación a través del resolutivo de impacto ambiental federal, la licencia ambiental única Federal o Estatal y la</p>	<p>Al respecto se manifiesta, que aun cuando en el presente criterio se menciona que se deberá contemplar como medida compensatoria la restauración para que se autorice el permiso correspondiente de <b>explotación minera</b> a través de la autorización en materia de impacto ambiental federal, se señala que dicho requisito (la medida compensatoria) no forma parte de los mencionados en el Reglamento de la Ley</p>

	<p>licencia de funcionamiento municipal ya sea nuevo, por renovación o ampliación.</p>	<p>General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental para la presentación de una manifestación de impacto ambiental; mientras que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento tampoco lo contemplan como un requisito; sin embargo una vez que se solicite la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción y cuando la autoridad lo solicite, se presentará el pago al Fondo Forestal Mexicano, el cual tiene como finalidad de conformidad con el artículo 152, último párrafo del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, utilizarse para la <b>reforestación de áreas prioritarias</b>.</p> <p>Ahora bien, el presente proyecto, si bien es cierto guarda relación con la actividad minera, también es cierto que <b><u>no llevará a cabo actividades de explotación minera</u></b>, motivo por el cual no es de observancia el presente criterio para el mismo.</p> <p>Cabe destacar, que el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su párrafo segundo menciona que <i>“Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.”</i></p> <p>Considerando lo anterior, de aplicar el presente criterio al proyecto por la autoridad, esto se traduciría en una doble carga para la promovente, contraria al objetivo que ampara el pago al Fondo Forestal Mexicano, que tiene por objeto compensar la afectación que se genere por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, pues el artículo el artículo 98 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, cita:</p> <p><i>Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el</i></p>
--	--	---

	<p><i>Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, <b><u>para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten</u></b>, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.</i></p> <p>De conformidad con los artículos anteriores, es posible concluir que el pago al Fondo Forestal, tiene como objetivo principal que el mismo se destine a la realización de actividades de reforestación o restauración y mantenimiento; sin embargo como ya se mencionó el proyecto <b>no pretende</b> obtener una autorización en materia de impacto ambiental para llevar a cabo actividades de explotación minera a que hace referencia el criterio de referencia.</p> <p>Por otro lado el artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), garantiza el principio de jerarquía normativa, el cual establece que una norma de rango inferior no puede ir contra lo dispuesto en otra que tenga rango superior. Por tanto, si se da para un mismo supuesto la posibilidad de aplicar dos normas diferentes y que no proporcionan igual solución al asunto, prevalecerá siempre la norma de rango superior, que será la aplicada.</p> <p>Aunado a lo anterior, el artículo 10, fracción XII de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), otorga a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y no a la autoridad estatal (quien emite el POETC) la facultad de definir mecanismos de compensación por los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales, por lo que en su momento la autoridad en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción se pronunciará al respecto.</p> <p>No obstante lo anterior, se reitera que dada la naturaleza del proyecto, el presente criterio no es de observancia para el mismo.</p>
--	---

<b>Min12</b>	La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Autoridad Ambiental Estatal, en el ámbito de sus competencias, deberán realizar auditorías o inspecciones mínimamente una vez al año a los productores mineros y a los titulares de concesiones mineras con referencia al manejo de sus residuos conforme a los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento así como la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima y sus reglamentos.	No guardan relación con el proyecto los presentes criterios. Corresponde a la autoridad ambiental el cumplimiento de lo indicado en el criterio en comento.  Sin embargo, en correspondencia con lo establecido en el criterio en cita, la empresa promovente atenderá las visitas que en su momento pudiera realizar la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Autoridad Ambiental Estatal.
<b>Min13</b>	La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Autoridad Ambiental Estatal, en el ámbito de sus competencias, deberán realizar auditorías o inspecciones mínimamente una vez al año a los titulares de concesiones mineras con referencia al cumplimiento de la normatividad ambiental y, en su caso, las condicionantes que hayan establecido en su autorización la SEMARNAT o la Secretaría de Desarrollo Urbano, en el ámbito de sus competencias.	
<b>Min14</b>	Los titulares de concesiones mineras deberán cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas que regulan los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035-Semarnat-1993, NOM-043- Semarnat-1993) y de calidad de agua (NOM-001-Semarnat-1996 y NOM-002-Semarnat-1996).	Tal como se evidencia en apartados posteriores, el proyecto da cumplimiento a la normatividad aplicable en materia de emisiones a la atmósfera, calidad del agua, entre otras aplicables.
<b>Min15</b>	En caso de actividades mineras de competencia de la federación, estas deberán sujetarse a la normatividad ambiental federal y a lo establecido en la NOM-Semarnat-120-1997.	Al tratarse el proyecto de una actividad distinta a la exploración minera directa, la norma NOM-120-SEMARNAT 2011, no es de observancia para el mismo.
<b>Min16</b>	Se deberá desalentar el establecimiento y la autorización ambiental para la explotación, exploración y beneficio de concesiones mineras de competencia Federal y aprovechamientos mineros de competencia estatal, en UGAs con políticas de Protección y Preservación con fundamento en lo establecido en los artículos 27 y 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, a los Artículos 27 fracción IV y, en su caso 20, de la Ley Minera; Artículos 58 y 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal	El criterio en cita no es prohibitivo ni restrictivo y es de observancia para la autoridad.  En lo que concierne al proyecto, es importante hacer patente que consiste en la construcción y operación de una presa de jales secos y no así en la explotación, exploración y beneficio minero. Por lo que no resulta de observancia ningún supuesto de las actividades directamente reguladas por el criterio en cita.  Por otro lado, las disposiciones enunciadas por el criterio fueron consideradas y analizadas en el desarrollo del presente capítulo, por lo que puede consultarse a detalle la vinculación y

	Sustentable y, cuando corresponda, al Artículo 59 de la Ley Agraria.	cumplimiento del proyecto a estas disposiciones en el apartado anterior denominado “Ordenamientos Jurídicos”.
<b>Min17</b>	Las actividades de beneficio minero definidas como tales en la Ley Minera realizadas fuera de las áreas de exploración y explotación se considerarán como actividad industrial y aplicarán los criterios de regulación ecológica “In”.	El proyecto no incluye actividades de beneficio <sup>2</sup> , por lo que no guarda relación con el criterio en cita.
<b>Min18</b>	Los sitios de trabajo o trituración para preparación de minerales o sustancias reservadas para la federación establecidos fuera del área de la concesión minera deberán contar con una Manifestación de Impacto Ambiental Federal y un Estudio Técnico Justificativo para cambio de uso del suelo para su autorización. En la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente se deberá detallar y explicitar las medidas de control de la contaminación atmosférica por emisión de polvos, los mecanismos para el cumplimiento de los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035-Semarnat-1993, NOM-043-Semarnat-1993) y las medidas cautelares para el control de erosión del almacenamiento a cielo abierto de materiales. En caso de ser autorizado el proyecto, y como parte de las condicionantes del resolutive correspondiente, el titular de la concesión minera o responsable del proyecto, deberá presentar un seguro ambiental por la vigencia útil de las operaciones por los posibles daños ambientales por efecto de contaminación atmosférica o de lixiviado de materiales. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente deberá realizar inspecciones periódicas a estos proyectos para verificar el cumplimiento de las condicionantes respectivas.	El proyecto no incluye un sitio de trabajo o trituración para preparación de minerales o sustancias reservadas para la federación. No obstante lo anterior, es congruente con el presente criterio porque para su desarrollo requiere de autorización de impacto ambiental. Adicionalmente dará observancia a las normas oficiales mexicanas en materia de emisiones a la atmósfera (tal como se expone en numerales posteriores) y para su desarrollo implementará las medidas pertinentes con el fin de prevenir y minimizar la erosión mismas que se estructuran y describen a detalle en las medidas para prevenir la pérdida de suelo contenidas en el Capítulo VI de la presente MIA-R.
<b>Min19</b>	Los sitios exclusivos de trabajo o trituración de materiales pétreos deberán contar con una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) Estatal para su autorización. En la MIA correspondiente se deberá detallar y explicitar las medidas de control de la contaminación atmosférica por emisión de	El proyecto no consiste en un sitio de trabajo o trituración de materiales pétreos por lo que no guarda relación con el criterio en cita.

<sup>2</sup> “**Artículo 3.-** Para los efectos de la presente Ley se entiende por: [...] III.- **Beneficio:** Los trabajos para preparación, tratamiento, fundición de primera mano y refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos”. (Ley Minera, Última Reforma DOF 11-08-2014).

	<p>polvos, el cumplimiento de los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035- Semarnat-1993, NOM-043-Semarnat-1993) y las medidas cautelares para el control de erosión de almacenamiento de materiales. En caso de ser autorizado el proyecto, y como parte de las condicionantes del resolutivo correspondiente, el titular del proyecto deberá presentar una fianza a favor del fideicomiso ambiental por la vigencia de la licencia local de funcionamiento ambiental por los posibles daños ambientales por efecto de contaminación atmosférica o de lixiviado de materiales.</p>	
<b>Min20</b>	<p>Los promoventes que pretendan realizar actividades de extracción de arena para la construcción dentro de la Zona Federal de los cauces de la UGA deberán contar con una autorización explícita de la Comisión Nacional del Agua y presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) de carácter Federal. En dicha MIA, se deberá presentar un estudio específico de los procesos de sedimentación en el cauce y los efectos sobre dichos procesos de las actividades de extracción de arena, así como las medidas de resguardo y reforestación de la vegetación de galería del cauce.</p>	<p>El promovente no pretende realizar actividades de extracción de arena, no obstante ello, para las obras de reencauzamiento del cuerpo de agua, se obtendrá la autorización de la Comisión Nacional del Agua, por lo que el criterio en cita no guarda relación con el proyecto.</p>
<b>Min21</b>	<p>Los promoventes que pretendan realizar actividades de extracción de arena para la construcción fuera de la Zona Federal de los cauces de la UGA y hasta 200 m de ésta deberán contar con una autorización explícita de la Autoridad Ambiental Estatal y presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) de carácter estatal. En dicha MIA, se deberá presentar un estudio específico de los procesos de sedimentación en el cauce y los efectos sobre dichos procesos de las actividades de extracción de arena, así como las medidas de resguardo y reforestación de la vegetación de galería del cauce.</p>	<p>En caso de que así resulte procedente, se obtendrán las autorizaciones que corresponda obtener por parte de otras autoridades en materia ambiental, como se manifiesta dentro del presente criterio.</p>
<b>Min22</b>	<p>En los centro de población y, por su posible impacto ambiental, sólo podrán ser autorizados proyectos de beneficio minero (trabajos para preparación, tratamiento, fundición de primera mano y refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u</p>	<p>El proyecto no considera actividades de beneficio minero o de trituración, además de que no se ubica dentro de un centro de población, por lo que no se guarda relación con el criterio en cita.</p>

	<p>obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos) o de trituración y acondicionamiento de materiales pétreos dentro de las zonas consideradas como I3 (industria pesada y de alto impacto) del Programa de Desarrollo Urbano de los Municipios, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano Correspondiente o en parques industriales debidamente autorizados además de cubrir los requisitos de los criterios “In” del presente instrumento.</p>	
<b>Min23</b>	<p>En el caso de las actividades de Exploración y Explotación previstas en la Ley Minera, para el otorgamiento o renovación de la licencia local de funcionamiento ambiental y la licencia de funcionamiento municipal, los titulares de las concesiones mineras deberán presentar una fianza a favor del fideicomiso ambiental estatal, o en su defecto el gobierno del estado, que cubra la totalidad de los costos de las actividades de restauración que indican los numerales 4.1.23 al 27 de la NOM- SEMARNAT-120-1997.</p>	<p>El criterio en cita no es de observancia para el proyecto puesto que este no incluye el desarrollo de exploración y explotación minera.</p>
<b>Min24</b>	<p>Las Manifestaciones de Impacto Ambiental Federales para la exploración o explotación de minerales o sustancias reservadas a la federación; o estatal, en el caso de materiales pétreos, en sitios con pendientes mayores al 15% deberán contener un estudio específico de los procesos erosivos del sitio, así como una sección en donde se detallan las medidas de ingeniería ambiental para el control de la erosión y la protección de cauces o arroyos permanentes o intermitentes. En caso de ser autorizados, los resolutivos correspondientes estarán condicionados a la presentación de un seguro ambiental (en el caso Federal) o una fianza a favor del Fideicomiso Ambiental por la vigencia de la licencia ambiental única Federal y Estatal que cubra los posibles daños ambientales por efecto de incremento en las tasas de erosión ladera y cuenca abajo del proyecto que se trate así como los posibles daños a arroyos y cauces.</p>	<p>Se destaca que la Unida Minera de la promovente viene operando desde años anteriores (70’s), incluso antes de la existencia de las actuales leyes, reglamentos, normas y ordenamientos en materia ambiental, por lo que la actividad minera ha venido operando conforme a la legislación y normatividad aplicable en su momento. Ahora bien, el presente proyecto no realizará obras y/o actividades relacionadas con la exploración o explotación minera, pues estas ya se llevan a cabo.</p> <p>En razón de lo anterior, para el presente proyecto, no es de observancia el criterio en cita</p>
<b>Con - Criterios para la conservación</b>		
<b>Con1</b>	<p>Se propiciará la conservación de los recursos naturales, a través del uso sustentable de sus</p>	<p>El proyecto pretende diversificar las actividades productivas de la región; asimismo, la</p>

	<p>recursos, rescatando el conocimiento tradicional que tienen los habitantes locales, y adecuando y diversificando las actividades productivas.</p>	<p>promovente implementará una serie de medidas para la prevención, mitigación y compensación de sus impactos ambientales, con lo que se propiciará la conservación de los recursos existentes en la región.</p> <p>Por otro lado, el proyecto dará cumplimiento al precepto en cita puesto que para la ejecución de sus diferentes etapas implementará una serie de medidas para prevenir y mitigar los impactos previstos en el presente estudio. Dichas medidas se estructuran en el Programa de Vigilancia Ambiental, mismo que se integra por los siguientes programas y medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de Rescate y Reubicación de Flora.</li> <li>• Programa de Manejo de Fauna.</li> <li>• Programa de Manejo Integral de Residuos.</li> <li>• Medidas para prevenir la pérdida de suelo.</li> <li>• Medidas para prevenir la contaminación con hidrocarburos.</li> <li>• Medidas para minimizar la emisión de gases de combustión.</li> <li>• Medidas para minimizar la emisión de polvos.</li> <li>• Medidas para minimizar la emisión de ruido.</li> </ul>
<p><b>Con2</b></p>	<p>Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo autorización expresa para pie de cría.</p>	<p>El proyecto da cumplimiento al criterio de referencia, dado que para su realización no pretende la extracción ni aprovechamiento de especies, pues contrario a ello, propone en la presente MIA-R la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y un Programa de Manejo de Fauna.</p>
<p><b>Con3</b></p>	<p>Se llevará a cabo un diagnóstico completo que determine la factibilidad, magnitud y limitaciones de las especies de fauna silvestre, para desarrollar actividades de manejo en semicautiverio.</p>	<p>El proyecto no pretende desarrollar actividades de manejo de especies de fauna silvestre para semicautiverio, motivo por el cual, no resulta vinculante el presente criterio.</p>
<p><b>Con4</b></p>	<p>Se fomentará el pago de servicios ambientales.</p>	<p>El proyecto no pretende el fomento de pago de servicios ambientales, no obstante ello, en su momento, cuando presente la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción y la autoridad así lo requiera, se realizará el pago al Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental. Asimismo, se destaca que le empresa promovente ha participado</p>



		desde 2014 hasta 2020 con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), pues firmaron un convenio de colaboración para la adhesión de 511 hectáreas del municipio de Minatitlán (entre ellas la comunidad de Arrayanal) al programa de Pago por Servicios Ambientales de la CONAFOR, a través del esquema de Fondos Concurrentes.
<b>Con5</b>	Se fomentarán y apoyarán técnica y financieramente los esfuerzos comunitarios de conservación y rescate de fauna y flora silvestre.	El proyecto coadyuva con el presente criterio al considerar dentro de su Plan de Vigilancia Ambiental, la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Programa de Manejo de Fauna.
<b>Con6</b>	Se iniciará un proceso de reintroducción de fauna nativa en aquellas áreas donde haya sido desplazada.	El presente proyecto no tiene como finalidad la reintroducción de fauna, sin embargo dentro del Programa de Manejo de Fauna que se propone en la presente MIA-R, se procurará el manejo adecuado de la misma.
<b>Con7</b>	Se inducirá a la población, para que participe directamente en la conservación y administración de los recursos naturales, proporcionándoles la asesoría adecuada.	<p>El proyecto coadyuva con el presente criterio, ya que ejecutara los diversos programas con recursos y personal propios, como se proponen en el Plan de Vigilancia Ambiental, mismos que pueden ser consultadas a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R.</p> <p>Si bien la observancia del presente criterio corresponde a la autoridad estatal y local, el proyecto coadyuvará a su cumplimiento puesto que difundirá las medidas propuestas y capacitará a sus trabajadores respecto de su implementación. A partir de lo cual se buscará instruir a los trabajadores participantes en todas las etapas, sobre la importancia del ambiente y como prevenir afectaciones al mismo.</p> <p>Por otra parte, cabe mencionar que actualmente la promovente ya tiene acercamientos con la comunidad de la zona y escuelas, ya que se imparten charlas sobre el tema de conservación de felinos y los trabajos que se realizan en la UMA con que cuenta.</p>
<b>Con8</b>	Se preservarán las especies endémicas de árboles.	Al respecto cabe mencionar que el presente criterio es de observancia a la UGA 40, por lo que se hace del conocimiento de la autoridad que el proyecto considera el Programa de Rescate y Reubicación de Flora que tiene como finalidad el establecimiento y desarrollo de las técnicas más adecuadas para la preservación y manejo de la flora silvestre que pudiera verse comprometida por las acciones del proyecto. Dicho programa no solo considera el rescate y reubicación de especies en riesgo, sino también de las especies endémicas registradas en los muestreos de

		<p>campo y que sean susceptibles de dichas actividades. De esta manera se evitará la pérdida de la diversidad florística local y se asegura la supervivencia y preservación de las especies endémicas.</p> <p>Entre otras especies endémicas el Programa considera las especies <i>Cedrela odorata</i>, <i>Ureca pacifica</i> y <i>Vervesina oligantha</i>.</p>
<b>Con9</b>	Se establecerán unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre	La promovente tiene autorizada la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) SEMARNAT-UMA-IN-097-COL/2012, ante la SEMARNAT, con su correspondiente Programa de Manejo, por lo cual cumple los presentes criterios.
<b>Con10</b>	Las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) deberán contar con un Programa de Manejo autorizado.	
<b>Con11</b>	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas sin previa autorización de la SEMARNAT.	El proyecto no prevé la introducción de especies de flora y fauna exóticas, motivo por cual se da cumplimiento al presente criterio.
<b>Con12</b>	Los relictos de vegetación natural deberán sujetarse a programas de protección y restauración.	<p>En el área propuesta para el proyecto no se identifican relictos de vegetación. En particular, la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, que es la que se encuentra dentro de la UGA 40, presenta una mayor extensión en el SAR (2,406.6 ha).</p> <p>A pesar de lo anterior, se tiene considerado la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, que considera el rescate de individuos y/o germoplasma de las especies que se encuentran listadas en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, o que sean especies endémicas o de difícil regeneración y con alto valor de importancia ecológica. Con lo anterior, se evitará la pérdida de diversidad florística local presente en el área del proyecto.</p>
<b>Con13</b>	Los fragmentos de vegetación deberán protegerse. Se promoverá el diseño de corredores ecológicos que incrementen la conectividad entre estos fragmentos.	<p>Para el cumplimiento del presente criterio requiere de la intervención de la autoridad, asimismo, el proyecto no tiene por objeto promover el diseño de corredores biológicos; sin embargo, es importante destacar que la ubicación del proyecto no incidirá en los corredores identificados a nivel del SAR, hecho que es coincidente con los parches de vegetación identificados en el estudio de fragmentación.</p> <p>No obstante ello, los tipos de vegetación dentro del área del proyecto, la VSa/SBC, que es el tipo de vegetación que se encuentra dentro del UGA 40, presenta una mayor extensión dentro del SAR (2,406.6 ha). Por lo anterior, aun con el</p>

		desarrollo del proyecto no resultará en un aumento significativo de fragmentación en el paisaje en el SAR, y se mantendrá la conectividad natural de la VSa/SBC en el SAR, dado que este tipo de vegetación seguirá presentándose en una masa forestal continua, tal como se observa actualmente.
<b>Con14</b>	Las actividades que se llevan a cabo en las unidades no deberán interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.	Con la ejecución del proyecto no se interrumpirán el flujo y comunicación de los corredores biológicos, motivo por el cual no se contraviene el presente criterio.
<b>Con15</b>	Se deberá contar con un inventario de flora y fauna que contenga datos de distribución y demografía, entre otros.	Para el logro en el cumplimiento de los presentes criterios, se requiere de la intervención de las autoridades, no obstante ello, dentro del Capítulo IV de la presente MIA-R se identificará que existe información relacionada con la flor y la fauna de la zona, adicionalmente se propone un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y un Programa de manejo de Fauna, dentro de los cuales se prevé el monito, así como también se implementarán las acciones necesarias para su protección y conservación.
<b>Con16</b>	Deberá realizarse un monitoreo continuo de las poblaciones de especies de flora y fauna con importancia ecológica, económica y comercial.	
<b>Con17</b>	Se deberá planear e instaurar un manejo apropiado a cada ecosistema que conlleve un uso, conservación y protección, a través de la aplicación de elementos científicos, técnicos y sociales que permitan planear, evaluar y operar acciones sustentables.	
<b>Con18</b>	Se impedirá la construcción de obras en zonas federales, estatales o municipales dedicadas a la protección de flora, fauna o con características naturales, sobresalientes o frágiles.	El proyecto no pretende desarrollarse en zonas de protección federal, estatal o municipal de flora o fauna.
<b>Con19</b>	Se deberán realizar estudios específicos que permitan delimitar las áreas de reproducción de especies sujetas a status y elaborar planes de manejo para su conservación.	El proyecto no tiene como finalidad la delimitación de áreas de reproducción de especies, no obstante ello se coadyuva con el presente criterio dado que se ejecutaran los planes de manejo de la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) SEMARNAT-UMA-IN-097-COL/2012, que la promovente tiene autorizada ante la SEMARNAT, para la debido manejo ambiental de tales especies.
<b>Con20</b>	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-RECNAT-012-1996.	
<b>Con21</b>	El aprovechamiento de plantas medicinales y no medicinales o forestales (usos alimenticios, rituales, ornamentales, etc.) deberá ser restringido al uso doméstico. Cualquier proyecto de explotación intensivo	

	se deberá desarrollar bajo el esquema de UMAS.	El proyecto no prevé el aprovechamiento extractivo y no extractivo de ninguna especies de flora o fauna silvestre en la zona del proyecto, motivo por el cual los presentes criterio no son de observancia para el proyecto.
<b>Con22</b>	Se permite el aprovechamiento de flora y fauna con fines de autoconsumo por parte de las comunidades locales, condicionado a los permisos establecidos con las autoridades competentes.	
<b>Con23</b>	Solo se permite la caza y comercio de fauna silvestre dentro de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).	
<b>Con24</b>	Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo intensivo para uso comercial, repoblación o recreación.	El proyecto no tiene como finalidad promover la instalación de UMA's, sin embargo, la promovente tiene autorizada ante la SEMARNAT, la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) SEMARNAT-UMA-IN-097-COL/2012.
<b>Con25</b>	Las autoridades, en coordinación con los centros de investigación, promoverán la reproducción de especies faunísticas en cautiverio.	Tal como lo establece el propio criterio, corresponde a las Autoridades Locales la promoción de reproducción de especies faunísticas en cautiverio.
<b>Con26</b>	Se deberán establecer viveros e invernaderos para producción de plantas de ornato o medicinales con fines comerciales.	El proyecto no prevé la producción de plantas medicinales o de ornato con fines comerciales.

Tal como se indicó anteriormente, los proyectos del sector minero se encuentran condicionados a la observancia de los criterios ecológicos así como a la autorización en materia de impacto ambiental para la UGA 24 y 40.

De acuerdo con el POETC los usos condicionados son aquellos que debido a su forma de explotación del territorio, no pueden desarrollarse conjuntamente con los usos compatibles sin estar sujetos a una serie de normas o condiciones para prevenir posibles conflictos o afectaciones entre sectores. Por lo que cabe resaltar que el proyecto da cumplimiento a estas normas y condiciones al someterse a evaluación en materia de impacto ambiental mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental donde a su vez se ha demostrado el cumplimiento de los criterios ecológicos aplicables.

En conclusión, el proyecto es congruente con la política y lineamientos establecidos para la Unidad de Gestión Ambiental en la que incide y corresponde con los usos condicionados de esta unidad. Asimismo da cumplimiento a las normas y condiciones de cada unidad y

observará lo establecido en los ordenamientos jurídicos aplicables, además de lo establecido por la autoridad en caso de resolver a favor del proyecto que nos ocupa.

### **III.3.3. Programas de Desarrollo Urbano Municipales.**

Como resultado de la revisión y análisis realizado para la elaboración del presente capítulo se obtuvo que el Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Minatitlán, Colima, no le es aplicable al proyecto, no obstante que se encuentra en proceso de actualización. Por lo que al momento de la realización de la presente MIA-R no se cuenta con un plan vigente que regule el uso de suelo del territorio del municipio en el que incide el proyecto, de tal manera que el mismo queda exento de su observancia hasta el momento de su publicación.

## **III.4. Instrumentos de planeación para el desarrollo**

En esta sección, se hace una descripción breve y concisa referente a la congruencia del proyecto con respecto a las políticas regionales de desarrollo social, económico y ambiental, contempladas en los instrumentos de planeación para las gestiones federales, estatales y municipales.

Si bien la vigilancia y cumplimiento de estas políticas no es aplicable directamente al proyecto, estas se encuentran relacionadas con el mismo ya que tienen la finalidad de conciliar la promoción del crecimiento económico y la distribución de beneficios que permitan satisfacer las necesidades de la población y abatir las desigualdades sociales desde un enfoque territorial.

Es decir, estos instrumentos buscan fundar las bases para lograr el desarrollo y crecimiento de la región o del sector en el que se enfocan, en consideración de sus potencialidades o problemáticas. Los instrumentos revisados y vinculados con el proyecto se muestran en el siguiente esquema y se vinculan en los apartados siguientes.



Figura III-5. Instrumentos de planeación para el desarrollo vinculados con el proyecto.

### III.5. Plan Nacional de Desarrollo de 2019-2024.

Nuestro país está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. El desarrollo sustentable se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Bajo este contexto, se retoma la estructura presentada en nuevo instrumento referido al Plan Nacional de Desarrollo de 2019-2024, en que ha incluido 3 ejes transversales. El eje transversal de interés es el eje 3 “Territorio y desarrollo sostenible”.

Uno de los problemas relevantes en nuestro país es que se busca un modelo de desarrollo sostenible, así como la falta de una adecuada conceptualización del territorio como espacio donde ocurren las interacciones económicas, políticas, medioambientales y sociales. El reconocimiento de esta problemática común a todos los ámbitos de incidencia de la política pública revela su carácter transversal en los problemas públicos que están identificados dentro de los ejes generales, por lo que la importancia de su atención se manifiesta definiéndolo como eje transversal del Plan Nacional Desarrollo 2019-2024. Atendiendo los nuevos enfoques de política pública de la presente administración, el Gobierno de México se ajustará a cinco criterios, de los cuales se menciona solo el que guarda relación con el proyecto:

5. El análisis de la política pública deberá valorar si un mejor ordenamiento territorial potencia los beneficios de la localización de la infraestructura, los bienes y servicios

públicos, y de ser así, incorporarlo desde su diseño, pasando por la implementación, y hasta su proceso de evaluación y seguimiento.

En materia de transporte marítimo, las necesidades del país se concentran en revertir la severa disminución de la flota nacional y su nula participación en el tráfico de altura, así como la caída de la participación del transporte marítimo en el comercio exterior mexicano. Además, se ha perdido competitividad en el transporte de carga y pasajeros en los puertos mexicanos, dado que la conectividad multimodal entre los puertos y los centros de producción y consumo no corresponde a los criterios de eficiencia, eficacia y seguridad requerida actualmente por las cadenas de suministro.

Ahora bien, el eje de interés para el proyecto que nos ocupa es el eje general de “Desarrollo económico” y tiene como objetivo:

Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se ajusta y coadyuva con el objetivo en cita así como la estrategia y líneas de acción planteados en el Plan Nacional de desarrollo, promoviendo la competitividad del sector minero.

### III.5.1. Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2021 Colima.

El Plan Estatal de Desarrollo de Colima establece tres ejes estratégicos y tres ejes transversales con el fin de brindar mayor bienestar para los habitantes del estado. Uno de los ejes transversales establecidos en el plan es el Eje III Colima sustentable, del cual surgen los objetivos, estrategias y líneas de acción que a continuación se vinculan con el proyecto.

**Tabla III-18. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Colima.**

Objetivos, Estrategias y Líneas de acción	Vinculación
<p><b>Eje I. Colima Competitivo</b></p> <p><b>Línea de política 1.</b> Mejorar la competitividad y productividad de la economía colimense para atraer más inversiones en sectores estratégicos, generar más empleos y mejorar los salarios en el estado.</p>	<p>El proyecto favorece al cumplimiento del primer eje estratégico pues el desarrollo del proyecto inscrito en el sector minero permitirá fortalecer este sector, lo que podrá mejorar la competitividad y producción minera. En este mismo sentido, será posible fortalecer el sector, lo que podrá ayudar a la</p>

<p><b>Línea de política 2.</b> Fomentar la creación, el crecimiento y la consolidación de empresas en el estado.</p>	<p>consolidación de otras empresas que formen parte de la línea de valor.</p>
<p><b>Eje Transversal III. Colima Sustentable</b></p> <p><b>Línea de política 1.</b> <i>Asegurar que las políticas de desarrollo económico y social del estado sean sustentables y que brinden oportunidades a las comunidades más vulnerables.</i></p> <p><b>Objetivo VI.1.1</b> <i>Asegurar que la planeación del desarrollo del estado considere la interrelación entre las dimensiones sociales, económicas y ecológicas.</i></p> <p><b>Estrategia VI.1.1.1</b> <i>Acompañar el proceso municipal de ordenamiento territorial, con planeación estratégica e uso de información actualizada.</i></p> <p><b>Líneas de acción:</b></p> <p><b>VI.1.1.1.1</b> <i>Asegurar que el uso y el cambio de suelos estén basadas en estudios técnicos de impacto socio-ambiental y justificaciones jurídicas.</i></p> <p><b>VI.1.1.1.2</b> <i>Hacer públicas las deliberaciones de cambio de uso de suelo.</i></p> <p><b>VI.1.1.1.3</b> <i>Asegurar que la planeación y nuevas inversiones se acaten a los ordenamientos ecológicos territoriales establecidos.</i></p>	<p>El proyecto es coadyuvante al cumplimiento de los objetivos, estrategias y líneas de acción en cita puesto que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental mediante la presente MIA-R.</p> <p>Además, es objetivo de este capítulo evidenciar la congruencia y cumplimiento del proyecto respecto a los instrumentos de ordenamiento territorial, ordenamientos jurídicos y normatividad en los diferentes niveles de aplicación.</p> <p>Si bien el cumplimiento de los objetivos en cita corresponde a la autoridad, el proyecto colaborará con el desarrollo económico y social de la región, puesto que se inscribe al sector minero que es la actividad principal del municipio de Minatitlán, Colima, donde éste se ubica.</p>
<p><b>Eje Transversal III. Colima Sustentable</b></p> <p><b>Línea de política 2.</b> Garantizar el manejo sustentable de los recursos naturales del estado.</p> <p><b>Objetivo VI.2.1</b> Generar acciones precisas, indicadores y sanciones en función a la protección de los recursos naturales que permitan el aprovechamiento de los recursos sin poner en peligro su regeneración o desabasto.</p> <p><b>Estrategia VI.2.1.3</b> Llevar una gestión íntegra de los residuos.</p> <p><b>Líneas de acción</b></p> <p><b>VI.2.1.3.1</b> Elaborar un plan regional para la gestión de los residuos que contemple la valorización y aprovechamiento de los residuos.</p> <p><b>VI.2.1.3.2</b> Fomentar la participación de la ciudadanía en la separación, reutilización y desecho correcto de residuos.</p>	<p>Si bien le corresponde al gobierno estatal garantizar el manejo sustentable de los recursos naturales del estado, para el desarrollo del proyecto se proponen una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales inherentes al mismo, mismas que se encuentran estructuradas a modo de programas ambientales en el Capítulo VI de la presente MIA-R.</p> <p>Como parte de las medidas mencionadas se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos con el fin de llevar a cabo una adecuada separación, manejo y disposición de los diferentes residuos generados en cada etapa del proyecto, en cumplimiento a la normatividad aplicable. Con lo que se coadyuvará al cumplimiento de los citados objetivos, estrategias y líneas de acción.</p>



### III.6. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), como órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), está encargada de la administración de las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), definidas en el Artículo 3° de la LGEEPA como sigue:

“Artículo 3°. Para los efectos de esta Ley se entiende por:

[...]

II. Áreas Naturales Protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en esta Ley;

[...]”

En este sentido las ANP's son porciones del territorio nacional, terrestres o acuáticas, representativas de los diferentes ecosistemas en donde el ambiente original no ha sido modificado en su esencia por la actividad del hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo (CONANP, 2016).

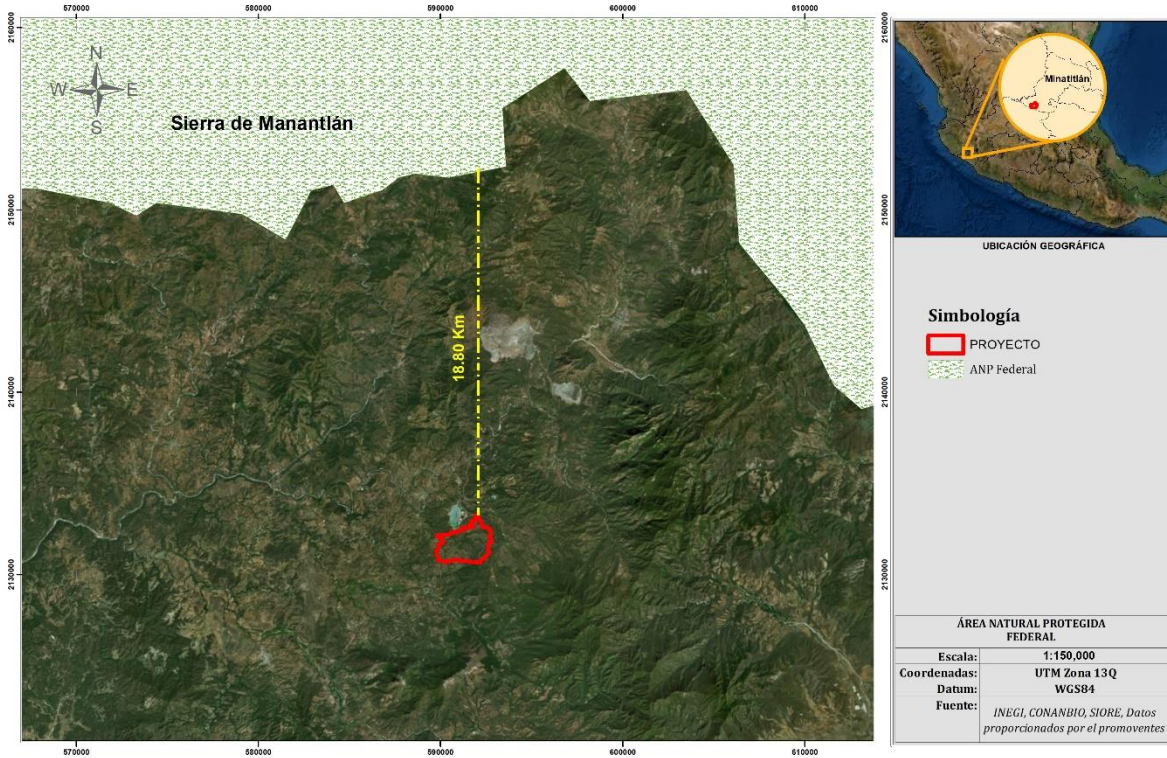
En el estado de Colima existen ANP's con diversas categorías de competencia federal como son Áreas de Protección de los Recursos Naturales, Parques Nacionales, Área de Protección de Flora y Fauna, y Reservas de la Biósfera, mismas que se enlistan en la siguiente tabla. Cabe destacar que a nivel estatal y municipal no se han decretado áreas protegidas en el estado de Colima, por lo que el desarrollo del presente apartado se centrará en las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción federal.

**Tabla III-19. Áreas Naturales Protegidas presentes en el Estado de Colima.**

Nombre	Categoría	Fecha de decreto	Ubicación	Superficie (ha)
Las Huertas	Área de Protección de los Recursos Naturales	23 de junio de 1988	Comalá, Colima	167.01
El Jabalí	Área de Protección de Flora y Fauna	Decreto de Creación: 14 de agosto de 1981 Recategorización:	Comalá y Cuauhtémoc, Colima	5,178.56

		7 de junio de 2000		
Nevado de Colima	Parque Nacional	Decreto de Creación: 5 de septiembre de 1936 Modificación: 6 de diciembre de 1940	Comalá y Cuauhtémoc, Colima; San Gabriel, Tonila, Tuxpan y Zapotlán de Vadillo, Jalisco.	6,554.75
Sierra de Manantlán	Reserva de la Biósfera	23 de marzo de 1987	Minatitlán y Comalá, Colima; Autlán de Navarro, Cuautitlán, Casimiro Castillo, Toliman y Tuxcacuesco, Jalisco.	139,577.12

En cuanto al proyecto que nos ocupa, es de resaltar que éste no incide en ningún Área Natural Protegida de carácter federal como se puede apreciar en la siguiente figura. Lo anterior dado a que el ANP más cercana al sitio del proyecto corresponde Sierra de Manantlán con categoría de Reserva de la Biósfera ubicada a 18.80 km de distancia.



**Figura III-6. Ubicación del proyecto respecto a Áreas Naturales Protegidas de Competencia Federal.**

Por lo visualizado en la figura anterior, el proyecto queda exento del cumplimiento de cualquier Decreto y Programa de Manejo de ANP’s de jurisdicción Federal.

Adicionalmente se obtuvo que el polígono contemplado para llevar a cabo el desarrollo del proyecto sujeto a evaluación, no tiene incidencia en ninguna ANP de carácter Estatal ni municipal dado que no existen en la actualidad decretos de estas áreas en el estado de Colima, quedando exento de la regulación de algún Decreto o Programa de Manejo de las mismas como se observa en las siguientes imágenes.

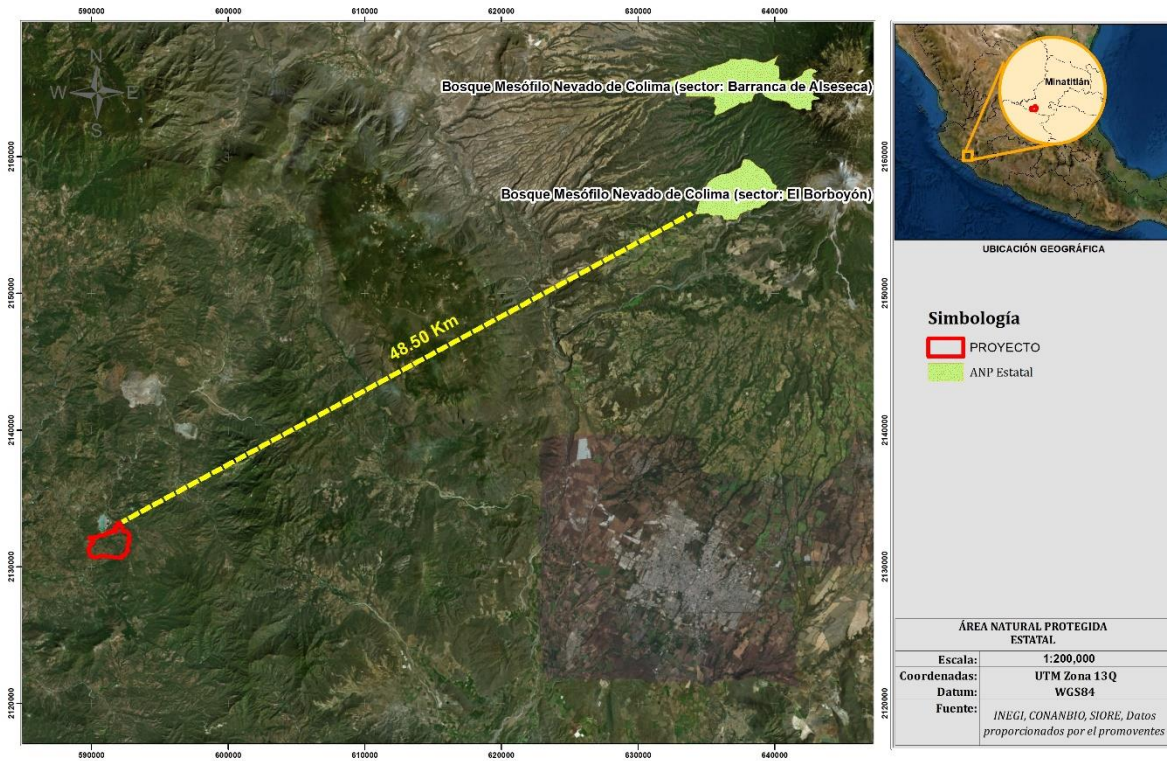


Figura III-7. Ubicación del proyecto con respecto a la ANP Estatal más cercana.

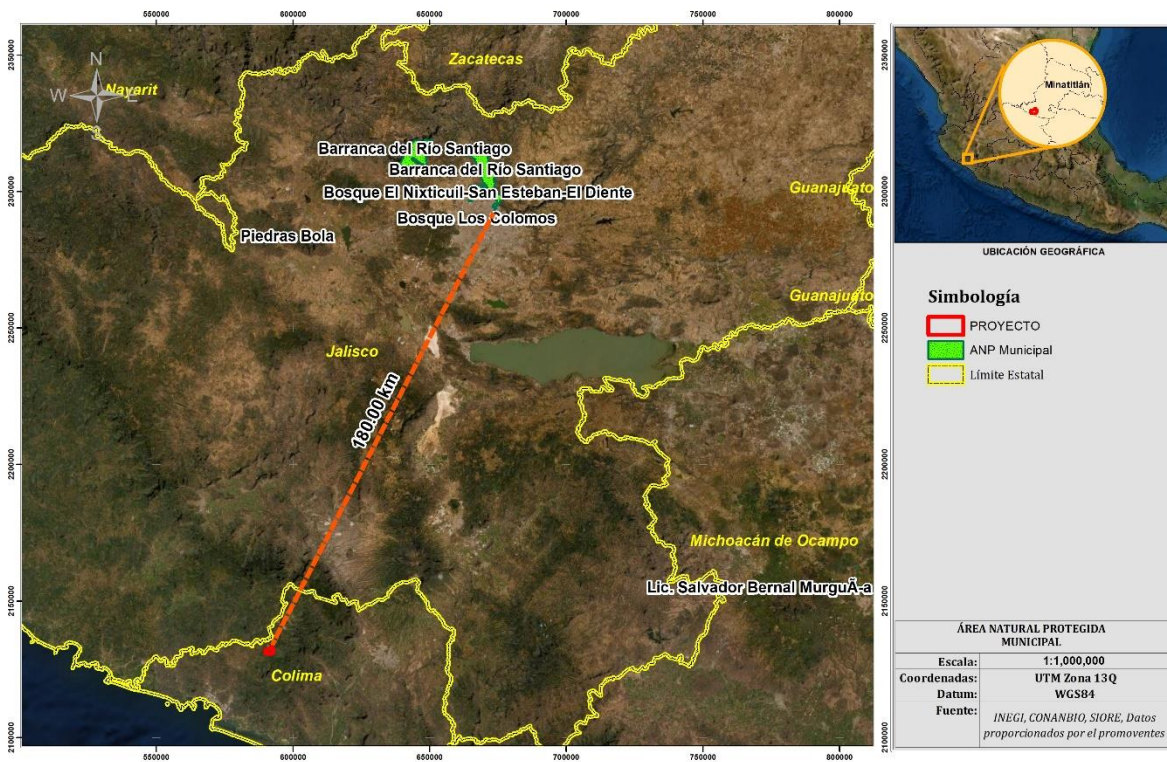


Figura III-8. Ubicación del proyecto con respecto a la ANP Municipal más cercana.

### III.7. Sitios RAMSAR

La "Convención de Ramsar" es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos contraídos por sus países miembros para mantener las características ecológicas de sus humedales de importancia internacional y planificar el "uso racional", o "uso sostenible", de todos los humedales situados en sus territorios.

El Gobierno de México mostró su interés por adherirse a la Convención Ramsar, al aprobarse el 20 de diciembre de 1984 por el Senado de la República (D. O. F., el 24 de enero de 1985) y con plena vinculación y entrada en vigor para nuestro país a partir de su adhesión el 4 de julio de 1986 (al incorporar su primer sitio Ramsar), que con la promulgación publicada en el D.O.F., el 29 de agosto de 1986, será considerada Ley Suprema, de conformidad con lo establecido en el Artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Al asumir los compromisos contenidos en la Convención Ramsar, a través de su ratificación en 1986, nuestro País está convencido de que los humedales constituyen un recurso de gran valor económico, cultural, científico y recreativo, cuya pérdida sería irreparable; así como de que la conservación de los humedales y de su flora y fauna pueden asegurarse armonizando políticas nacionales previsoras con una acción internacional coordinada.

Para el estado de Colima, donde se ubica el proyecto, se reportan 3 sitios Ramsar, mismos que se listan en la siguiente tabla.

**Tabla III-20. Sitios RAMSAR en el estado de Colima.**

Nombre del Sitio RAMSAR	Estado	Municipios	Superficie (ha)	Fecha de designación
Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo	Colima	---	636,685	2 de febrero de 2004
Santuario Playa Boca de Apiza - El Chupadero - El Tecuanillo	Colima	Tecomán	40	2 de febrero de 2008
Laguna de Cuyutlán vasos III y IV	Colima	Manzanillo, Armería	4,051	2 de febrero de 2011

Cabe resaltar que el proyecto no incide en ninguno de los Sitios RAMSAR listados anteriormente, siendo el más próximo la "Laguna de Cuyutlán vasos III y IV" ubicado a una

distancia de 28.7 km del punto más cercano del polígono del proyecto. Esto se puede apreciar en la siguiente figura.

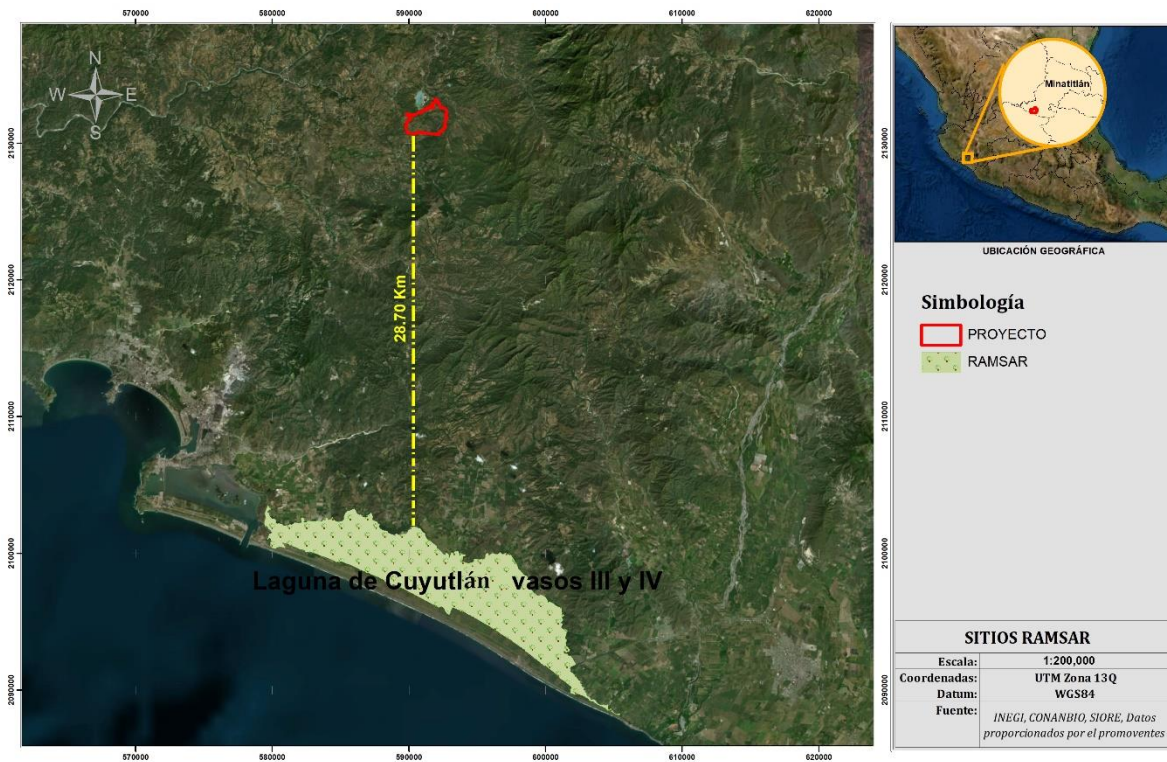


Figura III-9. Ubicación del proyecto respecto a Sitios RAMSAR.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto está fuera de Sitios RAMSAR y su Zona de Influencia. Por tanto no son aplicables las resoluciones y lineamientos emanados por la Convención de Ramsar correspondientes a dichos Sitios al no incidir en ellos. Es importante mencionar que el desarrollo del proyecto no afectará el flujo hidrológico de alimentación del sitio antes mencionado, el análisis al respecto se presenta a detalle en el Capítulo IV de la presente MIA-R.

### III.8. Normas Oficiales Mexicanas

En este apartado, se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto que nos ocupa, en materia de agua, aire, suelo, residuos, flora y fauna. En la siguiente tabla se presenta la vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.

Tabla III-21. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana	Objetivo de la norma	Campo de aplicación	Vinculación con el Proyecto
<b>AGUA</b>			
NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	La Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, con el fin de proteger, conservar y mejorar la calidad de las aguas y bienes nacionales.	Es de observancia obligatoria para los responsables de las descargas de aguas residuales en cualquier tipo de cuerpo receptor propiedad de la Nación. La Norma no aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes destinados exclusivamente para aguas pluviales ni a las descargas que se vierten directamente a sistemas de drenaje y alcantarillado municipales.	El proyecto observará la presente norma, así como también en su momento obtendrá el permiso por parte de la CONAGUA, en caso de ser este necesario, pues no prevé la descarga de aguas residuales a cuerpos de agua nacional.  No obstante lo anterior, se destaca, que durante las etapas de preparación de sitio y construcción se colocarán sanitarios portátiles cerca de los frentes de trabajo activos en una proporción de uno por cada 10 trabajadores. La recolección de aguas sanitarias se realizará cada tercer día mediante una empresa autorizada para su transporte, manejo y disposición en un sitio autorizado para su tratamiento, lo cual será documentado adecuadamente por el responsable ambiental.
NOM-002-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria	Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.	El proyecto no realizará descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, por lo que se encuentra fuera del campo de aplicación de la norma.  A mayor abundamiento, las aguas residuales sanitarias generadas en la etapa de preparación y construcción serán manejadas de manera adecuada, ya que se contratarán cabinas sanitarias portátiles. La empresa contratista se encargará de realizar el mantenimiento periódico de las mismas, y de la disposición final conforme a la normatividad, tal como se ha mencionado con anterioridad. Asimismo, podrá consultarse a detalle dentro del Capítulo VI de la presente MIA.

	para los responsables de dichas descargas.		
NOM-003-SEMARNAT-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reusó. En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reusó o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.	Esta norma es aplicable a las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	De conformidad con la presente norma, en su definición 3.3, establece que las aguas residuales tratada son aquellas que mediante procesos individuales o combinados de tipo físicos, químicos, biológicos u otros, se han adecuado para hacerlas aptas para su reusó en servicios al público.  En este sentido, el proyecto no incluye la reutilización de aguas tratadas o tratamiento de aguas residuales por lo que no guarda relación con la presente norma.
NOM-003-CONAGUA-1996 Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos mínimos de construcción que se deben cumplir durante la perforación de pozos para la	Esta Norma se aplica a la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales destinadas a los usos agrícola, agroindustrial, doméstico, acuacultura, servicios, industrial,	De acuerdo con la presente norma un pozo, es una obra de ingeniería, en la que se utilizan maquinarias y herramientas mecánicas para su construcción, para permitir extraer agua del subsuelo, por lo que al respecto el proyecto no pretende la extracción de agua del subsuelo y mucho menos pretende la construcción de un pozo de extracción.



	extracción de aguas nacionales y trabajos asociados, con objeto de evitar la contaminación de los acuíferos.	pecuario, público urbano y múltiples.	
NOM-004-CONAGUA-1996 Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.	Proteger la calidad del agua en los acuíferos durante los trabajos de mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos, sea en forma temporal o definitiva.	Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los pozos de exploración, monitoreo o producción que penetren total o parcialmente un acuífero, y que sean destinados a alguno de los usos de extracción de agua clasificados en esta Norma, así como a aquellos que fueron perforados para otros usos, y que han quedado abandonados. Su cumplimiento es exigible a los concesionarios y asignatarios de pozos de extracción de agua y a los dueños de pozos para otros usos, y es independiente del trámite para la concesión o asignación del volumen de aguas nacionales.	El proyecto no contempla el uso de un pozo de extracción de agua, en consecuencia tampoco incluye el mantenimiento y/o rehabilitación de pozos de extracción o cierre de pozos en general, por lo que no se guarda relación con la norma en cita.
<b>AIRE</b>			
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.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo	Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los	El proyecto se vincula con la norma en cita en materia de emisiones a la atmósfera ya que hará uso de vehículos automotores que utilicen gasolina en sus diferentes etapas. De acuerdo con lo establecido en el numeral 5.1.3 esta norma, el propietario, legal poseedor o conductor de los vehículos automotores, para el cumplimiento de los límites máximos permisibles, deberán presentarlos a evaluación de sus emisiones

	de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda.	Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.	contaminantes en los Centros de Verificación y en su caso en las Unidades de Verificación Vehicular acreditadas y aprobadas, de acuerdo al calendario y con los documentos que establezca el Programa de Verificación Vehicular que le corresponda y que para tal efecto emita cada autoridad ambiental. Una vez aplicadas las pruebas correspondientes, el Centro de Verificación o Unidad de Verificación Vehicular, entregará al propietario o conductor del vehículo, el documento oficial en donde se haga constar el resultado de la prueba.  Por tanto, la promovente dará cumplimiento a la NOM en cita a través del adecuado seguimiento y aplicación del programa de verificación de los vehículos que operen en las diferentes etapas del proyecto.
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.	La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición.	Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. <b>Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana,</b> la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la <b>minería.</b>	Al respecto y como se observa en el campo de aplicación de la presente norma se excluye del ámbito de aplicación de la misma a la minería, por lo que en consecuencia no es de observancia para el proyecto la presente norma, al tratarse el presente proyecto de una obra relacionada con la actividad minera, no obstante ello en el Capítulo VI de la presente MIA se han propuesto medidas en materia de emisiones como lo son verificar diariamente el correcto funcionamiento de los motores previo a su funcionamiento y el mantenimientos preventivos periódicos a maquinaria y vehículos.
<b>RESIDUOS</b>			

<p>NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.</p>	<p>Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.</p>	<p>El cumplimiento de esta norma está asociado a la prevención de la contaminación del suelo por un eventual vertimiento de residuos.</p> <p>La denominación de dichos residuos como peligrosos parte de la clasificación establecida en la presente norma.</p> <p>En particular en el numeral 6 de la norma en cita se establece el procedimiento para determinar si un residuo es peligroso, deberá observarse en las diferentes etapas del proyecto lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Un residuo se considerará peligroso si se encuentra en alguno de los siguientes listados: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado 1: Clasificación de residuos peligrosos por fuente específica.</li> <li>• Listado 2: Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica.</li> <li>• Listado 3: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Agudos).</li> <li>• Listado 4: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Crónicos).</li> <li>• Listado 5: Clasificación por tipo de residuos, sujetos a Condiciones Particulares de Manejo.</li> </ul> </li> <li>2. En caso de que el residuo no se encuentre en ninguno de los listados anteriores, se deberá evaluar la posibilidad de que sea un lodo o biosólido, bifenilo policlorado, hidrocarburo en suelo o jal minero. De ser el caso, se deberá ajustar a lo establecido en la normatividad aplicable para cada caso.</li> <li>3. De no ser el caso, se deberán analizar las características de peligrosidad y en su caso realizar un análisis CRETIB para determinar la peligrosidad del residuo.</li> </ol> <p>De acuerdo con el análisis realizado en el Capítulo II de la MIA-R, se prevé que se podrán generar aceite</p>
--	--	---	--

			<p>lubricante usado; acumuladores; filtros de aceite y/o combustible; estopas impregnadas con grasa y/o aceite; estopas; trapos impregnados con hidrocarburos; tierras impregnadas con hidrocarburos. En caso de generarse otro tipo de residuos, se observará lo establecido en la norma en cita para su adecuada identificación y en su caso categorización como residuos peligrosos.</p> <p>Cabe señalar que, todos los residuos serán manejados conforme lo establece la Ley General para la Prevención y su Reglamento. Las medidas para el manejo de estos residuos se encuentran contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos en el Capítulo VI de la MIA-R. Adicionalmente se manifiesta que la promovente cuenta con los registros del Plan de manejo de residuos peligrosos aprobados por DGGIMAR y de residuos mineros NOM-0157-SEMARNAT aprobados por DGGIMAR y los cuales se presentan como anexo digital del Capítulo II.</p>
<p>NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.</p>	<p>Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993 (ahora NOM-052-SEMARNAT-2005).</p>	<p>La presente norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en la generación y manejo de residuos peligrosos.</p>	<p>El cumplimiento de esta norma está asociado a la prevención de la contaminación del suelo por un eventual vertimiento de residuos; para ello dentro del Capítulo VI de la presente MIA, se han establecido medidas adicionales para prevenir la contaminación con hidrocarburos.</p> <p>Esta norma deberá observarse con el fin de determinar la incompatibilidad de los residuos peligrosos generados. Esto es, las reacciones violentas y negativas para el equilibrio ecológico y el ambiente, que se producen con motivo de la mezcla de dos o más residuos peligrosos.</p> <p>Particularmente, el proyecto se ajustará a lo establecido en el numeral 5 de dicha norma. Determinará la incompatibilidad entre dos o más residuos peligrosos, a partir de la identificación del grupo reactivo al que pertenecen, la intersección de</p>

			<p>los grupos reactivos a los que pertenezcan los diferentes residuos y las reacciones previstas.</p> <p>Por tanto, se dará cabal seguimiento a la presente norma en cuanto al manejo interno de residuos peligrosos se refiere. Para ello se identificarán e impedirá la interacción entre grupos de residuos peligrosos incompatibles durante su recolección y almacenamiento temporal con el fin de evitar su contaminación y reacción química. Esto reducirá el riesgo de generar efectos en la salud, el ambiente o los recursos naturales. (Ver Plan de Manejo de Residuos propuesto en el Capítulo VI)</p>
<p>NOM-157-SEMARNAT-2009 Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.</p>	<p>La presente Norma Oficial Mexicana establece los elementos y procedimientos que se deben considerar al formular y aplicar los planes de manejo de residuos mineros, con el propósito de promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos procesos, métodos y tecnologías que sean económica, técnica y ambientalmente factibles.</p>	<p>Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para todas aquellas personas físicas y morales que generen residuos mineros.</p> <p>Se excluyen de la aplicación de esta Norma los residuos provenientes de los procesos metalúrgicos establecidos en el Artículo 32 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.</p> <p>La presentación del plan de manejo no exime al generador o a los responsables de la ejecución del plan de manejo de tramitar y obtener las autorizaciones correspondientes para llevar a cabo las actividades de manejo integral de los residuos mineros.</p>	<p>El objetivo de la presente norma establece los elementos y procedimientos que se deben considerar al formular y aplicar los planes de manejo de residuos mineros, con el propósito de promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos procesos, métodos y tecnologías que sean económica, técnica y ambientalmente factibles.</p> <p>En este sentido, la promovente da cumplimiento al contenido de la presente norma, atendiendo a que actualmente ya cuenta con un Plan de manejo de residuos peligrosos aprobados por Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) y de residuos mineros de acuerdo a la presente norma también aprobado por la DGGIMAR y los cuales se presentan como anexo digital del Capítulo II; por lo que en su momento y una vez que el presente proyecto comience a operar, de así ser necesario, se solicitará la modificación a estos Planes, ante la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, a fin de seguir dando cumplimiento a dicha NOM.</p>
<b>RUIDO</b>			

<p>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.</p>	<p>Esta norma oficial mexicana 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.</p>	<p>La presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo con su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.</p>	<p>El cumplimiento de esta norma está asociado a la mitigación del impacto de modificación del confort sonoro por el aumento de ruido derivado del uso de vehículos. Esta norma se vincula con el proyecto particularmente en sus diferentes etapas dado que se utilizarán vehículos automotores. Los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores establecidos por la norma en cita, se encuentran entre 86 y 96 decibeles dependiendo el peso bruto vehicular. Por tanto, en su momento se llevarán a cabo las pruebas y mediciones necesarias, de conformidad con lo establecido en la norma, con el fin de asegurar que los vehículos utilizados para el proyecto no excedan los límites máximos permitidos. En todo caso, los vehículos que no den cumplimiento, se deberán sacar de operación y someterse a mantenimiento correctivo con el fin de que se subsane el problema y se ajusten a lo establecido en la presente norma.</p>
<p>NOM-081-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p>Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.</p>	<p>Esta norma oficial mexicana se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.</p>	<p>De igual manera, el cumplimiento de esta norma está asociado a la mitigación del impacto de modificación del confort sonoro por el aumento de ruido derivado del uso de vehículos. De acuerdo con lo establecido por la norma en cita, se considera fuente fija a toda instalación establecida en un sólo lugar que tenga como finalidad desarrollar actividades industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera, por tanto, el proyecto que nos ocupa se categoriza como fuente fija. El proyecto dará cumplimiento a lo establecido en la norma en cita a través de la realización periódica de un estudio de ruido perimetral por un laboratorio acreditado. Se observarán en todo momento los límites máximos permisibles de 68 dB entre las 6:00 y 22:00 horas y de 65 dB entre las 22:00 y las 6:00 horas.</p>

FLORA Y FAUNA			
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.</p>	<p>Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción</p>	<p>Es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.</p>	<p>En principio, es necesario señalar que, de acuerdo con lo establecido en el numeral <i>1.Objetivo y Campo de Aplicación</i> de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la norma tiene por objeto <b>identificar</b> las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. En este contexto, la norma no tiene por objetivo regular en lo particular las obras y/o actividades que se puedan desarrollar en determinado ecosistema o que puedan causar afectaciones a un hábitat en específico aun cuando existan especies listadas en alguna categoría de riesgo.</p> <p>Asimismo, de acuerdo con el mismo numeral, esta norma es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma. Sin embargo, la promovente del proyecto no tiene por objetivo promover la inclusión, exclusión o cambio de las especies listadas en alguna categoría de riesgo, no obstante ello, se ha observado la misma a la luz de las siguientes consideraciones: La Especificación General de la NOM-059-SEMARNAT-2010 señala a la letra:</p> <p><i>4. Especificación general</i> <i>El aprovechamiento y manejo de las especies y poblaciones en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo con lo establecido en el artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y</i></p>

			<p>en los artículos 85 y 87 y demás aplicables de la Ley General de Vida Silvestre.</p> <p>Sin embargo, <b>el proyecto no pretende el aprovechamiento o manejo de ninguna de las especies o poblaciones en riesgo ni de ninguna otra.</b> A mayor abundamiento, la Ley General de Vida Silvestre establece las siguientes definiciones para aprovechamiento y manejo:</p> <p><i>“Artículo 3o. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:</i></p> <p><b>I. Aprovechamiento extractivo:</b> <i>La utilización de ejemplares, partes o derivados de especies silvestres, mediante colecta, captura o caza.</i></p> <p><b>II. Aprovechamiento no extractivo:</b> <i>Las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres.</i></p> <p>...</p> <p><b>XXVII. Manejo:</b> <i>Aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.</i></p> <p>...”</p> <p>En este contexto, es necesario precisar lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El proyecto no pretende la utilización de ejemplares, partes o derivados de ninguna especie silvestre.</li> <li>2. El proyecto no consiste en una actividad directamente relacionada con la vida silvestre, en particular, con ninguna de las especies normadas en su hábitat natural.</li> <li>3. El proyecto no consiste en la aplicación de métodos y técnicas para la conservación o aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.</li> </ol>
--	--	--	---





			<p>Por tanto, el proyecto no llevará a cabo ninguna de las actividades reguladas por el artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como los artículos 85 y 87 de la Ley General de Vida Silvestre y señaladas en la Especificación General de la NOM-059-SEMARNAT-2010, puesto que <b>no se realizará ningún tipo de aprovechamiento de la flora o fauna silvestre</b> incluidas las especies bajo alguna categoría de riesgo.</p> <p>Si bien, como resultado de los levantamientos realizados para la caracterización biótica del sitio del proyecto y del Sistema Ambiental Regional, se obtuvieron registros de especies de flora o fauna listadas en la norma en comento (esto puede consultarse a detalle en el Capítulo IV de la presente MIA-R), se implementarán medidas para prevenir su afectación.</p> <p>Particularmente, se llevará a cabo el Plan de Vigilancia Ambiental, dentro del cual se prevén los Programas de Manejo de Flora y otro de Manejo de Fauna, con lo cual se pretende la mitigación mediante el rescate, ahuyentamiento de fauna, o la reubicación tanto de flora como de fauna, y con ello minimizar los impactos negativos que se pudieran ocasionar por la ejecución del proyecto, respecto de las especies listadas en la NOM, tal como se dispone en el Capítulo VI de la MIA-R. Por otra parte la UMA con la que ya cuenta la promovente, ha obtenido las autorizaciones correspondientes.</p>
--	--	--	--

---

A mayor detalle se hace la vinculación con la **Norma Oficial Mexicanas NOM-141-SEMARNAT-2003**.

### **III.8.1. Vinculación con la NOM-0141-SEMARNAT-2003**

El Manejo y depósito de los jales producto de la actividad minera ha sido motivo de preocupación por los potenciales impactos que pueden ocasionar, tanto sobre las características del entorno natural como sobre el medio social. Esta preocupación se ha traducido en la publicación de 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 postoperación de presas de jales.*

Una porción importante de los criterios o especificaciones que establece la norma NOM-141 parte de la consideración de que los jales son transportados y depositados con un alto contenido de agua, lo cual hace necesario, entre otros aspectos, la construcción de una presa que permita contener el material y el agua con el que es manejado.

Sin embargo, el proyecto que se somete a la evaluación en la presente MIA contempla la disposición de los jales prácticamente secos (con un contenido humedad entre el 15 y 20%) y disminuir el contenido de agua en la masa de jales, confiere una mayor estabilidad y seguridad al depósito.

Cuando los jales son depositados de forma convencional en una presa, el agua recuperada proviene únicamente del espejo de agua en el vaso de la presa. Pero, en este caso el agua de transporte de jales será recuperada antes de su depósito mediante la aplicación de dos procesos de extracción: i) Espesado en la planta de pastas y; ii) Planta de Filtrado. Estos procesos en conjunto permitirán retirar y recircular hasta el 85% del agua contenida en los jales.

La aplicación de la tecnología descrita, además de optimizar la recuperación de agua, los jales secos podrán disponerse de manera más segura en áreas destinadas para ello (Dry-Stack); serán apilados directamente sobre el terreno natural, formando taludes, haciendo innecesaria la construcción de presas de jales convencionales que demandan la construcción de bordos y cortinas de contención. La extracción de agua de los jales antes

de su disposición reduce sustancialmente el volumen del material a disponer y por lo tanto también disminuye la superficie requerida para ello.

Como se describe en forma detallada en el capítulo V de esta MIA, la extracción de agua de los jales reduce sustancialmente los impactos por el uso de agua, los efectos sobre la biodiversidad y las modificaciones en los escurrimientos superficiales. También se minimiza la posibilidad de contaminar cuerpos de agua superficiales o subterráneos, así como los eventuales riesgos sobre los terrenos ubicados hacia aguas abajo del depósito. Además, el manejo en seco de los jales facilitará el proceso de restauración, permitiendo mayores opciones para desarrollar los programas de rehabilitación, además de poderlos ejecutar conforme se va avanzando en el depósito de materiales

Es importante resaltar que para el diseño del depósito en seco de los jales se han realizado los mismos estudios que se ejecutan para el diseño de una presa jales, ya que ellos son necesarios para tener la certeza de un manejo seguro. A lo largo del capítulo II se describe de manera detallada las características, así como las acciones y medidas que permiten aseverar que el depósito de jales secos será seguro y no representa un riesgo para la calidad ambiental.

Por todo lo descrito se puede considerar que, desde su concepción, este proyecto de manejo de jales es en sí mismo es una alternativa para minimizar los efectos ambientales de la actividad minera.

Aunque la forma en que la NORMA Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 contempla la disposición de los jales no corresponde con el sistema que se utilizará en éste proyecto, la promotora ha analizado las especificaciones que establece esta NORMA para realizar un diseño que permita cumplir con el espíritu o la esencia de ella y con ello asegurar que los potenciales impactos ambientales serán evitados o mitigados adecuadamente. En la siguiente tabla se describe la forma en que han sido consideradas o incorporadas cada una de las especificaciones que establece la citada Norma.

Tabla 22. Vinculación del proyecto con la NO-0141-SEMARNAT-2003.

<b>NOM-0141-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.</b>	
<b>Especificaciones</b>	<b>Vinculación</b>
<b>5. Especificaciones</b>	
<p>El almacenamiento de los jales puede efectuarse en el lugar donde se generen, conforme a la información obtenida de la caracterización del sitio, aplicando los criterios de protección ambiental especificados en esta Norma Oficial Mexicana para cada etapa. 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.</p> <p>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.</p> <p>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-2001, se deben considerar las medidas que garanticen la sobrevivencia de los individuos y la permanencia de la población afectada. Cuando el proyecto se prevea localizarlo en alguna región terrestre prioritaria, se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente.</p> <p>Los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada y/o generada de acuerdo a esta Norma, 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.</p> <p>Los resultados, análisis y conclusiones de los estudios generados previo a la preparación del sitio, deben integrarse en la sección correspondiente del Informe Preventivo.</p>	<p>El proyecto se localizará al Oeste del municipio de Minatitlán, Colima, dentro de la Unidad Minera Peña Colorada, aproximadamente a 8.5 km al Suroeste de la cabecera municipal de Minatitlán, para lo cual se ha caracterizado el sitio en observancia de la presente norma; asimismo se ha podido observar en el presente Capítulo que el proyecto no se ubica dentro Áreas Naturales Protegidas; así como tampoco zonas u obras que se consideren patrimonio histórico o cultural.</p> <p>Adicionalmente, se prevé el desvío de un cuerpo de agua, motivo por el cual una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental se realizará el trámite correspondiente ante la Comisión Nacional del Agua.</p> <p>En relación a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificaron especies las cuales se encuentran referidas en el Capítulo IV Apartado Biótico de la presente MIA, además de que se propone un Programa de Manejo de Fauna y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, dando prioridad a aquellas especies listadas en la noma de referencia, cuya finalidad en lo general es el establecimiento y desarrollo de las técnicas más adecuadas para la protección, conservación y manejo adecuado de la flora y fauna que pudiera verse comprometida por las acciones del proyecto.</p> <p>Por otra parte se integra una Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada como forma de compensación con la finalidad de la conservación de hábitat para psitácidos (listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010) y la reubicación de la UMA donde se llevará a cabo la reproducción de especies de flora también listadas en la norma antes mencionada y que se podrá consultar a mayor detalle dentro del Capítulo VI, de la presente MIA.</p> <p>El proyecto no se localizará en ninguna región terrestre prioritaria y los estudios generados han sido mencionados y considerados dentro de la presente MIA y puestos a disposición de la autoridad para su consulta durante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, aún y cuando no se trata de un Informe Preventivo.</p>

	En contexto de lo anterior, el proyecto no es contrario a la presente especificación.
<b>5.1 Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y utilización de cauces y zonas federales.</b>	
<p>5.1.1 Cambio de utilización en terrenos forestales.</p> <p>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.</p>	En la presente MIA se está solicitando el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en materia de impacto ambiental cuya superficie en cambio de uso de suelo podrá ser consultada dentro del Capítulo II de la presente MIA; no obstante ello, ya se está elaborando el correspondiente ETJ y se presentará la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, de conformidad con lo previsto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, tal como se menciona en la presente especificación, motivo por el cual, no se contraviene la misma.
<p>5.1.2 Utilización de cauces y zonas federales.</p> <p>De acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales.</p>	El proyecto dentro de sus obras y/o actividades contempla la realización de obras relacionadas con el reencauzamiento de un cuerpo de agua nacional (Canal de desvío Arroyo Palo Verde) y la ocupación de su zona federal, motivo por el cual, una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, presentará ante la CONAGUA los trámites correspondientes. Asimismo, dichas obras podrán ser consultadas a mayor detalle dentro del Capítulo II de la presente MIA.
<p>5.2 Caracterización del jal</p> <p>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 Norma Oficial Mexicana.</p>	Al respecto, la muestra de jales es un compuesto de diferentes barrenos (núcleos) representativos de las fases de minado que producirán los jales que se almacenarán en el Drystack. El análisis de las muestras de jales ha sido realizado por los Laboratorios ABC y de conformidad con las especificaciones del Anexo 1, que se menciona en la presente especificación, cuyos resultados son del año 2020 y los cuales se agregan como <b>Anexo del presente Capítulo</b> ; los cuales muestran que si bien los jales son potenciales generadores de acidez, no presentan concentraciones de Elementos Potencialmente Tóxicos por encima de los límites máximos permitidos. Adicionalmente dentro del Capítulo II se ha hecho referencia al Estudio Geoquímico que permitió establecer un programa geoquímico para evaluar el riesgo de drenaje ácido de roca/lixiviación de metales (ARD/ML, por sus siglas en inglés) de los jales secos así como el criterio de diseño geoquímico (cierre progresivo).
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 <sub>2</sub> (véanse Anexos Normativos	Como se menciona en el capítulo II de la presente MIA-R, comparando los resultados obtenidos de las muestras de los jales estudiados (mismos resultados que se presentan anexos al presente Capítulo) con los límites máximos permisibles que

<p>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.</p>	<p>se indican en la Tabla referente a los constituyentes tóxicos en el extracto PECT de la NOM-052-SEMARNAT- 1993, por lo que se concluye que los jales NO son peligrosos por su toxicidad y no se corre el riesgo de lixiviar metales, de manera que el proyecto da cumplimiento a la presente especificación, en observancia de los Anexos Normativos 1 y 5 de la presente Norma.</p>
<p>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 Acido (PA) sea menor a 1.2, se consideran generadores potenciales de ácido.</p>	<p>Con base en los resultados obtenidos por los laboratorios ABC, cuya muestra fue tomada en septiembre de 2019, se obtuvo como resultado de la prueba de balance ácido base que, los jales son potenciales generadores de drenaje ácido, por lo que el proyecto considera una cubierta superior con la finalidad de cubrir los jales y prevenir la oxidación de los jales, y en consecuencia la generación de drenaje ácido, tal como se ha mencionado dentro del Capítulo II de la presente MIA donde se hace referencia al recubrimiento del depósito.</p>
<p>5.3 Caracterización del sitio</p> <p>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.</p>	<p>Sin ser una presa de jales, se realizó la caracterización ambiental del sitio (Ver Capítulo IV) mediante revisión bibliográfica y trabajo de campo; motivo por el cual se coadyuva con la presente especificación; así como también se han realizado los estudios que han permitido identificar los elementos del ambiente, así como también se han identificado dentro del Capítulo V de la presente MIA, los impactos que con el proyecto se pudieran ocasionar al ambiente.</p>
<p>5.3.1 Aspectos climáticos</p> <p>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:</p> <p>a) Zona hidrológica de ubicación del sitio (Figura 2: Carta hidrológica de la República Mexicana).</p> <p>b) Precipitación media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos.</p> <p>c) Tormenta máxima observada para una duración de 24 horas.</p> <p>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.</p>	<p>Con la nueva tecnología que se propone para el presente proyecto y como se ha mencionado dentro del Capítulo II de esta MIA, se optimizará aún más la recuperación de agua y los jales secos podrán disponerse de manera más segura en el área destinada para ello (Dry-Stack), donde éstos podrán ser apilados, formando taludes, directamente sobre el terreno natural, dejando a un lado la construcción de presas de jales convencionales que requieren de la construcción de bordos y cortinas de contención.</p> <p>No obstante, se documentaron dentro del Capítulo IV del apartado Abiótico los siguientes aspectos climáticos:</p> <p>El SAR se ubica dentro de la Región Hidrológica 15 Costa de Jalisco y de la cuenca R. Marabasco.</p> <p>Con la finalidad de contar con datos más precisos del comportamiento espacio - temporal de la temperatura y la precipitación se consideraron los datos de la estación climática San José de Lumber, ya que es la estación más cercana al área del proyecto. La estación de San José de Lumber se</p>

e) Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos.

La Tabla 1 señala el número de años a que debe de hacer referencia la información anterior, de acuerdo con la zona hidrológica y la topografía del terreno donde se pretenda construir una presa de jales, siempre y cuando la obra no pretenda ocupar una zona federal.

**TABLA 1**  
**Periodo de retorno de la tormenta de diseño (Años)**

Topografía	Zona Hidrológica					
	Seca		Húmeda		Ciclónica	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Montañoso	5	25	25	50	50	50
Lomerío	25	100	25	100	50	100
Plano	25	100	50	100	100	100

(1) Jal no peligroso por su toxicidad.

(2) Jal peligroso por su toxicidad.

localiza 8.0 km al Sur del arroyo Palo Verde; en esta estación climatológica se registró una precipitación media anual de 1,125.6 mm en el período de 1981 a 2010 de acuerdo con las normales del Servicio Meteorológico Nacional.

La precipitación media mensual alcanza valores superiores a 100 mm (conforme a la estación San José de Lumber), siendo septiembre el mes más húmedo con una media dentro del rango de los 270 mm. La temporada más seca ocurre generalmente entre noviembre a mayo, con láminas mensuales menores de 25 mm.

En cuanto a las máximas lluvias en 24 horas, conforme al registro histórico de la estación San José de Lumber, la precipitación máxima probable estimada de 24 horas usando el método de evaluación estadístico simplificado (Watt et.al., 1989, con referencia a Hershfield, 1977), es 1,500 mm.

De acuerdo con la estación meteorológica existente en la presa de Jales Arrayanal, se confirman que el viento sigue dos direcciones preferenciales NNE y WSW, siendo más frecuente la segunda correspondiente a regímenes de circulación de viento brisa mar - tierra y brisa tierra - mar respectivamente.

En cuanto a la velocidad promedio más alta del viento ocurre en las direcciones dominantes SW y WSW, esta última con valores de 1.8 m/seg (6.48 km/h). Las máximas ráfagas de viento fueron de 4.5 m/seg (16.2 km/h).

En relación a la tormenta de diseño, y considerando que el área del proyecto corresponde al grupo C de los climas templados húmedos, cuyo relieve es de tipo lomeríos, y que el jal no es peligroso por su toxicidad, el estudio hidrológico consideró el gasto de diseño para un periodo de retorno de 100 años, por lo que el área donde se proyecta el nuevo depósito de jales secos, se podrían generar avenidas máximas calculadas para un gasto máximo de 76.54 m<sup>3</sup>/seg, con un volumen de avenida máxima de 202,056 m<sup>3</sup>.

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.

El proyecto da cumplimiento al presente criterio, ya que dentro del Capítulo IV de la presente MIA, se ha considerado lo previsto en la tabla 2, respecto a la Clasificación topográfica del sitio del proyecto, identificándose que se ubicará en un relieve de Terreno de Lomerío, lo cual se confirma a partir del mapa de topofomas del INEGI (se puede consultar a mayor detalle en el Capítulo IV), ya que, de acuerdo con este último, se clasifica como relieve de valles intermontanos con lomeríos.

	<p>Sin perjuicio de lo anterior, es importante mencionar que para la selección del sitio donde se realizará este proyecto, se analizaron varios sitios los cuales se encuentra en la región cerca a la actual mina de Peña Colorada.</p> <p>Para dicho análisis se realizaron 2 evaluaciones de acuerdo con las mejores prácticas internacionales adecuadas a las condiciones y problemáticas regionales y locales.</p> <p>En la primera evaluación se contemplaron 12 posibles sitios, para la segunda evaluación se consideraron las mejores 6 locaciones.</p> <p>Se contemplaron aspectos ambientales, sociales, técnicos y económicos.</p> <p>En la segunda evaluación los siguientes aspectos se puntuaron con sus respectivos pesos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspectos técnicos = 35%</li> <li>• Aspectos económicos = 25%</li> <li>• Aspectos del entorno físico = 10%</li> <li>• Aspectos del entorno biológico = 15%</li> <li>• Aspectos sociales y culturales = 15%</li> </ul> <p>En el Capítulo IV Apartado Abiótico se incluye mapa topográfico del área del proyecto.</p>
<p>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 éstas puedan ser consideradas homogéneas y se disponga de suficiente información.</p>	<p>Para la realización del estudio de la cuenca, se contó con la información requerida para la obtención de información hidrométrica y pluviométrica.</p>
<p>5.3.2 Aspectos edafológicos</p> <p>Se deben determinar en el sitio de ubicación de la presa de jales los siguientes parámetros del suelo: textura, conductividad eléctrica y pH. Estos parámetros físicos y químicos permiten describir el tipo de suelo para la caracterización del sitio.</p>	<p>Como se ha mencionado, el proyecto no considera una presa de jales convencionales, sino un depósito de jal seco (Drystack). No obstante, se realizó para el presente proyecto un estudio edafológico; parte de este estudio ha sido considerado dentro del Capítulo IV Apartado Abiótico de esta MIA y el estudio forma parte de los anexos del mismo para su consulta a mayor detalle, por lo que se cumple la presente especificación.</p>
<p>5.3.3 Aspectos geotécnicos</p> <p>Los factores geotécnicos a considerar son:</p> <p>5.3.3.1 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</p>	<p>Para el presente proyecto se cuenta con un estudio de geotecnia, el cual ha sido considerado dentro del Capítulo IV Apartado Abiótico, pero también se podrá consultar a mayor detalle dicho estudio, ya que se ha considerado como un anexo de dicho Capítulo y se da cumplimiento a la presente especificación dado que el mismo prevé los factores geotécnicos que se mencionan en la especificación 5.3.3.1.</p>



<p>intemperizada y posibilidades de alteración futura, por los agentes del intemperismo.</p>	
<p>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.</p>	<p>En relación a la propiedades mecánicas de los depósitos del suelo se ha mencionado dentro del Capítulo IV Apartado Abiótico de esta MIA que la estratigrafía se define de la siguiente manera: una capa vegetal no mayor a los 50 cm observables; posteriormente se presenta una capa con una profundidad promedio de 2 m observables de limo de alta compresibilidad de color blanco-crema, que según la clasificación de suelos se trata de un MH (limo inorgánico de alta compresibilidad), seguido por una capa de 2.5 m (observables) de Grava-arena-limo con gradación normal de alta plasticidad de color castaño claro clasificada como GW (grava bien gradada).</p> <p>En particular, para el suelo se realizaron Estudios de Geotecnia (el cual refiere al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), y Geológico, además del Edafológico que de acuerdo con el Anexo Normativo 4, corresponde a Suelos de Partículas gruesas.</p>
<p>5.3.3.3 Determinar la región sísmica donde se ubica el sitio con base en la información de la Figura 1:</p> <p>Regiones sísmicas en la República Mexicana.</p> <p>La información geotécnica debe ser utilizada en el proyecto para asegurar la estabilidad que requiere la obra.</p>	<p>El SAR del proyecto y en consecuencia el área del proyecto se ubica en la zona sísmica D (alta exposición), definida como una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar 70% de la aceleración de la gravedad, asimismo, cabe mencionar que el depósito de jales secos o Dry-Stack no guardará las características de una presa de jales convencionales, sin embargo, se asegurará la estabilidad del depósito.</p> <p>Para conocer los desplazamientos en zonas específicas del depósito que permitirán evaluar la estabilidad del depósito, se ha considerado instalar un total de 15 inclinómetros verticales de tubería ABS con sensores automatizados.</p> <p>Los inclinómetros previstos, así como su longitud serán definidos con detalle durante el avance de la obra, en función de la información geológica y geotécnica detallada de cada sitio, y del arreglo final de las estructuras del proyecto.</p> <p>Por otra parte dentro del Capítulo II, se hace referencia al Estudio Sísmico y su objetivo, igualmente se señala que los sistemas estructurales del depósito tendrán configuraciones redundantes capaces de hacer frente a las incertidumbres inherentes de las cargas sísmicas impuestas.</p> <p>Al usar el Movimiento Sísmico de Diseño del Suelo del Sismo Máximo Creíble se ha demostrado que la estructura del Dry-Stack podrá soportar un fuerte sismo sin colapsar y proporcionar el nivel de seguridad requerido.</p>

	<p>A mayor detalle se podrán consultar los Capítulos II y IV Apartado Abiótico de la presente MIA.</p>
<p>5.3.4 Aspectos hidrológicos</p> <p>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:</p> <p>5.3.4.1 Superficial</p> <p>a) Delimitar la subcuenca hidrológica donde se localiza el sitio del depósito de jales.</p> <p>b) Determinar el volumen medio anual del escurrimiento de la cuenca aguas arriba del sitio de interés, conforme a la NOM-011-CNA-2000.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	<p>Al respecto, se presenta el estudio hidrológico respectivo como parte de los Anexos del Capítulo IV Apartado Abiótico, no obstante ello, la información de este estudio ha sido considerada para la caracterización de los aspectos hidrológicos como parte de dicho Capítulo, por lo que se da cumplimiento a la especificación.</p> <p>Asimismo, se contempla el uso de una sonda multiparamétrica para monitoreo continuo de calidad de aguas. Incorpora numerosos sensores que pueden desarrollar tareas de monitoreo simple o complejo y a largo plazo en condiciones ambientales exigentes. La sonda será colocada en área de captación de sedimentos.</p> <p>Adicionalmente, dentro del Capítulo II en el apartado de instrumentación, se han señalado los instrumentos para el monitoreo del agua superficial y subterránea.</p>
<p>5.3.4.2 Subterránea</p> <p>5.3.4.2.1 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.</p>	<p>Como ya ha sido referido, el proyecto no se trata de una presa de jales; no obstante ello se da cumplimiento al presente criterio, ya que dentro del Capítulo IV Apartado Abiótico de la presente MIA, se ha hecho este análisis de vulnerabilidad, donde se empleó el método GOD previsto en el Anexo Normativo 2 de la presente norma.</p>
<p>5.3.4.2.2 Cuando en el sitio seleccionado para la construcción de la presa de jales exista un acuífero se debe:</p> <p>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</p>	<p>De acuerdo a los perfiles de resistividad de la roca que se realizaron como parte del estudio hidrogeológico del proyecto, la zona saturada de agua se localiza a profundidades entre 200 a 250 m, incrementándose del oeste al este, ya que la topografía del terreno es en ese sentido, por lo que el acuífero se localiza a una profundidad que supera de manera general los 150 m de profundidad.</p> <p>Como parte del estudio hidrogeológico del proyecto, se realizó un censo de aprovechamientos</p>

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	<p>de agua subterránea. Se realizaron recorridos dentro y alrededor del área del proyecto, en la parte Este se visitó el poblado de Arrayanal, al igual que en la parte sur donde se ubica el poblado Las Canoas.</p> <p>En la siguiente tabla se incluyen las características de los aprovechamientos censados.</p>
--	--

**Tabla 23. Características de los aprovechamientos censados.**

ID	FECHA	TIPO	COORDENADAS		ALTURA Z	Q (lps)	OBSERVACIONES
			X	Y			
P-1	14/08/20	Escurrimiento	591595	2132316	601	0.1	En propiedad privada al sur de la presa Arrayanal.
P-2	14/08/20	Escurrimiento	589700	2131751	499	0.03	En propiedad privada, al costado de un camino vecinal en la zona sur de la zona de estudio.
P-3	14/08/20	Escurrimiento	591354	2131183	612	0.1	Dentro la propiedad de la mina Peña Colorada, al sur de presa arrayanal.
P-4	14/08/20	Escurrimiento	591706	2130937	689	0.01	Dentro de propiedad de la mina Peña Colorada, localizado en la parte alta de la zona sur del área de estudio.
P-5	14/08/20	Escurrimiento	592411	2131581	688	0.03	Ubicada en la parte este de la zona de estudio, corresponde a propiedad privada,
P-6	20/08/20	Arroyo Palo Verde	588956	2132646	454	100	Se encuentra en la parte oeste, a la salida del arroyo Palo Verde.
P-7	20/08/20	Arroyo Palo Verde	590739	2131907	526	100	Se encuentra en la parte media de la zona de estudio, arroyo Palo Verde.
P-8	20/08/20	Arroyo Palo Verde	592376	2131820	561	100	Se encuentra en la parte este, a la entrada del arroyo Palo Verde al polígono de estudio.

	<p>Asimismo, el proyecto coadyuva con la presente especificación, ya que aun cuando se trata de un depósito de jales secos o Dry-Stack, se llevó a cabo un estudio hidrogeológico con la finalidad de contar con las características del acuífero Minatitlán, así como el análisis de vulnerabilidad del acuífero, lo cual forma parte del estudio hidrogeológico elaborado para el proyecto y el cual podrá consultarse a mayor detalle como anexo del Capítulo IV de la presente MIA.</p> <p>Adicionalmente, se manifiesta que se colocarán cuatro piezómetros, de los cuales dos serán colocados aguas arriba y dos aguas abajo del depósito de Dry-Stack; los cuales servirán para medir el grado de compresibilidad de los líquidos y calidad del agua subterránea.</p>
--	--

<p>5.3.5 Biodiversidad y ecosistemas frágiles o únicos.</p> <p>Se refiere a caracterizar el sitio, identificando la presencia de especies listadas en la NOM-059-</p>	<p>El proyecto ha dado cumplimiento a la presente especificación, ya que dentro del Capítulo IV de la presente MIA se ha hecho la caracterización del sitio del proyecto, así como también se han propuesto medidas dentro del Capítulo VI, cuya finalidad será</p>
---	---

SEMARNAT-2001, así como la ubicación de ecosistemas frágiles o únicos.	priorizar aquellas especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT.2010, a fin de que dichas especies puedan ser rescatadas y reubicadas.
5.3.5.1 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.	Se da cumplimiento al presente criterio, ya que se observará lo dispuesto por la Ley General de Vida Silvestre, así como también se ha propuesto dentro de la presente MIA un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y un Programa de Manejo de Fauna.
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.	<p>El proyecto dará cumplimiento a la presente especificación, dado que los individuos de flora en alguna categoría de riesgo serán trasladados al área de resguardo temporal, el cual será la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “Peña Colorada”, ubicada en áreas autorizadas de la promovente, con registro SEMARNAT-UMA-IN-097-COL/2012, ya que cuenta con la infraestructura y las herramientas necesarias para dar cuidado y mantenimiento a los individuos rescatados y para inducir la propagación del germoplasma. En relación con la fauna se buscarán e inhabilitarán nidos y madrigueras en el área del proyecto, se ahuyentará a la fauna y se rescatará y reubicará a la fauna de lento desplazamiento.</p> <p>El área propuesta para la reubicación de fauna, es la denominada San José de Lumber, donde se pretende establecer un área de conservación como parte de la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada (Ver Capítulo VI).</p> <p>Lo anterior se podrá consultar a mayor detalle dentro del Capítulo VI de la presente MIA, en el Programa de Manejo de Fauna y el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.</p> <p>Además, el área de reubicación tanto de flora como de fauna, será un sitio protegido como área de conservación (medida de compensación), detallada en la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada (Ver Capítulo VI).</p> <p>Asimismo, dentro de los Capítulo VI y VII de la presente MIA, se hace referencia a la propuesta de una nueva UMA, cuya realización será de manera futura por la promovente del proyecto, la cual será destinada como una nueva área de conservación.</p>
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 relativa por especie con nombres comunes y científicos.	Dentro de la presente MIA, en el Capítulo IV Apartado Biótico se han identificado los tipos de vegetación que se localizan en el sitio del proyecto (vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino), los cuales se verán afectados por la realización del proyecto; sin embargo la distribución de este tipo de vegetación no se limita

	<p>al área del proyecto ya que también se encuentra en el SAR.</p> <p>De las especies se incluyen sus nombres comunes y científicos; sin embargo su densidad será calculada cuando se solicite la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, por lo que se dará cumplimiento a la presente especificación.</p>
<p>5.3.6 Potencial de daño.</p>	
<p>5.3.6.1 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:</p> <p>5.3.6.1.1 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 postoperación.</p>	<p>Los criterios de diseño de las estructuras están contemplados con la finalidad de resistir eventos naturales como sismos, avenidas, entre otros, de cierta magnitud. El diseño de estas estructuras considera una baja probabilidad de ocurrencia de falla o colapso ante eventos que superen los criterios de diseño planteados inicialmente. Dado lo anterior, por medio de un análisis de rotura, se calcula un desplazamiento de 1.3 km, mismo que no llegará a zonas de cultivo, líneas eléctricas, construcciones aisladas, ni a estructuras mineras, debido a que todas estas se encuentran a altitudes mayores que el área del proyecto, por lo que aun con un evento extraordinario que cause el desplazamiento de los jales secos no se tendrán afectaciones a las poblaciones circundantes.</p> <p>Cabe mencionar que el centro de población más cercano al área del proyecto es la localidad de Arrayanal, la cual se localiza a 1 km de distancia aguas arriba del área del proyecto (Ver Capítulos IV y V).</p> <p>Asimismo, el presente proyecto prevé una obra de reencauzamiento de un cuerpo de agua. Con dichas obras no se prevé ningún tipo de afectación, dado que sólo se harán obras que desvíen su cauce actual y una vez hechas las mismas, dicho cauce seguirá su curso de manera natural; además, no se prevé ningún tipo de descarga a dicho cuerpo de agua.</p> <p>No obstante, se implementarán las medidas pertinentes para seguir privilegiando su uso.</p> <p>Como parte de los anexos del Capítulo IV Apartado Abiótico se incluye el Análisis de rotura del Dry-Stack, dentro del cual se incluyen las siguientes conclusiones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El análisis ha considerado un solo escenario de simulación como el más crítico, el deslizamiento del talud en la zona noroeste del depósito, la cual presenta la mayor altura del apilamiento de jales filtrados (130 m).</li> <li>2. Dentro del área de simulación (aproximadamente 3 km) se identificaron aguas abajo del depósito de jales filtrados: el arroyo Palo Verde, accesos, líneas</li> </ol>

	<p>de energía eléctrica, construcciones aisladas, zonas de cultivos, áreas de vegetación y árboles. La longitud de simulación del flujo de los jales fue establecida para las condiciones proyectadas de los jales filtrados, debido a esto, el desplazamiento de los jales ante un potencial deslizamiento sería corto.</p> <p>3. La estimación del volumen de descarga se representó mediante la superficie de falla del depósito de jales filtrados, según el Informe “Filtered Tailings Options Study” elaborado por Knight Piesold (2020), con lo cual se definió el perfil longitudinal de deslizamiento.</p> <p>4. Se ha determinado un volumen de material de descarga de 3,52 MMC con una descarga pico de 10957,4 m<sup>3</sup>/s.</p> <p>5. Según la huella de desplazamiento máximo, el material deslizado por la falla del depósito de jales filtrados, se desplazará aproximadamente una distancia de 1,3 km aguas abajo del mismo, a esa distancia los jales detendrían su movimiento.</p> <p>6. De acuerdo con los resultados de la simulación, la profundidad y velocidad máxima de los jales filtrados en el área impactada es de 35,7 m, y 10,9 m/s, respectivamente.</p> <p>7. En función al análisis de deslizamiento, se determinó que el material de los jales impactaría el arroyo Palo Verde inmediatamente después del inicio de la falla, llegando a afectar una longitud de 1,3 km con una profundidad y velocidad máxima estimada igual a 35,7 m y 7,9 m/s, respectivamente. Además, se vería afectado un tramo de 0,45 km de acceso aguas abajo del depósito con una profundidad y velocidad máxima estimada igual a 30,5 m y 3,1 m/s, respectivamente.</p> <p>8. Por otro lado, las zonas de cultivo, las líneas eléctricas, las viviendas aisladas y estructuras mineras cercanas (vaso 1 y 2 del depósito de jales Arrayanal) <u>NO</u> serían afectadas por la huella máxima de deslizamiento de los jales filtrados porque se ubican en zonas más elevadas al cauce del arroyo Palo Verde y más alejadas del área de impacto. Asimismo, <u>no se encontraron poblaciones afectadas.</u></p> <p>9. De acuerdo con el análisis de rotura y los criterios de la CDA (2014), la clasificación del depósito de jales filtrados es “Significativa”.</p>
--	--

	<p>10. Se recomienda la implementación de medidas no estructurales (monitoreo de la instrumentación geotécnica y manejo de aguas adecuado) en el depósito de jales filtrados.</p> <p>11. Se recomienda realizar el monitoreo e inspecciones periódicas en la estructura del depósito de jales filtrados para identificar filtraciones, agrietamientos o asentamiento de esta instalación y prever potenciales problemas que puedan ocurrir.</p> <p>12. Se recomienda implementar un sistema de alerta temprana y un plan de evacuación para el personal que se encuentre laborando aguas abajo del depósito de jales filtrados, que permita una rápida evacuación en caso de producirse un deslizamiento de la estructura.</p> <p>13. Se recomienda realizar simulaciones de evacuación, con las personas ubicadas en el tránsito del material de los jales filtrados en un evento de falla, aguas abajo del depósito de jales filtrados con la finalidad de registrar los tiempos de evacuación.</p> <p>Las recomendaciones antes señaladas han sido consideradas en el proyecto.</p>
<p>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.</p>	<p>En el caso particular del proyecto, es importante mencionar que se trata de un depósito de jales secos o Dry-Stack y que el sitio seleccionado para su ubicación, requiere de realizar obras de reencauzamiento de un cuerpo de agua, motivo por el cual no se prevé la afectación de la cantidad y calidad del agua, manteniendo el gasto hidráulico desembocado aguas abajo.</p> <p>Por otra parte se destaca que el proyecto no se localizará en ecosistemas frágiles; sin embargo para el caso de especies en riesgo como lo son la flora y la fauna, se implementará un Programa de Manejo de Fauna y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, donde se dará prioridad a aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; mientras que para el suelo se implementarán medidas para prevenir la pérdida de suelo.</p> <p>Asimismo, en la presente MIA se ha propuesto un Plan de Vigilancia Ambiental, dentro del cual se han considerado diversos Programas y medidas que se deberán implementar durante todas las etapas de desarrollo del proyecto, a fin de atenuar, compensar, disminuir o evitar los impactos ambientales que con el desarrollo del proyecto se</p>

	<p>podrían generar al ambiente; adicionalmente en el diseño del depósito se observaron las medidas recomendadas, contenidas en Anexo Normativo 3 de esta NOM.</p> <p>En lo particular, se incluyen medidas adicionales para evitar la contaminación por hidrocarburos a suelo y cuerpos de agua.</p> <p>Cabe señalar lo indicado en la especificación anterior, de la poca probabilidad de ocurrencia de falla en el proyecto y que como parte de los anexos del Capítulo IV se incluye el Análisis de rotura del Dry-Stack, dentro del cual se incluyen las conclusiones ya referidas en la especificación anterior.</p>
<p>5.3.6.2 Cuando no exista potencial de daño, se pueden aplicar libremente las disposiciones del Anexo Normativo 3 de la presente Norma.</p>	<p>No obstante que el proyecto propone la construcción de un depósito de jal seco, el cual dista de las presas de jales convencionales en cuanto a diseño, métodos constructivos, sistemas drenantes, instrumentación etc., se consideró la presente Norma Oficial Mexicana.</p> <p>En cuanto a la identificación a los impactos ambientales potenciales a generar por el proyecto, se identificaron los siguientes por cada etapa:</p> <p>Preparación del sitio: Desmonte y despalme.</p> <p>Construcción: Cortes, excavaciones, cimentaciones y desviación de arroyo.</p> <p>Operación y mantenimiento: Depósito de jales.</p> <p>De esta manera, el proyecto solo contempla la preparación del sitio en cuanto al retiro de material vegetal y de la parte orgánica del suelo, cortes y excavaciones requeridos para la cimentación y desviación del arroyo y posteriormente el depósito de jal seco que se estará apilando y compactado de manera que por sí mismo se mantenga estable debido su bajo porcentaje de agua contenida.</p> <p>En este sentido, dentro de la presente MIA, se ha propuesto un Plan de Vigilancia Ambiental, el cual contiene diversos Programas y Medidas, cuya finalidad será prevenir, atenuar, minimizar o compensar los impactos ambientales que por el desarrollo del proyecto se ocasionen al medio ambiente; no obstante que se observará el contenido del Anexo Normativo 3, en aquello que pueda ser aplicable al proyecto.</p>
<p>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 postoperación, enfocados a mitigar estas emisiones.</p>	<p>El proyecto en su momento dará cumplimiento observancia a la normatividad aplicable en calidad del aire que le sea aplicable; así como en su caso observará las medidas que se le sean aplicables a cada etapa de desarrollo del proyecto; sin perder de vista que ya dentro del presente proyecto se han propuesto medidas para minimizar la emisión de polvos.</p>



	<p>Por otra parte se establecerá un monitoreo en el área del proyecto de manera semestral para determinar la calidad del aire en cuanto a la emisión de PM10 y PM 2.5 (ver Capítulo VI).</p>
<p>5.4 Criterios de preparación del sitio.</p> <p>Si de acuerdo a los estudios de caracterización del sitio se encuentran elementos ambientales vulnerables o susceptibles de daño por el depósito de jales, se debe preparar el sitio para evitar o mitigar el daño sobre los elementos identificados; para lo anterior, se debe proceder de la siguiente manera:</p>	
<p>5.4.1 La preparación del sitio no considera elementos de control de la contaminación de acuíferos cuando el jal resulte no peligroso, y</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) El acuífero no sea vulnerable, o</li> <li>b) Las fuentes de abastecimiento de agua subterránea se localicen más allá de 500 metros del perímetro de la presa colmada, o</li> <li>c) El jal no altere negativamente la calidad del agua subterránea en cuanto a las especificaciones para su uso.</li> </ul>	<p>Tal como se ha mencionado dentro del Capítulo IV de esta MIA, el proceso de infiltración del agua hacia el acuífero se lleva a cabo principalmente en las zonas altas de relieve (sierras), por lo que el área del proyecto no se ubicará en una zona potencial de recarga del acuífero. No obstante lo anterior, se llevó a cabo un estudio hidrogeológico con la finalidad de contar con las características del acuífero Minatitlán, así como el análisis de vulnerabilidad del acuífero, lo cual forma parte del estudio hidrogeológico elaborado para el proyecto y se presenta como anexo del Capítulo IV, para su consulta a mayor detalle y de lo cual es posible concluir que no habrá afectación alguna al acuífero.</p> <p>Con la finalidad de comprobar la existencia de agua subterránea en el área del proyecto, se realizaron recorridos dentro y alrededor de este polígono, en la parte Este se visitó el poblado de Arrayanal, al igual que en la parte sur donde se ubica el poblado Las Canoas.</p> <p>En los recorridos dentro del área del proyecto se verificaron 8 sitios, 5 de agua superficial correspondientes a pequeños escurrimientos y 3 sitios de agua superficial del arroyo Palo Verde, el cual atraviesa el polígono desde la parte esta hasta el oeste, descargando al Río Minatitlán. En la siguiente figura se muestra el plano de localización de los sitios censados. En general, en el área del proyecto no existen pozos perforados para el abastecimiento de la población; por lo que las fuentes de abastecimiento y las aguas subterráneas, no se verán comprometidas por el desarrollo del proyecto, sin que pase inadvertido que este prevé la construcción y operación de un depósito de jales secos o Dry-Stack.</p> <p>Sin embargo, de lo anterior, si bien los jales que serán depositados no resultaron peligrosos debido a que las concentraciones de Elementos Potencialmente Tóxicos no rebasan los límites permitidos, no representarán un peligro a los acuíferos. Por otra parte, los jales si resultaron potenciales generadores de acidez, por lo que, como se menciona en el Capítulo II, los jales serán cubiertos por una capa seca, y se mantendrán los</p>

	<p>jales secos y el menor tiempo posible en contacto con el ambiente, para disminuir la probabilidad de generar drenaje ácido. Asimismo, se tiene considerado llevar a cabo un cierre progresivo del Depósito en el cual se incluye la colocación de una cubierta seca que a su vez también permitirá a su posterior restauración.</p>
--	--

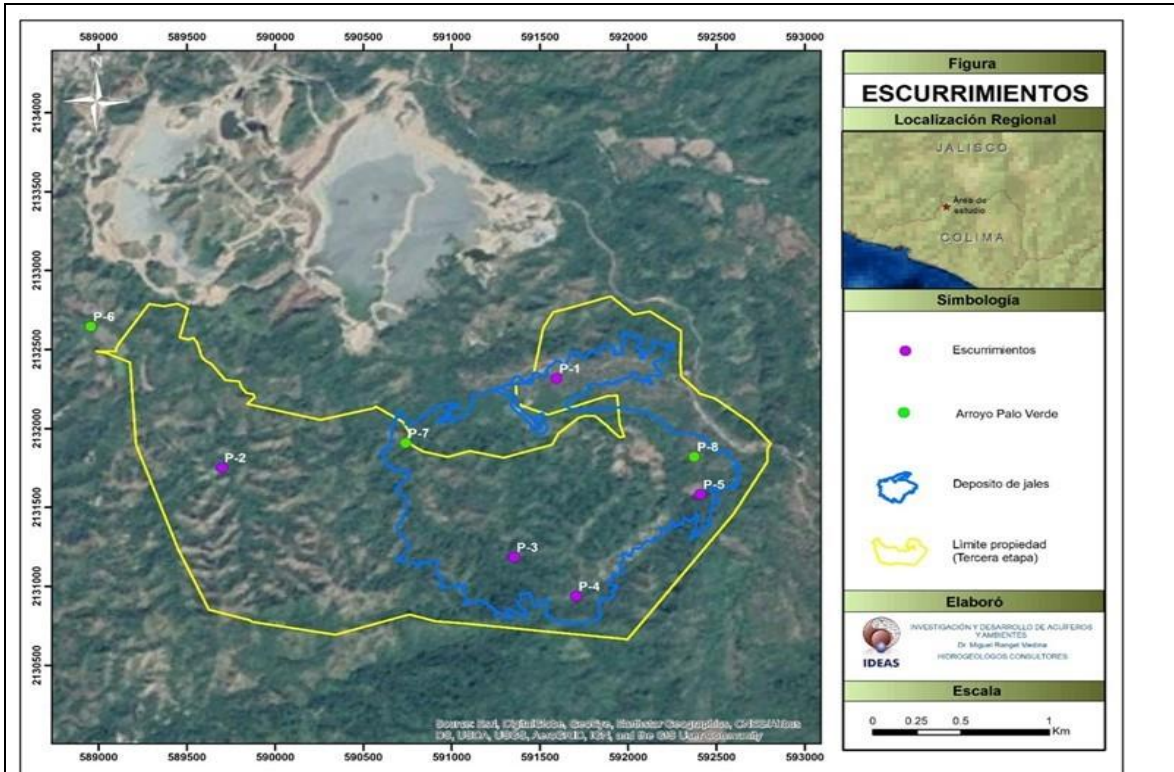


Figura III-10. Plano de localización de sitios censados.

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:

- Exista un acuífero vulnerable de acuerdo con la evaluación del Anexo Normativo 2;
- El jal sea peligroso, o
- Existan aprovechamientos hidráulicos subterráneos dentro de una franja de 500 metros alrededor del perímetro de la presa colmada.

El presente proyecto no considera una presa de jales, no obstante ello no comprometerá el Acuífero, por otra parte los jales no resultaron peligrosos, aunque si tienen potencial de generar drenaje ácido para lo cual se propone cubrirlos con una cubierta seca. Asimismo, como parte de los anexos del Capítulo IV se agrega el estudio hidrogeológico para su pronta referencia. No obstante lo anterior, se implementarán diversas medidas durante la etapa de preparación de sitio, construcción y operación del proyecto, de acuerdo a los posibles impactos ambientales identificados que pudiera ocasionar el proyecto (ver capítulo V de la presente MIA) y se han integrado dentro de un Plan de Vigilancia Ambiental (ver Capítulo VI).

<p>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.</p>	<p>Considerando que el proyecto prevé un depósito de jales secos o Dry-Stack, los mismos estiman un porcentaje menor de humedad que los jales convencionales, los residuos que en su caso pudieran obtenerse no entrarán en contacto con ningún cuerpo de agua, por lo que se dará cumplimiento al presente criterio.</p> <p>Se precisa que en presente proyecto se prevé la construcción de un bordo de retención, como medida de seguridad, formado con material térreo destinado para retener los escurrimientos de aguas pluviales que entren en contacto con los jales, así como los arrastres de sedimentos que se generen por lluvias. Asimismo, estas aguas serán recuperadas al proceso sin entrar en contacto con cuerpos naturales.</p>
<p>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 apeándose a la normatividad de referencia.</p>	<p>Tal como se ha mencionado en la vinculación de la especificación 5.3.5.3, dentro de la presente MIA, en el Capítulo IV se han identificado los tipos de vegetación y la fauna que se localizan en el sitio del proyecto por lo que se ha propuesto un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y un Programa de Manejo de Fauna, dándose prioridad a aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, asimismo se observará que dentro del Programa de Rescate y Reubicación de Flora se ha considerado que una vez que se realizó el rescate, los individuos serán trasladados al área de resguardo temporal, el cual será la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “Peña Colorada”, ubicada en áreas autorizadas de la promotora, con registro SEMARNAT-UMA-IN-097-COL/2012, para lo cual se ha observado la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento y se seguirán observando sus disposiciones en lo demás en lo que resulte aplicable y se realizarán las gestiones necesarias ante la autoridad competente.</p>

<p>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.</p>	<p>El desmonte del proyecto se llevará a cabo una vez que se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, no obstante ello, además de que dentro del Estudio Técnico Justificativo se hará una 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, tal como se prevé en el artículo 141, fracción IX del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</p> <p>No obstante lo anterior en la presente MIA también se propone un Programa de Rescate y Reubicación de Flora como se ha venido mencionando y con los alcances para dar prioridad a aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNTA-2010, una vez que se realizó el rescate, los individuos serán trasladados al área de resguardo temporal, el cual será la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “Peña Colorada”, ubicada en áreas autorizadas de la promovente, con registro SEMARNAT-UMA-IN-097-COL/2012.</p> <p>Al tenor de lo anterior, se dará cumplimiento a la presente especificación.</p> <p>En el Capítulo VI de esta MIA se ilustran las actividades de rescate de fauna, las cuales pueden ser consultadas para pronta referencia dentro de dicho Capítulo, así como también dentro del mismo se ha hecho referencia a las especies de flora susceptibles de rescate.</p>
<p>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.</p>	<p>En la presente MIA, dentro del Capítulo VI y dentro del Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el cual podrá ser consultado por la autoridad para mayor detalle; además del resguardo temporal en la UMA con la que ya cuenta la promovente para los individuos de flora rescatados, se han propuesto la reubicación de los individuos rescatados en tres polígonos (ver Capítulo VI), una vez que el especialista en manejo de flora encargado del resguardo temporal determine que los individuos cuentan con las características necesarias para su adaptación en el nuevo medio.</p>

<p>5.4.4.3 Realizar las labores de reubicación, trasplante y monitoreo con métodos que garanticen su sobrevivencia.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la presente especificación, ya que prevé la implementación de las mejores técnicas para garantizar la sobrevivencia de las especies reubicadas y transplantadas, así como su monitoreo. En el Capítulo VI se indican las técnicas de rescate, las metas e indicadores para garantizar la sobrevivencia.</p>
<p>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.</p>	<p>Una vez que se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, el desmonte y despalme se llevará a cabo, tal como se menciona en la presente especificación.</p> <p>No obstante lo anterior, en esta MIA se prevé el ahuyentamiento a la fauna y el apoyo a aquella de lento desplazamiento; dicha actividad ha sido contemplada como medida en el Programa de Manejo de Fauna, el cual podrá ser consultado en el Capítulo VI de la presente MIA, así como parte como parte de las actividades de preparación de sitio del proyecto (Ver Capítulo II).</p>
<p>5.4.4.5 Definir y señalar las zonas en que se mantendrá la vegetación rescatada.</p>	<p>La vegetación que sea rescatada será resguardada de manera temporal en la UMA con la que la promotora ya cuenta y una vez que el especialista en manejo de flora encargado del resguardo temporal determine que los individuos cuentan con las características necesarias para su adaptación en el nuevo medio serán reubicados.</p> <p>Dentro del Capítulo VI de la presente MIA, se presentan las coordenadas UTM de los polígonos donde se propone la reubicación de las especies de flora, los cuales en su conjunto se denominan San José de Lumber, motivo por el cual se da cumplimiento a la presente especificación.</p>

<p>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.</p>	<p>Dentro del Programa de Rescate y Reubicación de Flora se ha propuesto como medida que durante las actividades de despalme, se realizará la recuperación y acopio del suelo orgánico (se cuenta con área de resguardo temporal de suelo, ver Capítulo VI), el cual será cubierto o protegido contra la erosión eólica e hídrica para que una vez que las actividades de reubicación lo requieran, se realice el triturado del material vegetal producto de desmonte y se mezcle con el suelo despalmado para incorporarlo como un aporte de nutrientes que favorezca el establecimiento de la cobertura vegetal; asimismo, se prevé el rescate de individuos y/o germoplasma de las especies sujetas al programa para su propagación, resguardo, reubicación y mantenimiento.</p> <p>Como referencia del manejo de suelo, en el Capítulo VII de esta MIA, se ilustra la manera en que se hace el almacenamiento de suelo orgánico en las áreas destinadas para dicha actividad.</p> <p>De acuerdo a lo anterior, se dará cumplimiento a la especificación en cita.</p> <p>En el capítulo II se indican las áreas consideradas para resguardo de material vegetal.</p>
<p>5.4.6 Debe asegurarse que el sitio seleccionado sea capaz de soportar y almacenar el volumen de jales proyectado.</p>	<p>Para asegurar lo mencionado en la presente especificación, se han realizado diversos estudios que respaldan que el sitio seleccionado para el proyecto soporta el depósito pretendido para los jales, atendiendo sobre todo a que utilizando nuevas tecnologías el manejo de los jales no será por el método convencional y al tratarse de jales secos, el sitio seleccionado es capaz de soportar y almacenar los mismos.</p>
<p>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.</p>	<p>La promovente, dispondrá en el sitio del proyecto aquella información que le pueda ser de utilidad a la autoridad relacionada con el presente proyecto, por lo que se da cumplimiento al presente criterio.</p>
<p>5.5 Criterios de proyecto En el proyecto de una presa de jales deben considerarse los siguientes factores:</p>	
<p>5.5.1 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.</p>	<p>El proyecto da cumplimiento a la presente especificación, al haberse estimado el volumen de almacenamiento aún cuando no se trata de una presa de jales convencional, lo cual corresponde a 95.7 Mm<sup>3</sup>, mismo dato que se puede consultar a mayor detalle dentro del Capítulo II de la presente MIA.</p>

<p>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.</p>	<p>El presente proyecto no contempla la construcción de una cortina contenedora, puesto que no se trata de una presa de jales; no obstante se llevaron a cabo estudios y se consideraron factores de estabilidad para el depósito, además de que el menor porcentaje de agua contenido en el jal permitirá su compactación y depósito en forma de taludes para una configuración simple, segura y confiable.</p> <p>De esta manera únicamente se considera la construcción de un bordo y área de captación que retendrán los escurrimientos de aguas, así como arrastres de sedimentos que se generen por lluvias, razón por la cual no es de observancia para el proyecto la presente especificación.</p>												
<p>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).</p>	<p>Es importante destacar que no se depositarán jales convencionales, sino jales secos, con mínimo porcentaje de humedad; no obstante ello, para los escurrimientos se ha contemplado la construcción de una cuneta derivadora (Ver descripción dentro del Capítulo II), la cual formara parte del sistema auxiliar de drenaje. El objetivo de esta obra es interceptar el agua que se genera en la cuenca alta de la zona del proyecto, asegurando así que el agua pluvial no entre en contacto con el depósito del Dry-Stack.</p>												
<p>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.</p>	<p>La presente especificación será cumplida por el proyecto, ya que contempla la construcción de una cuneta derivadora, la cual formara parte del sistema auxiliar de drenaje del depósito de jales secos.</p>												
<p>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. Los números utilizados en el Anexo Normativo 3 representan los criterios de aplicación para cada método constructivo y su interpretación se indica en la Tabla 3:</p> <p style="text-align: center;"><b>TABLA 3</b> Criterios de aplicación para cada método constructivo</p> <table border="1" data-bbox="256 1608 800 1759"> <thead> <tr> <th>OPCIÓN</th> <th>INTERPRETACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Permitido</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>La resolución depende de la elaboración de estudios adicionales dictaminados por la Secretaría</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Prohibido</td> </tr> </tbody> </table>	OPCIÓN	INTERPRETACION	1	Permitido	2	Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)	3	Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)	4	La resolución depende de la elaboración de estudios adicionales dictaminados por la Secretaría	-	Prohibido	<p>Como ya se mencionó el proyecto no prevé la construcción de una cortina contenedora, dado que el deposito de los jales secos contempla y requiere de un diseño constructivo distinto que podrá verse a detalle dentro del Capítulo II de la presente MIA.</p> <p>No obstante lo anterior, para su ubicación se consideró la topografía, hidrología y sismicidad, aspectos que refiere el Anexo Normativo 3 de la NOM, y que fueron descritos en el Capítulo IV de esta MIA.</p>
OPCIÓN	INTERPRETACION												
1	Permitido												
2	Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)												
3	Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)												
4	La resolución depende de la elaboración de estudios adicionales dictaminados por la Secretaría												
-	Prohibido												



<p>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:</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	<p>El proyecto da cumplimiento a la presente especificación, dado que contempla obras para la retención y derivación de escurrimientos, una de ellas es la construcción de una cuneta derivadora y bordo de captación, así como el desvío del arroyo Palo Verde; obras que han sido descritas con mayor detalle dentro del Capítulo II de la presente MIA.</p> <p>Cabe señalar que el proyecto consideró los periodos de retorno del estudio hidrológico, el cual requirió asignar un periodo de retorno a la avenida de diseño en función de las obras involucradas.</p>
<p>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.</p>	<p>El filtrado de los jales se realizará mediante un proceso 100% físico, el cual consiste en inyectar o llenar con jales los filtros prensas y estos a su vez mediante gatos hidráulicos realizar un esfuerzo de compresión en el material (jales) y mediante esta presión se retira el exceso de agua en el mismo. Dicha agua es recuperada y retornada al proceso de beneficio; por lo que, en el proceso de obtención de los jales secos, se contempla la recuperación de agua antes de ser depositada en el Drystack, por lo que se dará cumplimiento a la presente especificación.</p> <p>También se prevé una fosa sedimentadora, para recuperar el agua que quede en los jales (20-15%) y el agua pluvial que entre en contacto con el deposito.</p> <p>Todo lo anterior, podrá ser consultado a detalle dentro del Capítulo II de esta MIA.</p>
<p>5.6 Criterios de construcción-operación</p> <p>El proceso de construcción de una presa de jales debe seguir los siguientes criterios:</p>	
<p>5.6.1 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.</p>	<p>El presente proyecto dará cumplimiento a la presente especificación, ya que no pondrá en riesgo el agua subterránea o fuentes de abastecimiento. No obstante que el proyecto no trata de una presa de jales.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto no trata de una presa de jales, no obstante; se observará la presente especificación durante el proceso constructivo.</p>

<p>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 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.</p>	<p>Al tratarse el presente proyecto de un depósito de jales secos, dentro de sus obras no se considerará la construcción de una cortina contenedora, razón por la cual las presentes especificaciones no son de observancia para el proyecto.</p> <p>No obstante lo anterior, en el Capítulo II de esta MIA, podrá observarse que para el diseño del depósito de jales se consideraron diversos estudios para que el mismo pueda ser operado de la manera más segura.</p>
<p>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.</p>	
<p>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.</p>	
<p>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.</p>	<p>Para la construcción de obras complementarias del presente proyecto, se observará el cumplimiento de la presente especificación.</p>
<p>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.</p>	<p>Al ser los jales mayor cantidad de sólidos (80-85%) que líquido se transportarán mediante bandas, evitando el contacto con el suelo, por lo que los derrames e infiltraciones serán poco probable; no obstante ello, se colocarán avisos de advertencia para prevenir cualquier eventualidad.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto no trata de una presa de jales, sino de un depósito de jales secos o Dry-Stack por lo que no considera una cortina contenedora, y los jales a depositar no son jales convencionales sino jales secos.</p> <p>El proceso de la conformación y diseño del depósito o Dry Stack ha sido considerado dentro del Capítulo II de la presente MIA, por lo que se mantendrán las medidas adecuadas en todo momento.</p>

<p>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.</p>	<p>Las actividades que comprende el proyecto son servicios de apoyo exclusivos para la minería, tal como lo es el depósito de jales, donde se depositarán jales con la menor humedad posible y se podrá recuperar la mayor cantidad de agua para ser reutilizada en los procesos de la Unidad Minera Peña Colorada.</p> <p>Adicionalmente, el agua a extraer de los jales, en proceso previo, se reincorporará al proceso de beneficio de la minera. El proceso del depósito de los jales secos se describe a detalle en el Capítulo II.</p> <p>Entre otras obras del proyecto como ya se ha mencionado también, se prevé la construcción de un bordo de captación de agua pluvial.</p>
<p>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 <math>\mu\text{m}</math> (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.</p>	<p>El proyecto no contempla la construcción de una cortina contenedora, motivo por el cual los presentes criterios no son de observancia para el proyecto.</p>
<p>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.</p>	
<p>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.</p>	
<p>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.</p>	<p>Los presentes criterios no son de observancia para el proyecto, ya que dentro de sus obras y actividades no prevé la construcción de un vaso de almacenamiento de jales convencionales, ni bordo libre, sino lo que prevé es un depósito de jales secos, donde el agua de los jales se recuperará en un proceso previo a su depósito.</p>

<p>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.</p>	
<p>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.</p>	<p>El proyecto no contempla la construcción de una cortina contenedora; no obstante ello, se han propuesto diversas medidas, las cuales se encuentran contenidas dentro del Programa de Vigilancia Ambiental, las cuales se encuentran relacionadas con la minimización de polvos.</p>
<p>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 existencia y contenido, en el momento que lo considere necesario.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la presente especificación, ya que contará con la información prevista en la presente especificación para su disposición a la autoridad.</p>
<p>5.7 Criterios de Postoperación</p>	
<p>5.7.1 Una vez que el depósito de jales llegue al final de su vida útil, se deben implementar medidas que aseguren que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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;</li> <li>b) No se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de agua superficiales y subterráneos.</li> <li>c) No falle la presa de jales.</li> </ul>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la especificación que nos ocupa, pues no se deberá perder de vista que el depósito de jales pretendido por la promotora empleará tecnología que le permitirá hacer un manejo de los jales en un estado más sólido, por lo que tendrán menos humedad y la probabilidad de escurrimientos que afecten cuerpos de agua, se ve reducida. Asimismo, conforme se vayan conformando los taludes de los jales secos, los mismos se irán restaurando progresivamente; sobre los jales se establecerá una capa seca y posteriormente suelo rescatado para inducir vegetación en la parte superficial, lo que reducirá la posibilidad de emisiones de partículas; asimismo, se implementarán las medidas que permitan que el depósito de jales se opere con seguridad. (Ver Capítulo II para mayor detalle).</p>
<p>5.7.2 Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido se debe cumplir con de seguridad los siguientes aspectos:</p>	

<p>5.7.2.1 Cubrir con un material mineral o con agua, para evitar la formación de drenaje ácido del jal, cuidando de no solubilizar otros elementos tóxicos. También se podrán utilizar otros materiales que impidan la acidificación.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la presente especificación, pues para el control de erosión eólica y mitigar la oxidación de sulfuros y la generación de drenaje ácido de rocas, se pretende crear una cubierta seca que funcione como una barrera contra el transporte de oxígeno hacia los jales.</p> <p>Los materiales para la cubierta disponibles en fuentes de préstamo cercanas ubicadas en el emplazamiento incluyen lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balastre. Grava arenosa y clastos del tamaño de cantos rodados (posible material para la capa de ruptura capilar);</li> <li>• Granito. Material de limo arenoso con baja plasticidad (posible capa superior); y</li> <li>• Suelo natural. Este material se obtendrá de lo que resulte de la actividad de despalme que se realizará en el sitio. Este material podrá utilizarse para mejorar el balastre a fin de producir una capa de grano más fino (para contribuir a la retención de humedad) y promover el crecimiento de la vegetación. (Ver detalle en Capítulos II y VI)</li> </ul>
<p>5.7.2.2 No se deben utilizar especies vegetales que promuevan la acidificación del sustrato.</p>	<p>Estudios de estabilidad química de los jales muestran que los jales con menor contenido de humedad pueden tener un mayor riesgo de oxidación, es por eso que el diseño del proyecto prevee la aplicación de una cubierta seca que ayudará a mitigar la oxidación de sulfuros, ya que esta cubierta constará de una cubierta impermeable que evitará la difusión de agua y oxígeno, sumada a una cubierta de materia orgánica que limitará también la presencia de oxígeno, además de una cubierta inhibidora de reacción que controlará el pH, de manera que se detendrá el proceso de acidificación de jales; siendo así que el proyecto dará cumplimiento a la presente especificación. El proyecto dará cumplimiento a la presente especificación. Sobre el depósito de jales primero se establecerá la capa orgánica de suelo rescatado y después especies herbáceas y gramíneas con posible establecimiento de especies arbóreas y arbustivas, a mayor abundamiento podrá ser consultado el Capítulo VI.</p>

<p>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.</p>	<p>Para el cumplimiento de la presente especificación se establecerán medidas ya referidas en la especificación anterior.</p> <p>En la restauración del sitio se considera incorporar sobre los jales una capa seca con la finalidad de evitar que la humedad llegue a los jales y estos se oxiden.</p> <p>La capa orgánica de suelo absorbe humedad y oxígeno a través del proceso de descomposición bacteriana (Ver detalle en Capítulos II y VI).</p>
<p>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.</p>	<p>Los jales a depositar serán jales secos por lo cual para evitar el drenaje ácido se incorporará sobre éstos capa seca (Ver Capítulos II y VI).</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto coadyuva con la presente especificación, ya que sobre los jales se incorporará suelo orgánico (Ver Capítulo VI).</p> <p>Adicionalmente, el capítulo VII incluye los render realizados para la restauración del Dry-Stak donde el jal será cubierto con suelo orgánico y se realizará la hidrosiembra para cubrirlo.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la especificación de referencia, lo cual podrá consultarse a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA.</p> <p>Las especies vegetales consideradas en el proyecto serán especies nativas entre las herbáceas y gramíneas.</p> <p>En caso de confirmar especies arbóreas y arbustivas, se establecerán las reproducidas en la UMA (de la región y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010).</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto, no considera una cortina contenedora, pero el depósito considera taludes para su estabilización, para lo cual se observará y en su momento se dará cumplimiento a la presente especificación.</p> <p>Para conocer los desplazamientos en zonas específicas del depósito que permitirán evaluar la estabilidad del depósito, se ha considerado instalar un total de 15 inclinómetros verticales de tubería ABS con sensores automatizados.</p> <p>Los inclinómetros previstos, así como su longitud serán definidos con detalle durante el avance de la obra, en función de la información geológica y geotécnica detallada de cada sitio, y del arreglo final de las estructuras del proyecto.</p>

<p><b>5.8 Monitoreo</b></p> <p>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:</p>	
<p>5.8.1.1 La construcción y operación de un mínimo de dos pozos de monitoreo, uno ubicado aguas arriba de la presa y otro 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.</p>	<p>El proyecto no es una presa de jales, razón por la cual no se considera una cortina contenedora, asimismo, se llevó a cabo un estudio de prospección hidrogeofísica, con el objetivo de seleccionar sitios con buenas posibilidades hidrogeológicas para pozos de monitoreo. Una vez obtenidos los resultados, e interpretado los perfiles de resistividad, se definieron 4 sitios para la instalación de pozos de monitoreo, cuyas coordenadas y mapa de referencia se encuentran en el Capítulo II de la presente MIA.</p>
<p>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).</p>	<p>Dentro del Capítulo II de esta MIA, en el apartado de instrumentación, se han identificado los instrumentos para el monitoreo del agua superficial y subterránea, además de contemplarse para esta última la instalación de pozos de monitoreo y piezómetros para monitoreo de nivel freático de depósito, por lo cual se dará cumplimiento a la presente especificación.</p>
<p>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.</p>	<p>Una vez que el proyecto pretendido haya sido autorizado, construido y se inicie con su operación, se dará cumplimiento a la presente especificación.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto, en su momento se ajustará al cumplimiento de la presente especificación en cada etapa de las que se mencionan.</p>

<p>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.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la especificación en cita en su momento.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto observará el contenido de la presente especificación.</p>
<p>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.</p>	<p>Según los resultados del estudio hidrogeofísico se concluye que en el sitio no existe acuífero vulnerable (método GOD), tampoco se encontraron aprovechamientos alrededor del Drystack. De acuerdo a las características de los jales que serán depositados, si bien no rebasan los límites máximos permisibles en cuanto a Elementos Potencialmente Tóxicos, los jales son potenciales generadores de acidez, de manera que para el monitoreo de aguas subterráneas, se instalarán pozos de monitoreo aguas arriba y abajo del depósito, además se implementarán las medidas necesarias para garantizar la no afectación de la calidad de agua, por lo que se coadyuvará con la presente especificación.</p>
<p>5.8.2 Monitoreo de aguas superficiales.</p>	
<p>5.8.2.1 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.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la presente especificación, pues como se ha mencionado dentro del Capítulo II de la presente MIA, en el apartado de instrumentación, se han manifestado los instrumentos para el monitoreo de aguas superficiales y subterráneas.</p>
<p>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.</p>	<p>En su momento se hará del conocimiento a la autoridad los puntos de muestreo de aguas arriba y aguas abajo, a fin de que se demuestre el cumplimiento de la presente especificación.</p>

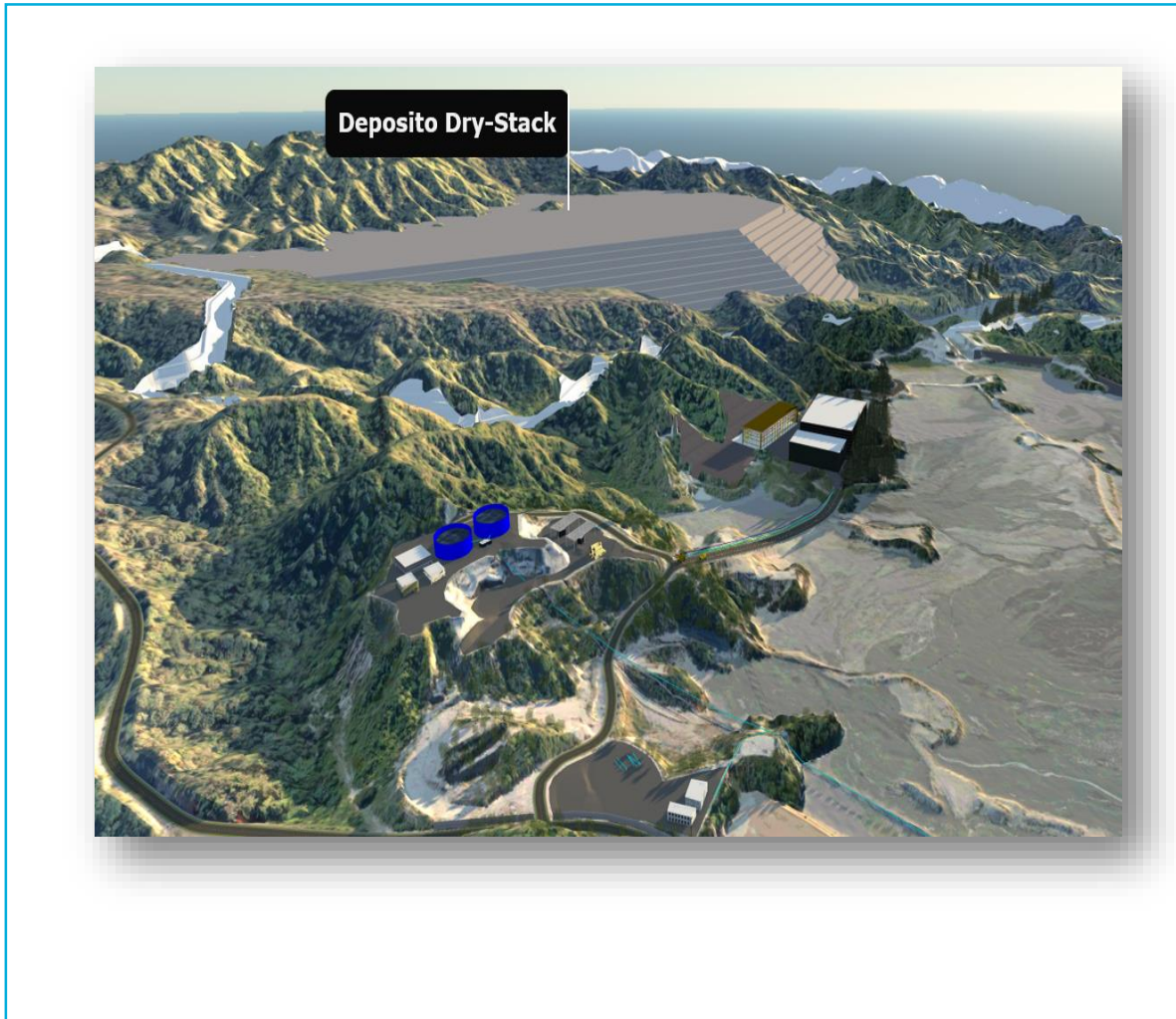


<p>5.8.2.3 Se debe indicar la técnica de muestreo y los parámetros a analizar, haciendo énfasis en aquellos que pudiesen variar a causa del depósito de jales, la periodicidad de muestreo y el número de muestras. Deben llevarse a cabo dos análisis de la calidad del agua superficial, el primero al finalizar la temporada de lluvias y el segundo durante el estiaje.</p>	<p>Se observará la presente especificación, así como en su momento se informará a la autoridad como se da cumplimiento a la misma.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto observará la normatividad aplicable vigente en materia de descargas; así como también buscará en todo momento dar cumplimiento a los límites máximos permisibles que le sean aplicables.</p>
<p>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.</p>	<p>En caso de que el proyecto se encuentre en el supuesto mencionado en la presente especificación, lo hará del conocimiento de la autoridad competente para ello.</p>
<p>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.</p>	<p>Uno de los principales objetivos de la promovente es instalar nueva tecnología para disminuir aún más la humedad de los jales e incrementar el contenido de sólidos en un 80-85%, lo que beneficiara la estabilidad estructural del depósito ya que disminuirá el volumen de agua contenida en los jales y enviada al depósito, y permitirá incrementar la velocidad de recuperación de agua para reincorporarla al proceso operativo de la minera, en comparación con los procesos que actualmente se implementan en la mina de manera convencional, no obstante ello se llevará a cabo el monitoreo, tal como se refiere en el aparatado de Instrumentación del Capítulo II de esta MIA. Adicionalmente para el proyecto, se cuenta con un Estudios de análisis de estabilidad de taludes mismo que podrá ser consultado por la autoridad.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la presente especificación. Se tiene contemplada la instalación de un acelerógrafo que permita conocer las aceleraciones generadas a la estructura del depósito a partir de solicitaciones sísmicas. (Ver apartado de instrumentación del Capítulo II)</p>

<p>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.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la presente especificación, no obstante que actualmente en la mina y las presas de jales existentes, ya se vienen realizando muestreos relacionados con la calidad del aire. Asimismo, se llevará a cabo monitoreo de partículas (Ver Capítulo VI).</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la presente especificación aun cuando dentro de sus obras no requiere de la construcción de una cortina contenedora. Cabe señalar, que la deposición de los jales secos y la formación de los taludes, se llevarán a cabo considerando los Estudios de análisis de estabilidad de taludes, en los cuales se consideró principalmente que el proyecto se ubicará dentro de una región activa tectónica y sísmicamente de México Occidental, con sismos históricos con magnitudes superiores a M 7.5. Por lo tanto, los sistemas estructurales del depósito Dry-Stack se formarán con configuraciones redundantes capaces de hacer frente a las incertidumbres inherentes de las cargas sísmicas impuestas. (Ver Capítulo II)</p>
<p>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 acciones de estabilización de los taludes y la cortina, que sean necesarias.</p>	<p>En caso de presentarse alguna eventualidad como la señalada en la presente especificación, se llevarán a cabo las acciones necesarias para la estabilización de taludes.</p>
<p>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.</p>	<p>El Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Programa de Manejo de Fauna incorporan todos los requerimientos de la especificación (Capítulo VI), motivo por el cual se dará cumplimiento a la presente especificación.</p> <p>Lo anterior se sostiene así, ya que el proyecto en todo momento generará la evidencia a través de registros en bitácoras.</p>
<p>5.8.9. Postoperación: se debe mantener una bitácora y evidencia gráfica, de todas las actividades realizadas en la etapa de postoperación.</p>	<p>En su momento la promovente dará cumplimiento a la presente especificación.</p>
<p>6. Evaluación de la conformidad</p>	

<p>6.1 La Secretaría reconocerá las determinaciones analíticas de las pruebas para realizar la extracción de metales y metaloides en jales, con agua en equilibrio con CO<sub>2</sub>, Balance Acido-Base para jales que contienen sulfuros de metales, métodos de absorción atómica y espectroscopia de emisión por plasma acoplado por inducción, correspondientes al muestreo y al análisis efectuado por un laboratorio acreditado y aprobado, conforme a las disposiciones legales aplicables.</p>	<p>La presente especificación es para el cumplimiento de la autoridad.</p>
---	--

De acuerdo con todo lo anterior el proyecto es congruente y da cabal cumplimiento a los ordenamientos jurídicos, instrumentos de planeación, Áreas Naturales Protegidas, Normas Oficiales Mexicanas, Sitios RAMSAR y demás instrumentos aplicables en la materia, por lo que se considera viable su desarrollo. Cabe mencionar que la cartografía elaborada para el presente Capítulo se presente como Anexo del mismo en versión digital, para su mejor apreciación y consulta por la autoridad evaluadora.



MIA-R “Ampliación Centro Industrial Paticajo”

# CAPÍTULO IV

## Apartado Abiótico

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

## CONTENIDO

<b>IV.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>IV.1.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>IV.2.</b>	<b>Criterios de delimitación del SAR .....</b>	<b>8</b>
<b>IV.3.</b>	<b>Caracterización del medio abiótico .....</b>	<b>11</b>
IV.3.1.	Tipos de climas en el SAR.....	11
IV.3.1.1.	Calidad del aire en el área del proyecto .....	17
IV.3.1.2.	Emisión de ruido .....	19
IV.3.2.	Condiciones geológicas y geotécnicas .....	28
IV.3.2.1.	Resistividad de la roca .....	29
IV.3.2.2.	Fallas .....	33
IV.3.2.3.	Fracturas .....	34
IV.3.2.4.	Zonas de debilidad estructural .....	35
IV.3.2.5.	Regionalización sísmica.....	39
IV.3.2.6.	Condiciones geotécnicas en el área del proyecto.....	41
IV.3.2.7.	Estabilidad.....	45
IV.3.2.8.	Potencial de daño .....	51
IV.3.3.	Geomorfología.....	53
IV.3.3.1.	Geomorfología en el área del proyecto .....	54
IV.3.4.	Edafología.....	56
IV.3.4.1.	Tipo de suelos en el SAR .....	56
IV.3.4.2.	Tipo de suelos en el área del proyecto .....	57
IV.3.4.3.	Muestreo de suelos en el área del proyecto .....	59
IV.3.4.4.	Características físicas físico-químicas del suelo .....	61
IV.3.4.5.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos .....	67
IV.3.5.	Hidrología superficial .....	72
IV.3.5.1.	Calidad del agua y sedimentos en la cuenca del Río Minatitlán – Marabasco .....	73
IV.3.5.2.	Hidrología en el SAR.....	81
IV.3.5.3.	Hidrología en el área del proyecto.....	82
IV.3.5.4.	Análisis hidrológico en el tramo del arroyo Palo Verde .....	84
IV.3.5.5.	Calidad del agua superficial del arroyo Palo Verde .....	107
IV.3.6.	Hidrología subterránea.....	114
IV.3.6.1.	Características del acuífero.....	114
IV.3.6.2.	Censo de aprovechamientos.....	116
IV.3.6.3.	Profundidad del acuífero y dirección del flujo subterráneo .....	118
IV.3.6.4.	Características hidráulicas del acuífero .....	120
IV.3.6.5.	Caracterización física y química del agua subterránea .....	121
IV.3.6.6.	Muestras de agua arroyo Palo Verde .....	125
IV.3.6.7.	Clasificación del agua subterránea .....	128
IV.3.6.8.	Vulnerabilidad del acuífero.....	130
IV.3.6.9.	Análisis geoquímico de la pila de jales.....	137

<b>IV.4. Paisaje.....</b>	<b>142</b>
IV.4.1. Visibilidad del paisaje.....	142
Cuencas Visuales.....	143
IV.4.1.1. Resultados de la modelación de la cuenca visual .....	145
IV.4.2. Fragilidad del paisaje .....	149
<b>IV.5. Medio socioeconómico .....</b>	<b>150</b>
IV.5.1. Actividades económicas .....	150
IV.5.2. Factores socioculturales .....	154
IV.5.2.1. Tradiciones culturales.....	154
IV.5.2.2. Localidades .....	154
<b>IV.6. Diagnóstico Ambiental .....</b>	<b>157</b>
IV.6.1. Tendencias de desarrollo y deterioro de la región .....	162

## FIGURAS

FIGURA IV. 1. ELEMENTOS DE UNA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA.....	8
FIGURA IV. 2 DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	9
FIGURA IV. 3 UNIDADES HIDROGRÁFICAS DONDE SE EMPLAZARÁ EL PROYECTO.....	10
FIGURA IV. 4 DELIMITACIÓN DEL SAR. ....	11
FIGURA IV. 5. TIPOS DE CLIMA DENTRO DEL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO. ....	13
FIGURA IV. 6. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA.....	14
FIGURA IV. 7. DISTRIBUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN. ....	15
FIGURA IV. 8. DIRECCIÓN Y FRECUENCIA DEL VIENTO EN EL SAR Y EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	16
FIGURA IV. 9. VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO EN EL SAR Y EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	16
FIGURA IV. 10. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y COLINDANCIAS.....	19
FIGURA IV. 11. HACIA EL ESTE DEL ÁREA DEL PROYECTO SE UBICA LA CARRETERA ARRAYANAL Y ES LA ÚNICA FUENTE DE GENERACIÓN DE RUIDO (ZONA CRÍTICA), .....	20
FIGURA IV. 12. PUNTOS DE MEDICIÓN SOBRE LA CARRETERA ARRAYANAL.....	21
FIGURA IV. 13 GEOLOGÍA REGIONAL DEL POLÍGONO DEL PROYECTO.....	28
FIGURA IV. 14 GEOLOGÍA LOCAL DEL POLÍGONO DEL PROYECTO CON ESTRUCTURAS PRINCIPALES DE FALLAS, FRACTURAS, DIQUES Y SUELO. ....	29
FIGURA IV. 15 PERFILES DE RESISTIVIDAD EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	31
FIGURA IV. 16 MODELO DE SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	32
FIGURA IV. 17 FALLA NORMAL CON RUMBO N45°E E INCLINACIÓN 70°SE CORTANDO A LA UNIDAD GRANODIORÍTICA EN LA PARTE ESTE DEL POLÍGONO DEL PROYECTO.....	33
FIGURA IV. 18 INTERPRETACIÓN DE LÍNEAS DE FRACTURAS, SE OBSERVA GRÁFICAMENTE LAS DIFERENTES ORIENTACIONES DE ESTAS EN EL POLÍGONO DEL PROYECTO.....	34
FIGURA IV. 19 DIAGRAMA DE PLANOS MAYORES DE LAS 3 PRINCIPALES FAMILIAS DE FRACTURAS.....	35
FIGURA IV. 20 PLANO DE GRADOS DE DEBILIDAD DEL POLÍGONO DEL PROYECTO.....	37
FIGURA IV. 21 PLANO DE DEBILIDAD DEL TERRENO DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	38
FIGURA IV. 22 MAPA DE PERIODOS DE RETORNO PARA ACELERACIONES DE 0.15 DE G O MAYORES (CFE). LA ESCALA DEL LADO DERECHO TIENE VALORES EN AÑOS.....	40
FIGURA IV. 23 DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE ADQUISICIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	42
FIGURA IV. 24 SECCIÓN DE VELOCIDAD DE ONDA S, M1 .....	42
FIGURA IV. 25 SECCIÓN DE VELOCIDAD DE ONDA S, M2 .....	43

FIGURA IV. 26 SECCIÓN DE VELOCIDAD DE ONDA S, M3 .....	43
FIGURA IV. 27 SECCIÓN DE VELOCIDAD DE ONDA S, M4 .....	43
FIGURA IV. 28 SECCIÓN DE VELOCIDAD DE ONDA S, M5 .....	44
FIGURA IV. 29 SECCIÓN DE VELOCIDAD DE ONDA S, M6 .....	44
FIGURA IV. 30 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES – CONDICIÓN ESTÁTICA Y A LARGO PLAZO. ....	48
FIGURA IV. 31 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES – CONDICIÓN PSEUDOESTÁTICA. ....	49
FIGURA IV. 32 TOPOGRAFÍA DEL ÁREA DEL PROYECTO. ....	54
FIGURA IV. 33 CLASIFICACIÓN TOPOGRÁFICA EN LA REPÚBLICA MEXICANA, CON BASE A LA NOM-141-SEMARNAT-2003. ....	55
FIGURA IV. 34 DISTRIBUCIÓN DE SUELOS EN EL SAR. ....	56
FIGURA IV. 35 TIPO DE SUELOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	58
FIGURA IV. 36 UBICACIÓN DE LOS 80 PUNTOS DE MUESTREO EN EL ÁREA DEL PROYECTO (N=80). ....	59
FIGURA IV. 37 UBICACIÓN DE LOS 12 PERFILES DE SUELOS DENTRO DEL ÁREA DE PROYECTO (N=12). ....	60
FIGURA IV. 38 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE SUELO EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	71
FIGURA IV. 39 REGIÓN HIDROLÓGICA 15 – COSTA DE JALISCO, DONDE INCIDIRÁ EL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO.....	72
FIGURA IV. 40 CUENCA DEL R. MARABASCO DONDE INCIDIRÁ EL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO. ....	73
FIGURA IV. 41 MAPA DE ZONAS DE MUESTREO CON NIVELES DE IMPORTANCIA RELATIVA, EN LA CUENCA DEL RÍO MINATITLÁN-MARABASCO. ....	75
FIGURA IV. 42 MAPA DE LOCALIZACIÓN DE MUESTRAS DE ROCAS EN LAS DIFERENTES ÁREAS MINERALIZADAS REPORTADAS EN LA CUENCA DEL RÍO MINATITLÁN-MARABASCO. ....	76
FIGURA IV. 43 MAPA DE LOCALIZACIÓN DE MUESTRAS DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MINATITLÁN-MARABASCO. ....	77
FIGURA IV. 44 MICROFOTOGRAFÍAS DE PARTÍCULAS DE JALES Y SEDIMENTOS DEL MINATITLÁN-MARABASCO UBICADOS “AGUAS ABAJO” DE LA PRESA DE JALES DE PEÑA COLORADA. ....	80
FIGURA IV. 45 RED HIDROGRÁFICA DEL SAR. ....	82
FIGURA IV. 46 CORRIENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	83
FIGURA IV. 47 CUENCA DE CAPTACIÓN DEL ARROYO PALO VERDE.....	84
FIGURA IV. 48 LÍMITE DE CUENCA DEL ARROYO PALO VERDE, SUBCUENCAS Y VERTIENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	85
FIGURA IV. 49 LÍMITE DE LAS SUBCUENCAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	86
FIGURA IV. 50 DISTRIBUCIÓN DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS Y DE DRENAJE PLUVIAL REQUERIDOS POR EL PROYECTO.....	102
FIGURA IV. 51 RELACIÓN REGIONAL ENTRE LAS ÁREAS DE LAS CUENCAS DE APORTACIÓN DEL ARROYO PALO VERDE Y LOS FLUJOS DE INUNDACIÓN ESPECÍFICOS.....	104
FIGURA IV. 52 SUBCUENCAS DE APORTACIÓN AL CANAL DE DESVÍO DEL ARROYO PALO VERDE.....	105
FIGURA IV. 53 HUELLA DE ELEVACIÓN Y VELOCIDAD QUE ALCANZARÁ EL CANAL DE DESVÍO.....	106
FIGURA IV. 54 ACUÍFERO DE MINATITLÁN. ....	115
FIGURA IV. 55 PLANO DE LOCALIZACIÓN DE SITIOS CENSADOS. ....	117
FIGURA IV. 56 CORRELACIÓN ENTRE PERFILES GEOELÉCTRICOS Y ESCURRIMIENTOS. ....	118
FIGURA IV. 57 PERFIL DE RESISTIVIDAD DE LA ROCA. ....	119
FIGURA IV. 58 ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO Y DIRECCIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO. ....	120
FIGURA IV. 59 CAUDAL APORTADO POR LOS ESCURRIMIENTOS Y ARROYO PALO VERDE. ....	121
FIGURA IV. 60 SITIOS DE MUESTREO DE CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	123
FIGURA IV. 61 COLIFORMES FECALIS PRESENTES EN EL AGUA DEL ARROYO PALO VERDE, COMPARADO CON EL LMP DE LA NOM-001-SEMARNAT-1996.....	127

FIGURA IV. 62 PARÁMETROS DE LAS MUESTRAS DEL ARROYO PALO VERDE QUE NO EXCEDIERON EL LMP CONFORME A LA NOM-001-SEMARNAT-1996. ....	127
FIGURA IV. 63 DIAGRAMA DE PIPER DE LOS ESCURRIMIENTOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	129
FIGURA IV. 64 RIESGO DE DRENAJE ÁCIDO DE LAS 26 MUESTRAS DE JALES ADICIONALES. ....	139
FIGURA IV. 65 ESQUEMA DE SUPERFICIES VISIBLES DEL OBSERVADOR MEDIANTE LAS CUENCAS VISUALES. ....	143
FIGURA IV. 66 PUNTOS DE OBSERVACIÓN MÁS PRÓXIMOS AL ÁREA DEL PROYECTO. ....	144
FIGURA IV. 67 RESULTADO DE LAS CUENCAS VISUALES DEL SAR, MEDIANTE ARC GIS 10.5. ....	145
FIGURA IV. 68 VISIBILIDAD DEL SAR DESDE LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN SELECCIONADOS. ....	146
FIGURA IV. 69 VISIBILIDAD DEL PROYECTO DESDE LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN SELECCIONADOS. ....	147
FIGURA IV. 70 PRESENCIA DE VEGETACIÓN ARBÓREA A LO LARGO DE LA CARRETERA MINATITLÁN MANZANILLO. ....	148
FIGURA IV. 71 RELIEVE DE LOMERÍOS Y SIERRAS QUE LIMITARÁN LA VISIBILIDAD DEL PROYECTO. ....	148
FIGURA IV. 72 LOS GRUPOS DE COBERTURA EN EL ESCENARIO LÍNEA BASE (IZQUIERDA) Y EN EL ESCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO (DERECHA). ....	149
FIGURA IV. 73 CONCESIONES MINERAS EN LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE JALISCO. ....	151
FIGURA IV. 74 LOCALIDADES DENTRO DEL SAR. ....	155
FIGURA IV. 75 DISTANCIA DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA LOCALIDAD MÁS CERCANA DEL PROYECTO. ....	156
FIGURA IV. 76 LENGUAS INDÍGENAS EN EL SAR. ....	157
FIGURA IV. 77 IMÁGENES DEL SAR DURANTE EL PERIODO 2004-2010. ....	163
FIGURA IV. 78 IMÁGENES DEL SAR DURANTE EL AÑO 2012. ....	164
FIGURA IV. 79 IMÁGENES DEL SAR DURANTE EL AÑO 2013. ....	164
FIGURA IV. 80 AVANCE PAULATINO DE LA PRESA DE JALES ARRAYANAL (2016-2021). ....	165

## TABLAS

TABLA IV. 1 PUNTOS DE MEDICIÓN PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES EN EL AIRE. ....	17
TABLA IV. 2 RESULTADOS DE CALIDAD DEL AIRE POR CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES. ....	18
TABLA IV. 3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN, PARA ZONA CRÍTICA 1, HORARIO DIURNO. PARTE 1. ....	23
TABLA IV. 4. RESULTADOS DE EVALUACIÓN, PARA ZONA CRÍTICA 1, HORARIO DIURNO. PARTE 2. ....	24
TABLA IV. 5 RESULTADOS DE EVALUACIÓN, PARA ZONA CRÍTICA 1, HORARIO NOCTURNO. PARTE 1. ....	25
TABLA IV. 6 RESULTADOS DE EVALUACIÓN, PARA ZONA CRÍTICA 1, HORARIO NOCTURNO. PARTE 2. ....	26
TABLA IV. 7 COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LA NOM-081-SEMARNAT-1994. ....	27
TABLA IV. 8. PROPIEDADES DE MATERIALES PARA EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES. ....	50
TABLA IV. 9 METODOLOGÍAS UTILIZADAS A TRAVÉS DE LABORATORIO EXTERNO. ....	61
TABLA IV. 10 VALORES DE HUMEDAD, DENSIDAD APARENTE, DENSIDAD REAL Y COMPACTACIÓN (N=80)...	66
TABLA IV. 11 EJEMPLO DE UN ANÁLISIS DE MUESTRA EN EL ÁREA DEL PROYECTO, PARA DETERMINAR EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS). ....	69
TABLA IV. 12 EJEMPLO DE UN ANÁLISIS DE MUESTRA EN EL ÁREA DEL PROYECTO, PARA DETERMINAR EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS). ....	70
TABLA IV. 13 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LOS PARÁMETROS GENERALES Y CONCENTRACIÓN TOTAL DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS Y ELEMENTOS MAYORES EN ROCAS DE LAS ZONAS MINERALES REPORTADAS EN LA CUENCA DEL RÍO MINATITLÁN – MARABASCO. ....	78
TABLA IV. 14 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL Y VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ANUAL PARA LAS CUENCAS Y SUBCUENCAS EXTERIORES. ....	87



TABLA IV. 15 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL PARA EL PREDIO Y VERTIENTES.....	88
TABLA IV. 16 VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ANUAL PARA EL PREDIO Y VERTIENTES .	89
TABLA IV. 17 RECOMENDACIÓN DE PERIODOS DE RETORNO PARA LA ESTIMACIÓN DEL GASTO DE DISÑO MÁXIMO EN LAS OBRAS HIDRÁULICAS.....	90
TABLA IV. 18 COMPARACIÓN DEL GASTO MÁXIMO MEDIANTE TRES MÉTODOS.....	92
TABLA IV. 19 ÁREA HIDRÁULICA MEDIANTE EL COEFICIENTE DE TALBOT. ....	98
TABLA IV. 20 VOLUMEN DE LA AVENIDA MÁXIMA PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS. ....	100
TABLA IV. 21 GASTOS DE DISEÑO PARA CADA UNA DE LAS OBRAS REQUERIDAS. ....	103
TABLA IV. 22 FLUJOS DE INUNDACIÓN EN LAS SUBCUENCAS, PARA PERIODOS DE RETORNO DE 10 Y 100 AÑOS.....	106
TABLA IV. 23 RESULTADOS ANALÍTICOS HISTÓRICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ARROYO PALO VERDE AGUAS ARRIBA, DURANTE EL PERIODO (2018-2021). ....	108
TABLA IV. 24 RESULTADOS ANALÍTICOS HISTÓRICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ARROYO PALO VERDE AGUAS ABAJO, DURANTE EL PERIODO (2018-2021). ....	110
TABLA IV. 25 CARACTERÍSTICAS DE LOS APROVECHAMIENTOS CENSADOS. ....	117
TABLA IV. 26 RESULTADOS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE ESCORRENTÍAS SUBSUPERFICIALES O HIPODÉRMICAS.....	123
TABLA IV. 27 RESULTADOS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL TOMADAS EN EL ARROYO PALO VERDE. ....	126
TABLA IV. 28 CONFINAMIENTO HIDRÁULICO DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	131
TABLA IV. 29 GRANULOMETRÍA Y LITOLÓGÍA SOBROYACENTE. ....	131
TABLA IV. 30 PROFUNDIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA. ....	132
TABLA IV. 31 VALORACIÓN DE LA PROFUNDIDAD AGUA SUBTERRÁNEA. ....	134
TABLA IV. 32 VALORACIÓN DE LA RECARGA NETA.....	134
TABLA IV. 33 VALORACIÓN DEL TIPO DE ACUÍFERO.....	134
TABLA IV. 34 VALORACIÓN DEL TIPO DE SUELO.....	135
TABLA IV. 35 VALORACIÓN DEL PORCENTAJE DE PENDIENTE.....	135
TABLA IV. 36 VALORACIÓN DE LA NATURALEZA DE LA ZONA NO SATURADA .....	135
TABLA IV. 37 VALORACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA .....	136
TABLA IV. 38 FACTOR DE PONDERACIÓN DEL MÉTODO DRASTIC.....	136
TABLA IV. 39 VULNERABILIDAD GENERAL. ....	136
TABLA IV. 40 RESULTADOS HISTÓRICOS DE LA MINERALOGÍA DE LOS JALES. ....	138
TABLA IV. 41 ACTIVIDADES INDUSTRIALES Y TECNOLÓGICAS EN EL MUNICIPIO DE MINATITLÁN. ....	152

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

Este capítulo tiene por objetivo caracterizar y analizar los procesos ambientales del SAR, y demostrar a la autoridad las condiciones actuales que prevalecen en el área del proyecto, por lo cual, debido a lo extenso del capítulo y para mejor comprensión y manejo de la información, este se divide en dos grandes apartados que son:

- ✚ Medio abiótico – Paisaje – Medio socioeconómico
- ✚ Medio biótico – Servicios Ambientales y Diagnóstico Ambiental

**Cabe indicar que las figuras y tablas incluidas en este Apartado Abiótico se incluyen en anexo para mejor apreciación.**

### IV.1. Introducción

Con el fin de obtener una caracterización que refleje las condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional (SAR), así como sus tendencias al desarrollo y deterioro, tal y como lo establece el REIA en su artículo 13, fracción IV. Dentro del presente capítulo, se abordarán e identificarán los diferentes procesos ambientales que definen, caracterizan e inciden en las condiciones del SAR, y el área del proyecto.

Atendiendo lo referido en el párrafo anterior, es de mencionar que dentro del capítulo se presenta el análisis de los diferentes elementos y componentes ambientales, sociales y económicos con los que pueda interactuar o incidir el desarrollo del proyecto. Por lo que, la identificación y análisis de los procesos ambientales permitirá elaborar el diagnóstico ambiental del SAR, sirviendo esté como base para la identificación de los impactos ambientales que conllevará el proyecto, así como para la formulación de programas, estrategias y medidas de mitigación y compensación que atiendan de manera eficaz dichos impactos.

## IV.2. Criterios de delimitación del SAR

Existen diferentes enfoques y técnicas para la delimitación del SAR, uno de estos enfoques son las **microcuencas hidrográficas**. Las cuencas y microcuencas se han utilizado como una unidad de planeación y de manejo de los recursos naturales, principalmente en el manejo del agua, y tiene la ventaja de contar con elementos fácilmente identificables (ver la siguiente figura).

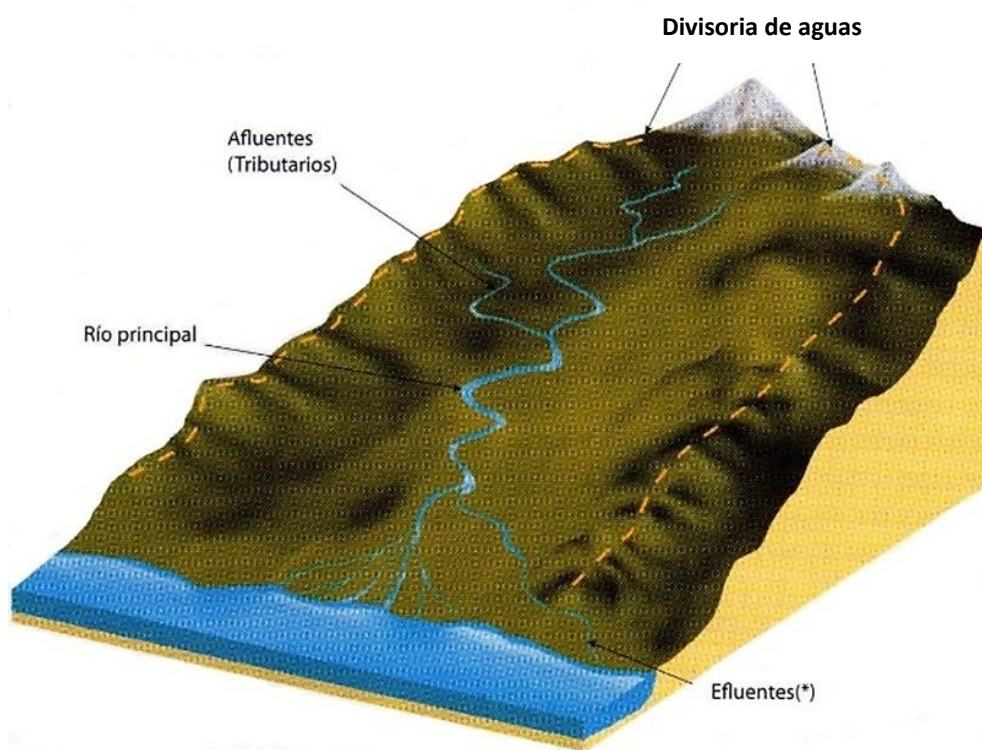


Figura IV. 1. Elementos de una microcuenca hidrográfica.

La ventaja de delimitar el SAR a partir de una microcuenca permite analizar sus elementos como un sistema, ya que existen entradas y salidas de materia, energía e información. Así mismo, interconecta todo el espacio geográfico que la constituye a partir de los flujos hídricos superficiales y subterráneos, y los flujos de nutrientes, materia y energía (Wolker et al., 2006).

Para el análisis, planificación y manejo de las cuencas hidrográficas, estas se han subdividido bajo un esquema jerárquico, con el objeto de focalizar esfuerzos y encauzar recursos hacia áreas “clave” de la cuenca. Las unidades más utilizadas para subdividir o segmentar a una cuenca son las subcuencas y las microcuencas (Wolker *et al.*, 2006; Villanueva, 2002). En el caso del presente proyecto, la **delimitación del SAR** se basó en el límite de la **microcuenca**, y para ello se identificaron cada una de las unidades hidrográficas donde incidirá el proyecto (ver la siguiente figura).

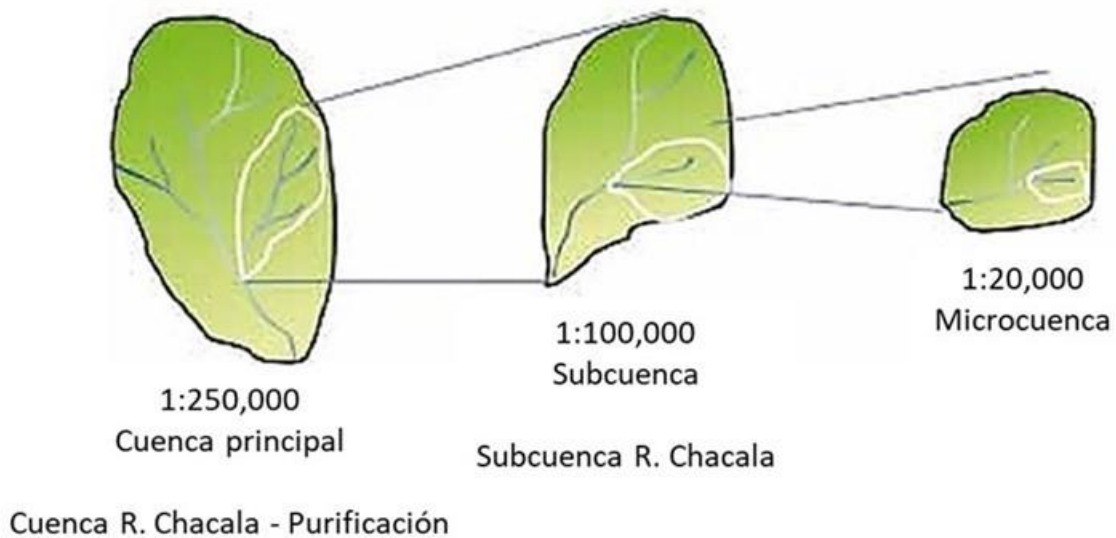


Figura IV. 2 Delimitación de las cuencas hidrográficas.

Como referencia, el proyecto se localizará en la Región Hidrológica 15 Costa de Jalisco, a su vez dentro de la cuenca R. Chacala – Purificación y dentro de la subcuenca R. Chacala (ver la siguiente figura)

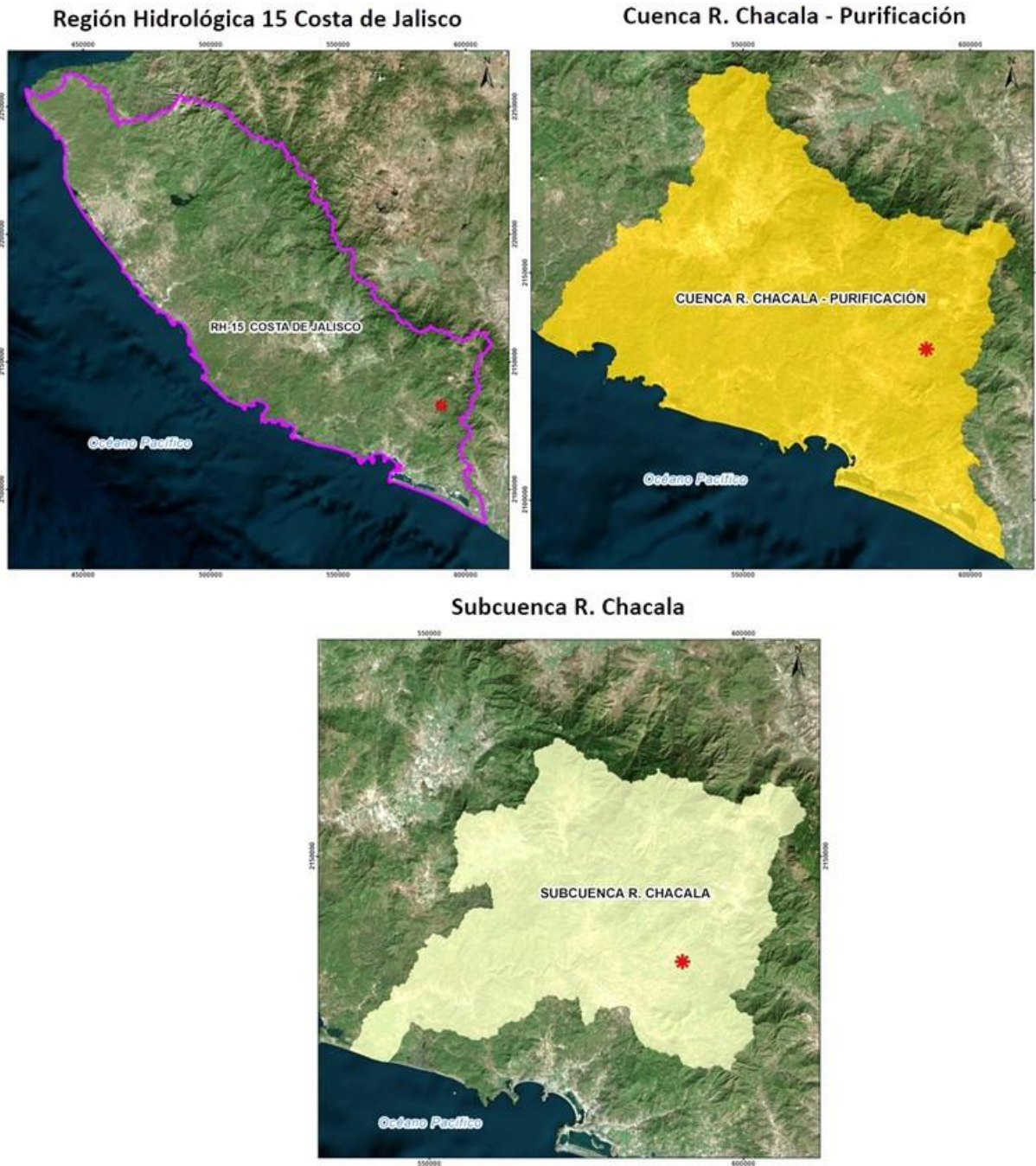


Figura IV. 3 Unidades hidrográficas donde se emplazará el proyecto.

Los insumos considerados para la delimitación de la microcuenca fueron la topografía e hidrología superficial del INEGI, escala 1:50,000 con curvas de nivel a cada 20 metros auxiliándose de modelos de terrenos generados en un sistema de información geográfica (Arc Gis 10.5).

Una vez identificadas las grandes unidades hidrológicas donde incidirá el proyecto se procedió a delimitar, con los insumos antes referidos, la microcuenca al interior de la subcuenca R. Chacala, quedando el límite del SAR como se muestra en la siguiente figura.

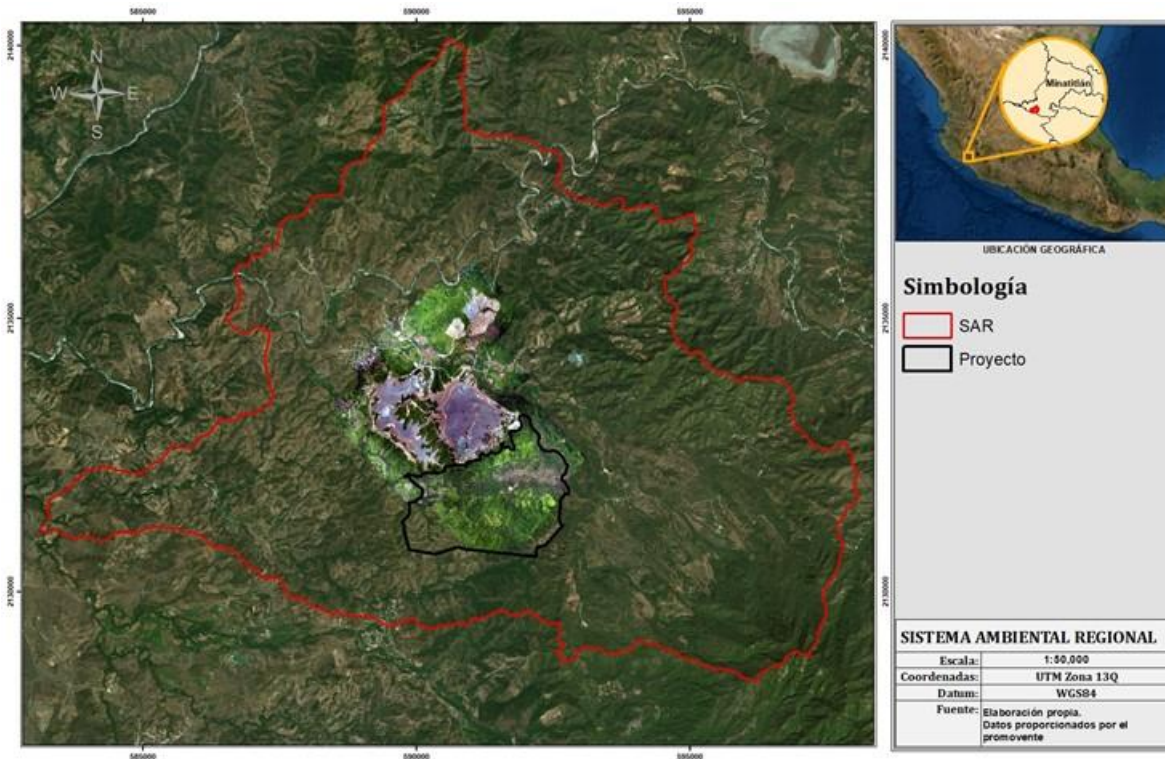


Figura IV. 4 Delimitación del SAR.

La superficie del SAR es de **8,560.33 hectáreas**, representando el área del proyecto tan solo el **5.69 %** del SAR.

### IV.3. Caracterización del medio abiótico

#### IV.3.1. Tipos de climas en el SAR

El SAR presenta principalmente tres tipos de climas que se describen a continuación:

Hacia la porción altitudinal más alta del SAR (al sureste del SAR), se presenta el clima **(A)C(w1)(w)** correspondiente al **semicálido subhúmedo** del grupo C; temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes

más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm, lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Hacia el norte y porción centro del SAR se presenta el clima **Aw1 (w) Cálido subhúmedo**, caracterizado por temperatura media anual mayor de 22°C, y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

El tercer tipo de clima dentro del SAR es el **Aw0 (w) Cálido subhúmedo**, caracterizado por presentar una temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm, lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

En cuanto al área del proyecto, se distribuirá dentro del clima Aw0 (w) Cálido subhúmedo, cuyas características ya fueron antes señaladas.

En la siguiente figura se muestra la distribución de los climas dentro del SAR y área del proyecto.

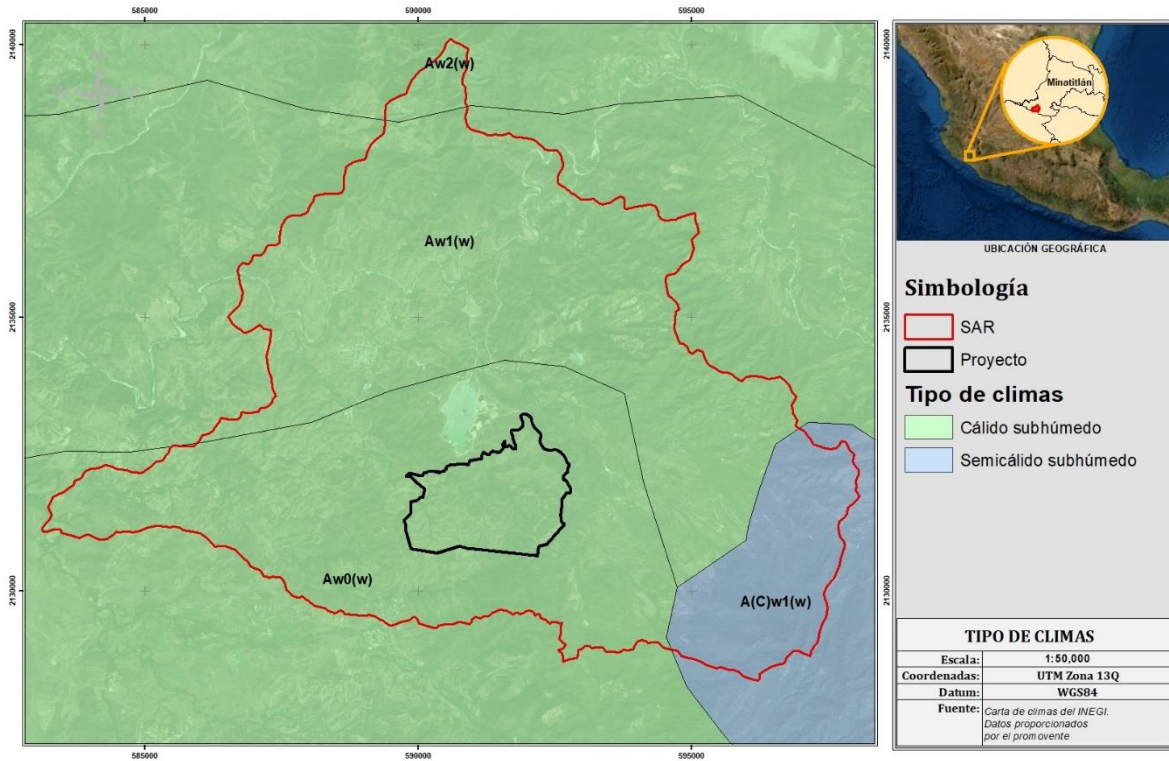


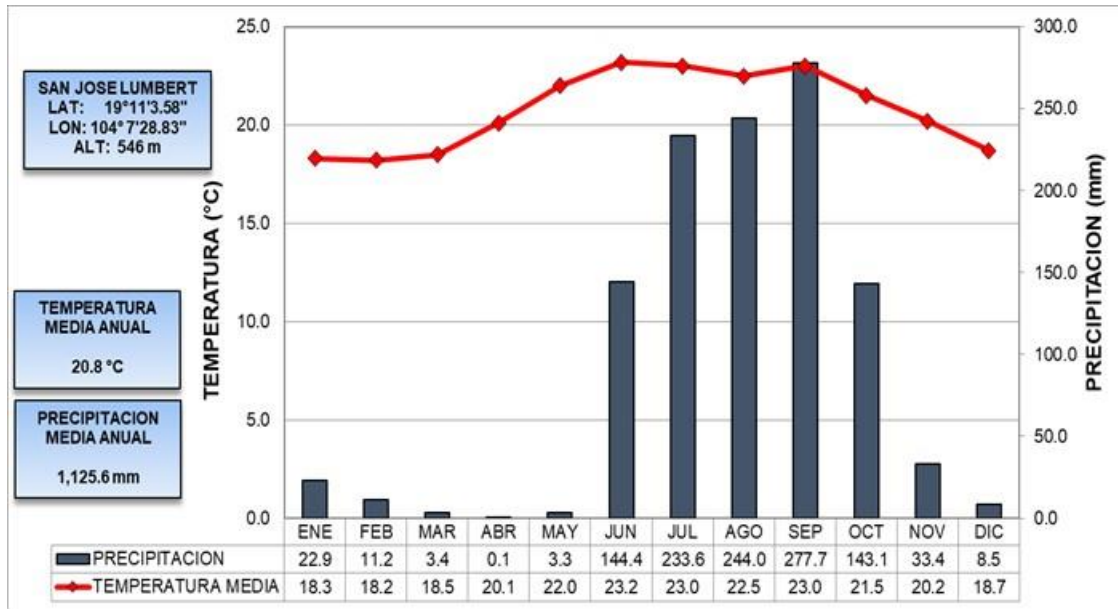
Figura IV. 5. Tipos de clima dentro del SAR y área del proyecto.

Con la finalidad de contar con datos más precisos del comportamiento espacio - temporal de la temperatura y la precipitación se consideraron los datos de la estación climática San José de Lumber durante el periodo de 1984-2020, ya que es la estación más cercana al área del proyecto.

La estación de San José de Lumber se localiza 8.0 km al Sur del arroyo Palo Verde; en esta estación climatológica se registró una precipitación media anual de 1,125.6 mm en el período de 1981 a 2010 de acuerdo con las normales del Servicio Meteorológico Nacional (ver la siguiente figura). La precipitación corresponde a lluvias de verano, ya que las cantidades máximas se presentan en los meses de julio a septiembre, con el 67.1% de la precipitación anual. La precipitación mínima se registró en el mes de abril, con 0.1 mm.

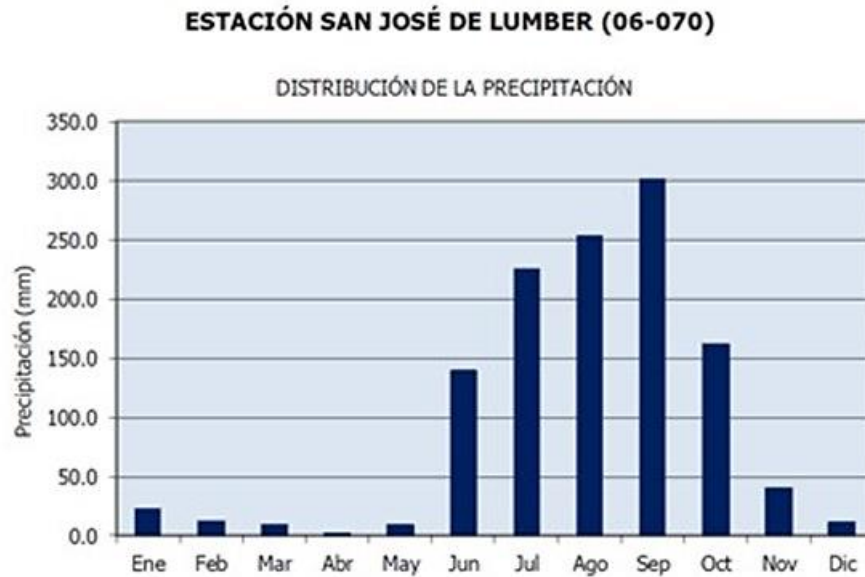
En relación a la temperatura media anual es de 20.8°C, y los meses más cálidos ocurren en el período de mayo a septiembre; la temperatura media máxima se registra en junio con 23.2°C, mientras que la mínima se registró en enero, con 18.3°C.





**Figura IV. 6. Distribución mensual de la precipitación y temperatura.**  
 Fuente: Estación climatológica San José de Lumber (CONAGUA).

En cuanto a las máximas lluvias en 24 horas, conforme al registro histórico de la estación San José de Lumber, la precipitación máxima probable estimada de 24 horas usando el método de evaluación estadístico simplificado (Watt et.al., 1989, con referencia a Hershfield, 1977), es 1,500 mm. La precipitación media mensual alcanza valores superiores a 100 mm, siendo septiembre el mes más húmedo con una media dentro del rango de los 270 mm (ver la siguiente figura). La temporada más seca ocurre generalmente entre noviembre a mayo, con láminas mensuales menores de 25 mm



**Figura IV. 7. Distribución media mensual de la precipitación.**  
Fuente: Estación climatológica San José de Lumber (CONAGUA).

Con respecto a los vientos regionales, tienen una dirección dominante de SW a NE producida por que durante el día se tiene mayor calentamiento del terreno comparado con la zona del mar, lo que ocasiona un gradiente directo de temperaturas y por lo tanto inverso de presión en esa dirección. Por la tarde el gradiente se invierte, al enfriarse el terreno más rápido que el mar, produciendo una dirección de vientos de NE a SW.

También se registran vientos con una menor intensidad del oeste, cuya velocidad promedio es de 3 m/seg. Presentan una velocidad estable durante la mayor parte del año y es cambiante durante los meses de agosto, septiembre y octubre, debido a la influencia de los ciclones tropicales alcanzando velocidades de 65 m/seg.

De acuerdo con la estación meteorológica existente en la presa de Jales Arrayanal, se confirman que el viento sigue dos direcciones preferenciales NNE y WSW (ver la siguiente figura), siendo más frecuente la segunda correspondiente a regímenes de circulación de viento brisa mar – tierra y brisa tierra – mar respectivamente.



### IV.3.1.1. Calidad del aire en el área del proyecto

Como parte de los estudios realizados para el proyecto se realizó el **informe de resultados de la evaluación de emisiones de partículas suspendidas totales en aire ambiente**, cuyos resultados de calidad del aire se presentan a continuación.

Para su procedimiento se seleccionaron 4 puntos de medición (ver la siguiente tabla) y se empleó como norma de referencia la NOM-035-SEMARNAT-1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.

**Tabla IV. 1 Puntos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire.**

Punto	Ubicación	Fecha de evaluación	Parámetro evaluado	Norma de Referencia para la realización del monitoreo
1.	Este UMA	21 y 22 de Julio de 2021	Partículas Suspendidas Totales	NOM-035-SEMARNAT-1993
2.	Noroeste Camino vertedor			
3.	Sur Parcela B4			
4.	Oeste Aguas abajo			

La secuencia del procedimiento de muestreo para cada uno de los sitios fue el siguiente:

1. Determinación de puntos de muestreo.
2. Determinación de la dirección del viento.
3. Determinación de la temperatura y presión.
4. Colocación de los filtros en el cassette fijador.
5. Monitoreo de 24 horas continuas.

Una vez que se obtuvieron cada uno de los parámetros antes señalados, conforme a la NOM-035-SEMARNAT-1993, se obtuvo la concentración de Partículas Suspendidas Totales (PST) Perimetrales, para cada uno de los sitios de muestreo (ver la siguiente tabla). El informe con el procedimiento completo para cada uno de los sitios de muestreo se incluye dentro de los anexos.

**Tabla IV. 2 Resultados de calidad del aire por concentración de Partículas Suspendidas Totales.**

TABLA DE RESULTADOS		
Colindancia	Parámetro	Concentración de Partículas Suspendidas Totales (PST) [mg/m <sup>3</sup> N]
Este UMA	Partículas Suspendidas Totales (PST) Perimetrales	61
Noroeste Camino vertedor		41
Sur Parcela B4		26
Oeste Aguas abajo		47

## CONCLUSIÓN

Conforme al estudio de calidad del aire por concentración de Partículas Suspendidas Totales, y conforme al procedimiento de la NOM-035-SEMARNAT-1993, la colindancia Sur Parcela B4, es la que presentó una menor concentración de PST con 26 mg/m<sup>3</sup>N, y el sitio que mostró una mayor concentración fue hacia la colindancia Este con 61 mg/m<sup>3</sup>N.

Con base a lo anterior, una vez iniciada la operación del proyecto se dará seguimiento a la calidad del aire mediante su monitoreo (para mayor detalle ver Capítulo VI).

### IV.3.1.2. Emisión de ruido

Otro de los estudios realizados para el proyecto, fue el **Estudio de emisión de ruido por fuentes fijas**, conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Como parte del procedimiento se identificaron las fuentes de emisión de ruido para cada una de las colindancias del proyecto. Se identificó que hacia el *Este* del proyecto se encuentra la carretera Arrayanal, por lo que el ruido de fondo que se llega a percibir del exterior proviene del tránsito vehicular, representando la única zona crítica (entendiendo por zona crítica la fuente de emisión de ruido, ver la siguiente figura).

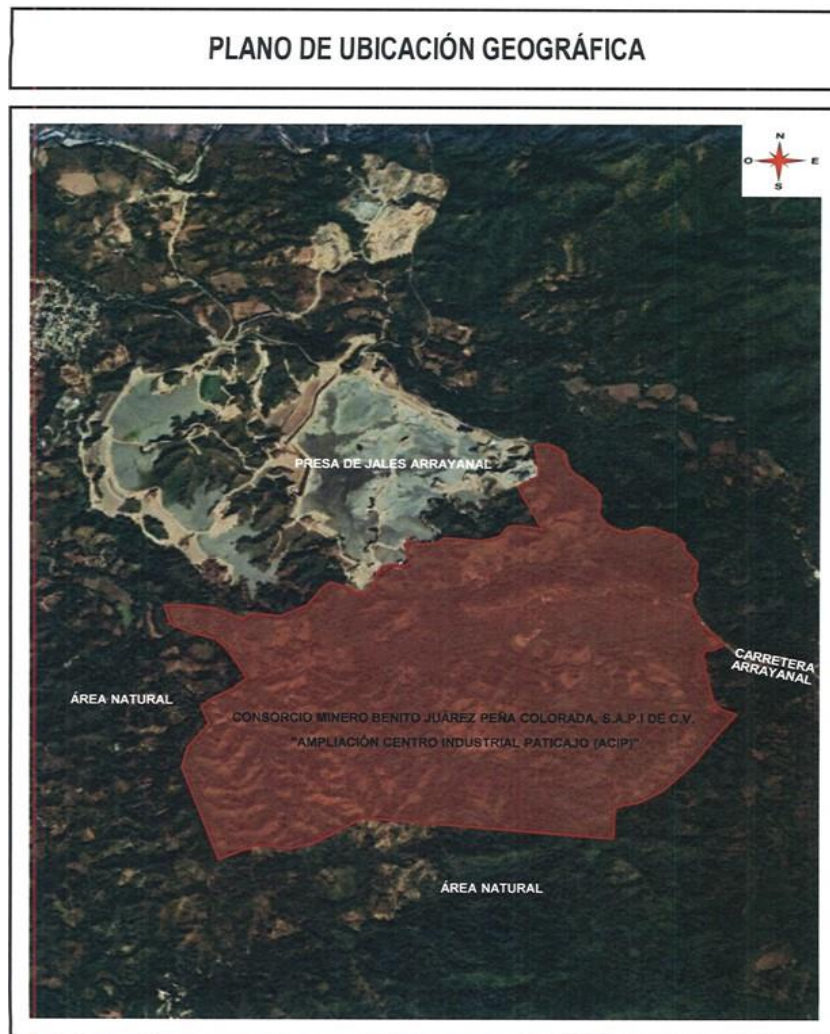


Figura IV. 10. Ubicación del proyecto y colindancias

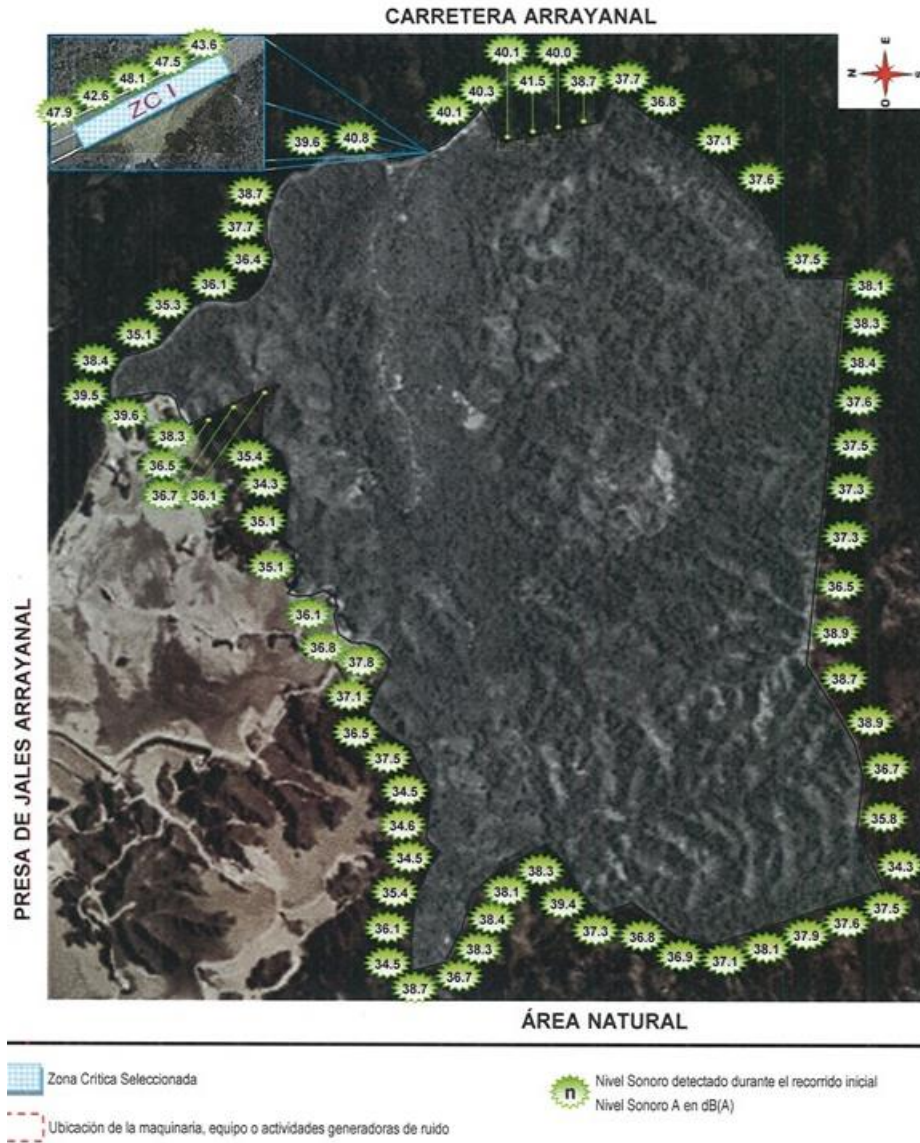


Figura IV. 11. Hacia el Este del área del proyecto se ubica la carretera Arrayanal y es la única fuente de generación de ruido (zona crítica),

En la siguiente figura se muestran los puntos de medición.

## PLANO DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN

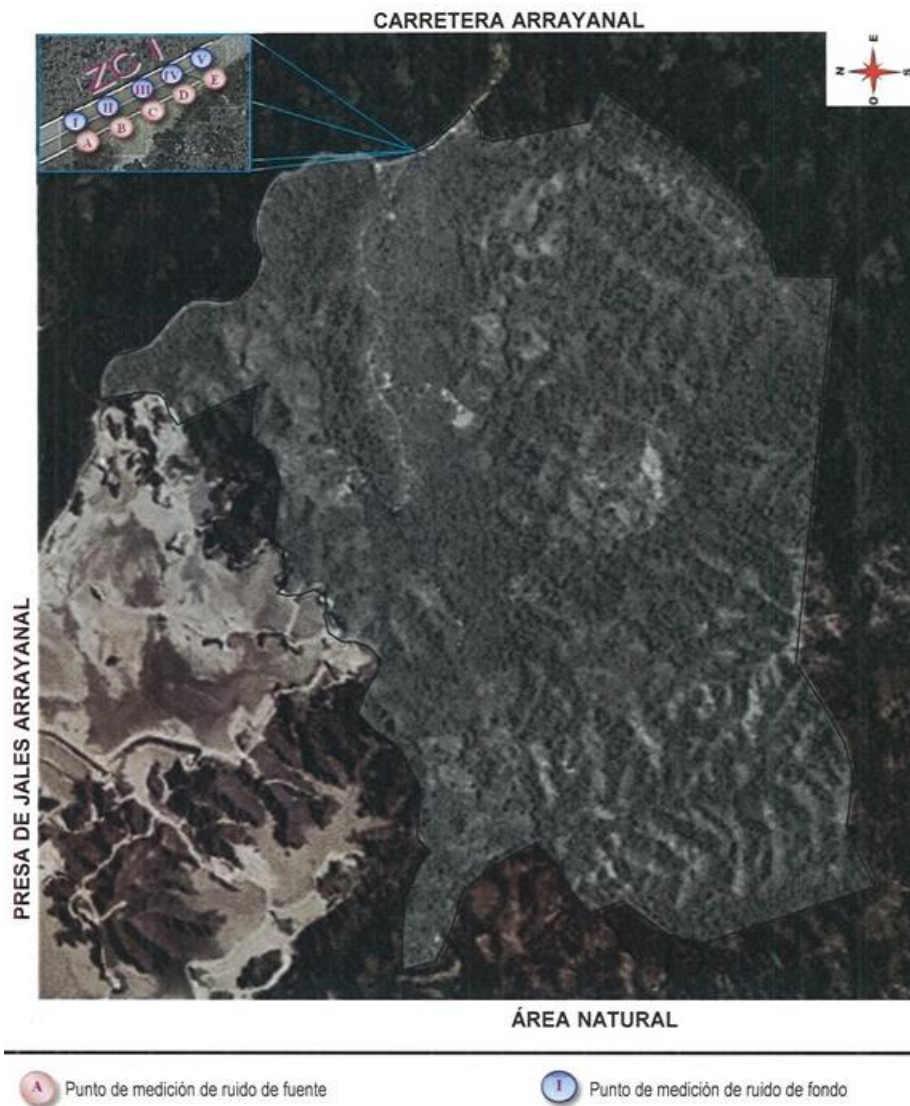


Figura IV. 12. Puntos de medición sobre la carretera Arrayanal.

Se realizaron dos tipos de medición de ruido: fuente y de fondo.

### Medición de fuente:

- 5 puntos de medición en la carretera Arrayanal (única zona crítica por emisión de ruido)



- 35 lecturas por punto

Medición de fondo:

- 5 puntos distribuidos aleatoriamente de la fuente y a una distancia no menor de 3.5 m.
- 35 lecturas por punto

En cada uno de los puntos medidos de la carretera Arrayanal (única zona crítica por emisión de ruido) y para la determinación del ruido de fondo, la evaluación de ruido de la fuente fija se realizó mediante una medición semicontinua, tomando 35 lecturas, obteniendo el valor máximo del nivel sonoro “A” por cada 5 segundos.

**Resumen de variables estadísticas y resultados**

En las siguientes tablas se muestran los resultados de las mediciones de ruido para la carretera Arrayanal (zona crítica 1), bajo un horario diurno y nocturno, y conforme al método de medición de la NOM-081-SEMARNAT-1994, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Tabla IV. 3 Resultados de evaluación, para zona crítica 1, horario diurno. Parte 1.

No. Control: 115 RS21



Fuente Fija: CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ PEÑA COLORADA, S.A. DE C.V. "AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATITCAJO (ACIP)"  
 Fecha de evaluación: 09 DE AGOSTO DE 2021 Horario: DIURNO Zona Crítica: I

**RESULTADOS DE EVALUACIÓN**  
**NOM-081-SEMARNAT-1994**

1.- Valor de los niveles  $N_{50}$ ,  $N_{10}$ ,  $N_{eq}$  y desv. estándar para cada medición de zona crítica, ruido de fondo y aislamiento

Mediciones de Ruido de fuente

Nivel	A	B	C	D	E	Promedio / $N_{eq(eq)}$	Unidad
$N_{50}$	43.1	41.2	42.7	41.3	40.4	41.7	[dB(A)]
$N_{10}$	46.4	43.0	46.0	44.9	42.3	44.5	[dB(A)]
$S_{fuente}$	2.6	1.5	2.5	2.8	1.5	2.2	[dB(A)]
$N_{eq}$	43.8	41.5	43.6	42.3	40.7	42.5	[dB(A)]

Mediciones de Ruido de fondo

Nivel	I	II	III	IV	V	Promedio / $N_{eq(eq)}$	Unidad
$N_{50}$	44.2	45.3	45.6	43.7	39.7	43.7	[dB(A)]
$N_{10}$	49.5	50.4	50.9	51.5	43.6	49.2	[dB(A)]
$S_{fondo}$	4.1	4.0	4.2	6.1	3.0	4.3	[dB(A)]
$N_{eq}$	45.7	46.9	47.3	47.9	40.8	46.3	[dB(A)]

Mediciones para cálculo de reducción acústica

Nivel	a	b	c	d	e	Promedio / $N_{eq(eq)}$	Unidad
$N_{50}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[dB(A)]
$N_{10}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[dB(A)]
$S_{Ais.}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[dB(A)]
$N_d$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	No Aplica	[dB(A)]

2.- Corrección por Ruido de Fondo

$\Delta_{50} = \underline{-2.0}$  [dB(A)]

$C_f = \underline{\text{No Aplica}}$  [dB(A)]

3.- Corrección por presencia de extremos:

$C_e = \underline{2.0}$  [dB(A)]

4.- Corrección por aislamiento:

$R = \underline{\text{No Aplica}}$  [dB(A)]

**Tabla IV. 4. Resultados de evaluación, para zona crítica 1, horario diurno. Parte 2.**

No. Control: 115 RS21



Fuente Fija: CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ PEÑA COLORADA, S.A. DE C.V. "AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATITAJAO (ACIP)"

Fecha de evaluación: 09 DE AGOSTO DE 2021 Horario: DIURNO Zona Crítica: I

**RESULTADOS DE EVALUACIÓN**  
**NOM-081-SEMARNAT-1994**

5.- Emisión de la fuente fija hacia la Zona Crítica:

$N'_{50} =$  No Aplica [dB(A)]

6.- Determinación del mayor de  $N'_{50}$  y  $(Neq)_{eq}$  de la fuente y obtener  $N_H$ :

$N'_{50} =$  No Aplica [dB(A)]

$Neq_{(eq)} =$  42.5 [dB(A)]

$N_H =$  No Aplica [dB(A)]

7.- Corrección por Ruido de Fondo

$(N'_H) =$  No Aplica [dB(A)]

8.- Corrección por Aislamiento

$N''_H =$  No Aplica [dB(A)]

El establecimiento denominado: CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ PEÑA COLORADA, S.A. DE C.V. "AMPLIACIÓN CENTRO INDUS

En la Zona Crítica No: I, presenta un valor de Nivel de Emisión de: ----- [dB(A)]

Los Límites Máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 son de 68 dB(A) para el horario de 6:00 a las 22:00 horas y de 65 dB(A) para el horario de las 22:00 a las 6:00 horas.

Tabla IV. 5 Resultados de evaluación, para zona crítica 1, horario nocturno. Parte 1.

No. Control: 115 RS21Fuente Fija: CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ PEÑA COLORADA, S.A. DE C.V. "AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATITCAJO (ACIP)"Fecha de evaluación: 09 DE AGOSTO DE 2021 Horario: NOCTURNO Zona Crítica: I

**RESULTADOS DE EVALUACIÓN**  
**NOM-081-SEMARNAT-1994**

1.- Valor de los niveles  $N_{50}$ ,  $N_{10}$ ,  $N_{eq}$  y desv. estándar para cada medición de zona crítica, ruido de fondo y aislamiento

## Mediciones de Ruido de fuente

Nivel	A	B	C	D	E	Promedio / $N_{eq}$	Unidad
$N_{50}$	35.1	37.1	36.1	37.3	36.5	36.4	[dB(A)]
$N_{10}$	35.9	38.9	38.1	39.9	37.8	38.1	[dB(A)]
$S_{fuente}$	0.6	1.5	1.6	2.0	1.0	1.3	[dB(A)]
$N_{eq}$	35.2	37.3	36.4	37.8	36.6	36.7	[dB(A)]

## Mediciones de Ruido de fondo

Nivel	I	II	III	IV	V	Promedio / $N_{eq}$	Unidad
$N_{50}$	38.8	37.8	39.3	37.9	38.6	38.5	[dB(A)]
$N_{10}$	39.7	39.8	42.8	40.0	40.9	40.6	[dB(A)]
$S_{fondo}$	0.8	1.6	2.7	1.7	1.8	1.7	[dB(A)]
$N_{eq}$	38.8	38.1	40.3	38.3	38.9	39.0	[dB(A)]

## Mediciones para cálculo de reducción acústica

Nivel	a	b	c	d	e	Promedio / $N_{eq}$	Unidad
$N_{50}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[dB(A)]
$N_{10}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[dB(A)]
$S_{Aisl}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[dB(A)]
$N_d$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	No Aplica	[dB(A)]

2.- Corrección por Ruido de Fondo

$$\Delta_{50} = \underline{-2.1} \quad [\text{dB(A)}]$$

$$C_f = \underline{\text{No Aplica}} \quad [\text{dB(A)}]$$

3.- Corrección por presencia de extremos:

$$C_e = \underline{1.2} \quad [\text{dB(A)}]$$

4.- Corrección por aislamiento:

$$R = \underline{\text{No Aplica}} \quad [\text{dB(A)}]$$

**Tabla IV. 6 Resultados de evaluación, para zona crítica 1, horario nocturno. Parte 2.**

No. Control: 115 RS21



Fuente Fija: CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ PEÑA COLORADA, S.A. DE C.V. "AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATITAJÓ (ACIP)"  
 Fecha de evaluación: 09 DE AGOSTO DE 2021 Horario: NOCTURNO Zona Crítica: I

**RESULTADOS DE EVALUACIÓN**  
**NOM-081-SEMARNAT-1994**

5.- Emisión de la fuente fija hacia la Zona Crítica:

$N'_{50} =$  No Aplica [dB(A)]

6.- Determinación del mayor de  $N'_{50}$  y  $(Neq)_{eq}$  de la fuente y obtener  $N_H$ :

$N'_{50} =$  No Aplica [dB(A)]

$(Neq)_{eq} =$  36.7 [dB(A)]

$N_H =$  No Aplica [dB(A)]

7.- Corrección por Ruido de Fondo

$(N''_H) =$  No Aplica [dB(A)]

8.- Corrección por Aislamiento

$N'''_H =$  No Aplica [dB(A)]

El establecimiento denominado: CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ PEÑA COLORADA, S.A. DE C.V. "AMPLIACIÓN CENTRO INDUS

En la Zona Crítica No: I, presenta un valor de Nivel de Emisión de: ----- [dB(A)]

Los Límites Máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 son de 68 dB(A) para el horario de 6:00 a las 22:00 horas y de 65 dB(A) para el horario de las 22:00 a las 6:00 horas.

**Comparación de resultados con la NOM-081-SEMARNAT-1994**

**Tabla IV. 7 Comparación de resultados con la NOM-081-SEMARNAT-1994.**

No. Control: 115 RS21



Fuente Fija: CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ PEÑA COLORADA, S.A. DE C.V. "AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATITCAJO (ACIP)"  
 Fecha de evaluación: 09 DE AGOSTO DE 2021 Horario: DIURNO Zona Crítica: I

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LA  
 NOM-081-SEMARNAT-1994**

Resultado Obtenido en la Medición [dBA]	Límite Máximo Permissible establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994 [dBA]	Conclusión
---	68	Según el punto 5.3.3.4.4 de la NOM-081-SEMARNAT-1994 y tomando en cuenta que $\Delta_{35}$ es menor a 0.75 dB(A), la fuente fija no emite nivel sonoro.

Biól. Kenia Gisele Sánchez de la Cruz  
 Analista de Captura Sucursales

Supervisó

Ing. Julieta de Marcos Miñon  
 Asistente Técnico Sucursales



**CONCLUSIÓN**

Conforme al estudio de ruido elaborado para el proyecto, el único sitio que genera ruido de fondo es la carretera Arrayanal, localizada al Este del área del proyecto; sin embargo, una

vez que se realizaron las mediciones de ruido de fuente y de fondo, y conforme al inciso 5.3.3.4.4 de la NOM-081-SEMARNAT-1994 se indica que Si  $\Delta_{50} < 0.75\text{dB}$ , la fuente fija no emite nivel sonoro. En el caso de la carretera Arrayanal el valor de  $\Delta_{50}$  fue de -2.0 para el horario diurno y de -2.1 para el horario nocturno, por lo que se concluye que la fuente fija no emite nivel sonoro.

### IV.3.2. Condiciones geológicas y geotécnicas

El SAR presenta rocas de edad cretácico superior y corresponden a rocas ígneas de composición granítica y granodiorítica (ver la siguiente figura) que intrusieron a las unidades preexistentes. El cuaternario está representado por depósitos de aluvión producto de intemperismo de las rocas más antiguas, encontrándose en ríos o arroyos, los que las han transportado y transformado en arenas y gravas (Munguía-Rojas, P. 1987).

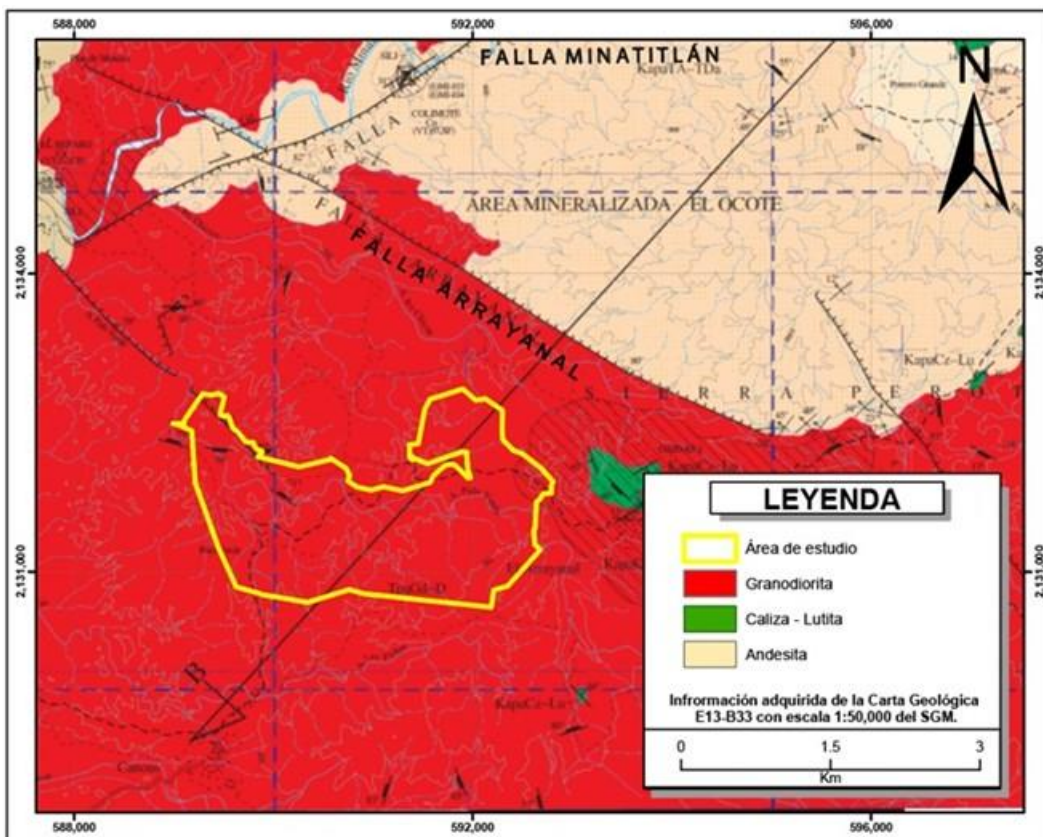


Figura IV. 13 Geología regional del polígono del proyecto.

En el área del proyecto afloran rocas ígneas intrusivas de composición granítica-granodiorítica (ver la siguiente figura) que varía ligeramente en algunas zonas a diorita (TpaGd-D). Estos tipos de roca cubren toda el área del proyecto.

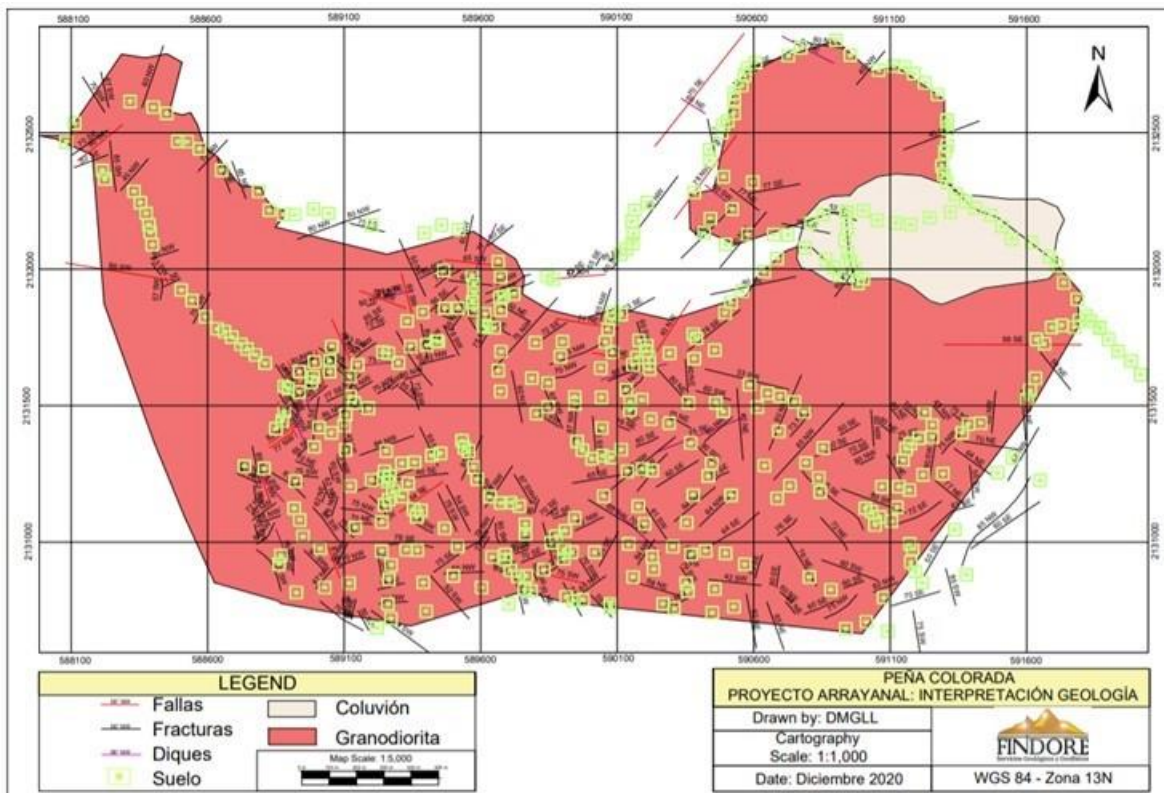


Figura IV. 14 Geología local del polígono del proyecto con estructuras principales de fallas, fracturas, diques y suelo.

#### IV.3.2.1. Resistividad de la roca

Con base en la exploración hidrogeofísica que se llevó a cabo en el área del proyecto, fue posible determinar la resistividad de las rocas (para mayor detalle ver el **Estudio geofísico** que se incluye como anexo digital del Capítulo IV).

Al respecto, en el área del proyecto se determinaron 4 unidades resistivas (ver la siguiente tabla), las cuales se describen a continuación:



Tabla de resistividad

TABLA RESISTIVA		
Unidad	Intervalo Resistivo	Intepretación Genérica
U1	<15	Roca con fracturamiento alto/mineralizacion
U2	15 a 40	Roca con fracturamiento moderado
U3	40 a 95	Roca con fracturamiento mínimo/sana
U4	>95	Roca sana

Nota: Se presenta una asociación litologica general que considera la relación típica entre la resistividad, tipo de fracturamiento en la roca y los materiales granulares. puede presentarse excepciones.

**Unidad U1:** Representa las resistividades más bajas en esta área (<15  $\Omega \cdot m$ ) que se relacionan a un fracturamiento alto y/o presencia de una roca de grano fino. Localmente dentro de esta unidad se tienen valores por debajo de los 3  $\Omega \cdot m$  que pueden corresponder a zonas mineralizadas y/o cavernas.

**Unidad U2:** Esta unidad identifica una zona de fracturamiento moderado, cuyo rango de resistividad se tiene entre 15 y 40  $\Omega \cdot m$ .

**Unidad U3:** Está caracterizada por resistividades medias que representan una zona donde el fracturamiento es moderado, variando entre 40 y 95  $\Omega \cdot m$ .

**Unidad U4:** Representa resistividades altas del área, con valores mayores a los 95  $\Omega \cdot m$ , indicando una zona donde el macizo rocoso está sano y/o con un fracturamiento muy mínimo.

A partir de los sondeos realizados, se generaron una serie de perfiles resistivos que permiten visualizar en dos dimensiones la distribución de las unidades geoelectricas descritas anteriormente.

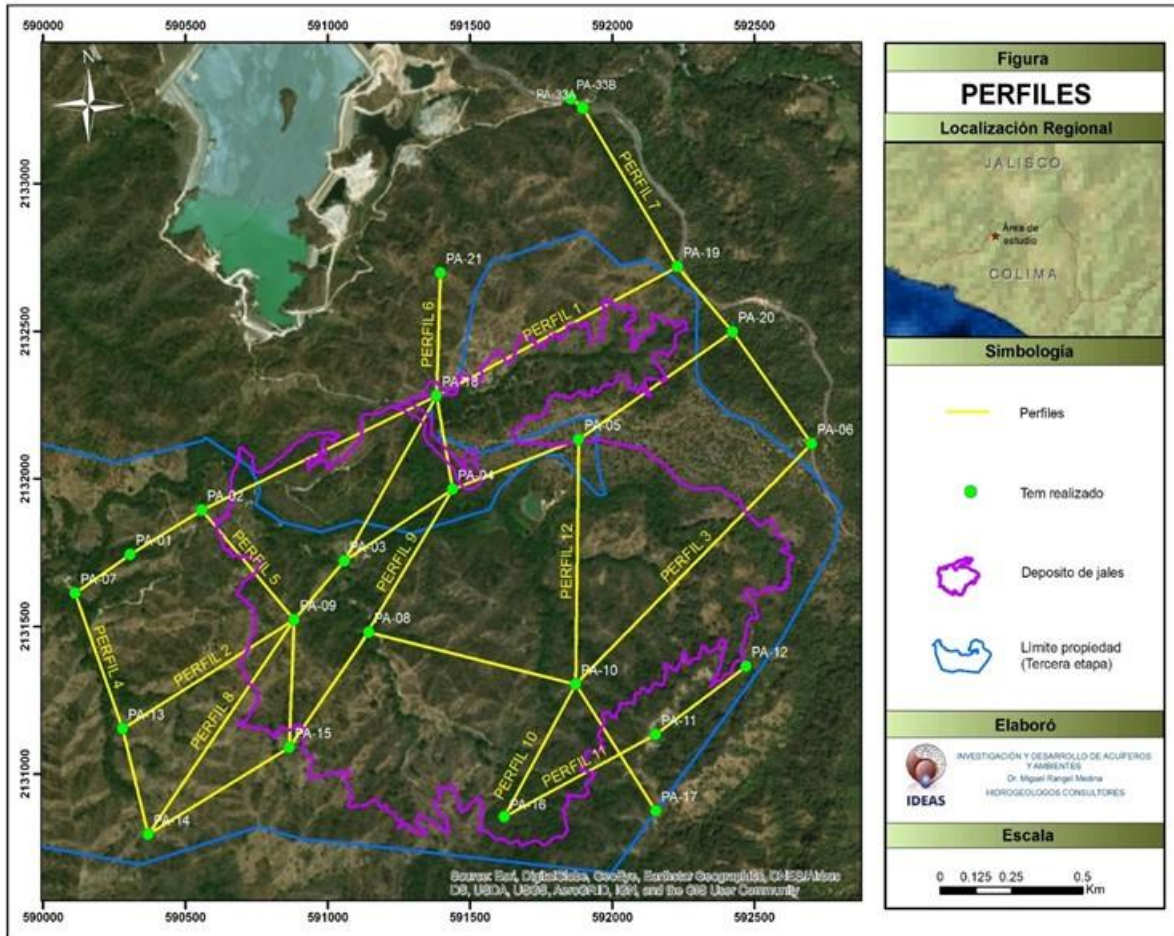


Figura IV. 15 Perfiles de resistividad en el área del proyecto.

Los perfiles de resistividad fueron integrados en un modelo tridimensional (ver la siguiente figura), con el objetivo de mostrar con mayor claridad gráfica la expresión y observación de los resultados. Este modelo geofísico se compone de cuatro grandes capas, lo que ofrece la posibilidad de inferir las condiciones geológicas y/o el grado de fracturamiento del macizo rocoso a partir del conocimiento de los valores de resistividad en el subsuelo.

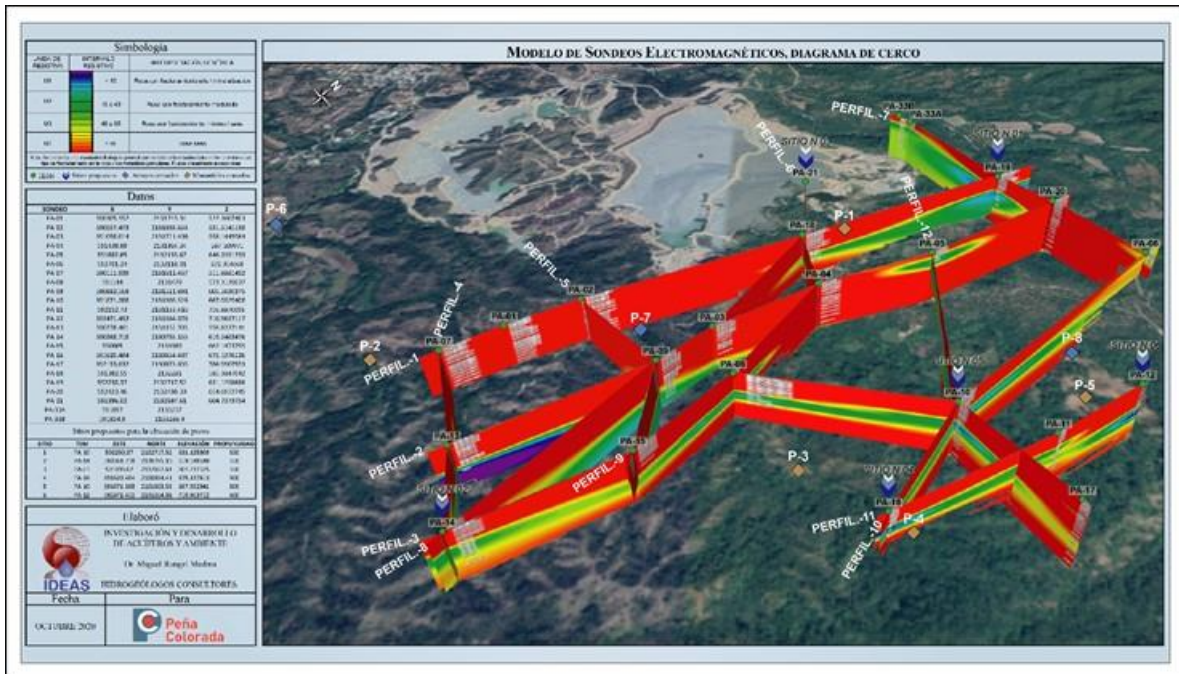


Figura IV. 16 Modelo de sondeos electromagnéticos en el área del proyecto.

Del modelo anterior, los valores resistivos altos (color rojo-amarillo) en el subsuelo se observan a lo largo de todos los perfiles, como una parte de un basamento donde eventualmente la densidad del fracturamiento es mínima; así mismo, se puede observar una concentración de estos valores en la porción centro-oriente. **En el modelo se observa que los valores muy altos y altos de resistividad (principalmente de color rojo) corresponden a la unidad U4 de roca sana. En general se observan las unidades en estratos horizontales continuos y predomina en el área del proyecto.**

Las resistividades medias (en general colores verdes a amarillo) correspondiente a la unidad U3 y U2, presentan fracturamiento mínimo a moderado, también se presentan en estratos continuos horizontales.

Por su parte, los valores bajos de resistividad (color verde-azul) que se tienen en la parte Este y Suroeste del modelo, representan zonas del macizo rocoso donde el fracturamiento es mayor. Las resistividades bajas, correspondiente a la unidad U1 (colores azules) dominan una zona intermedia, entre las elevaciones 350 y 450 msnm, principalmente hacia el límite

oriental del área del proyecto, además de hacer referencia a rocas altamente fracturadas, para la unidad sedimentaria se considera como material no consolidado. En el área del modelo donde se concentran los sondeos estas unidades suelen aparecer en menor medida y ser más puntuales en su localización; sin embargo, hacia el sur del área se muestran en mayor extensión y una pequeña zona ubicada en la parte noreste.

**Finalmente, se concluye de acuerdo a la prospección geofísica, que existe un espesor de roca sana compacta que varía desde 150 hasta 500 m, por lo cual las zonas de fracturamiento y donde se ubican las zonas de saturación se localizan a profundidades entre 200 a 250 m, condiciones que aseguran la estabilidad estructural del proyecto.**

#### IV.3.2.2. Fallas

En el área del proyecto se midieron dos planos de fallamiento normal, uno encontrado en la porción este con  $N45^{\circ}E$  e inclinación de  $70^{\circ}SE$ , y otro con rumbo  $N65^{\circ}E$  convergencia hacia el  $60^{\circ}SE$ , se interpreta un lineamiento de estos dos datos que afecta a lo largo de la porción sur del área del proyecto. Esa estructura presenta poco desplazamiento de unos cuantos centímetros tanto al bloque de piso como del bloque de techo observado principalmente en la parte este del polígono del proyecto (ver la siguiente figura).



Figura IV. 17 Falla normal con rumbo  $N45^{\circ}E$  e inclinación  $70^{\circ}SE$  cortando a la unidad granodiorítica en la parte este del polígono del proyecto.

Las características de las fallas indican desplazamientos poco peligrosos, por lo que no representan un riesgo para el desarrollo del proyecto.

### IV.3.2.3. Fracturas

De acuerdo con los planos de fractura medidas en el área del proyecto, se trata de fracturas oblicuas, de ambiente frágil, impermeables, con poca continuidad a profundidad y se encuentran en abundancia en muchos afloramientos rocosos (ver las siguientes figuras). Las fracturas en ocasiones presentan un mínimo de desplazamiento lateral o abertura.

Como parte del análisis geológico se obtuvo la orientación preferencial de todos los datos recolectados en campo (ver la siguiente figura).

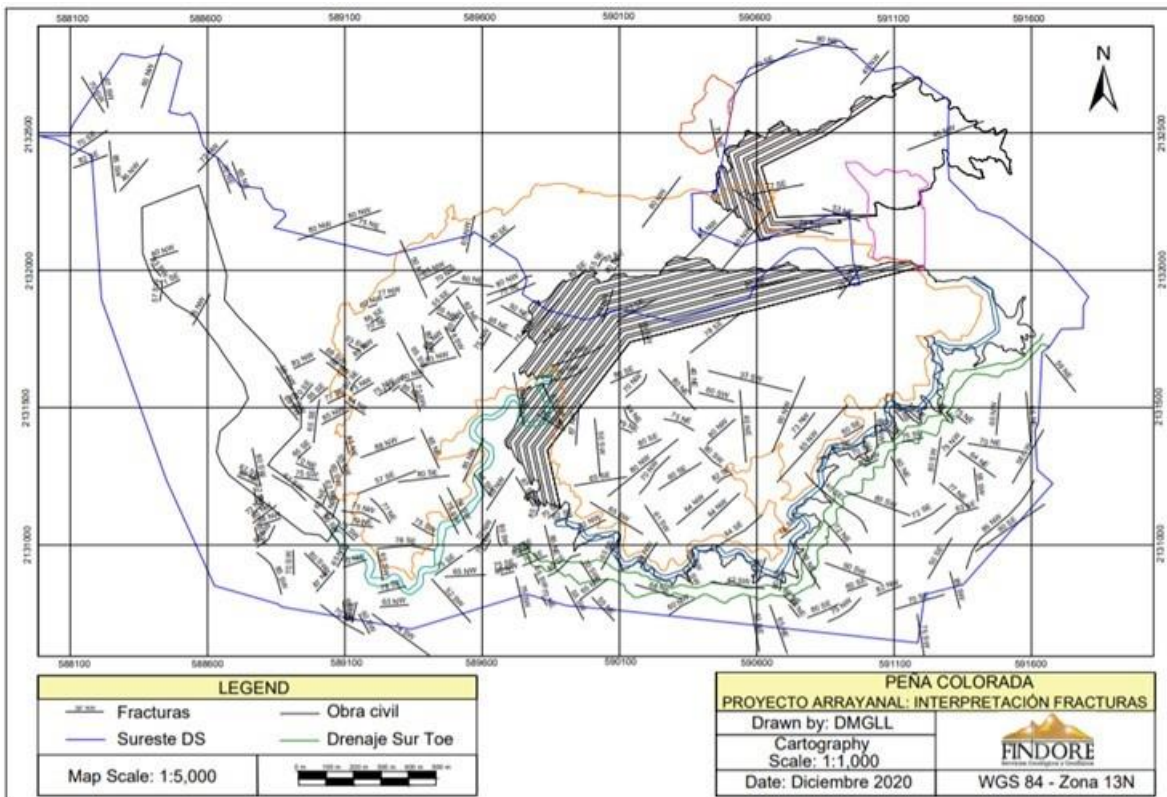


Figura IV. 18 Interpretación de líneas de fracturas, se observa gráficamente las diferentes orientaciones de estas en el polígono del proyecto.

Como resultado, se obtuvieron 3 familias de fractura principales:

Familia 1, fracturas que poseen rumbos promedio de S154°E, se caracteriza por aberturas de fisuras <0.5 cm, sin relleno de cavidades, con espaciados promedio entre las juntas de 10 a los 30 cm y una resistencia a la compresión simple de 188 MPa<sup>1</sup> por su composición.

Familia 2, secundaria, con rumbos N64°E, nula abertura de fisuras, presentando espaciados promedio de los 10 a 20 cm, con una resistencia a la compresión simple uniforme a la ya mencionada

Tercera familia con rumbo S249W, posee nula abertura, con espaciados promedio de los 10 a 30 cm y comparte la misma resistencia a la compresión simple de 188MPa. El análisis estructural calcula dos sistemas de rotura en cuña, una con dirección de desplazamiento al S-SW y otra con rotura en cuña orientada al NW (ver la siguiente figura).

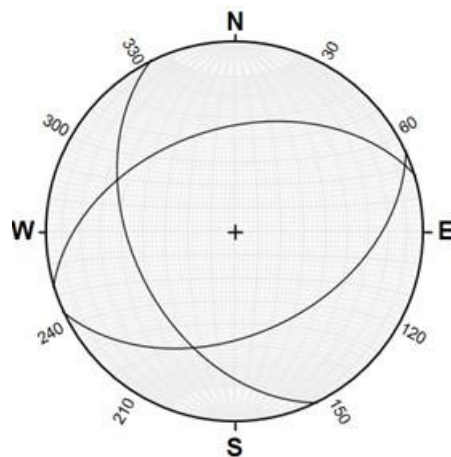


Figura IV. 19 Diagrama de planos mayores de las 3 principales familias de fracturas.

#### IV.3.2.4. Zonas de debilidad estructural

La información recopilada de la unidad granítica en campo y gabinete (características físicas como dureza, susceptibilidad al golpe, grados de intemperismo, clasificación de estructuras que atañen a la roca, etc.), ayudan a determinar un análisis de interpolación en el *Software ArcGis 10.5* y así definir las zonas con mayor y menor debilidad estructural explorada en

<sup>1</sup> Un megapascal (MPa) es una medida de resistencia a la compresión del material

superficie con el método IDW, el cual mediante distancia inversa ponderada determina los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra.

Como resultado del geoproceso se obtuvo la interpolación gráfica, la cual muestra un sistema heterogéneo de grados de debilidad del terreno clasificados como alto, medio y bajo. Se observa que los lugares donde se midieron discontinuidades por fallamiento normal con rumbos NE-SW y NW-SE representan las zonas de mayor debilidad estructural, principalmente en la porción oeste, centro-norte del predio del proyecto y algunos remanentes en la parte sureste del área. Las zonas marcadas con una debilidad estructural media son representadas por las familias de discontinuidades por fracturamiento encontradas mayormente en la porciones sureste y suroeste del área, y las zonas de mayor estabilidad estructural son representadas por afloramientos de roca sana, ventanas de aluvión y coluvión de carácter compacto, áreas de cultivo y obra civil en las partes noreste, noroeste y el resto en la parte centro (ver la siguiente figura). El área del proyecto se ubicará en el extremo noreste del predio del proyecto, donde se encuentran las zonas de mayor estabilidad estructural.

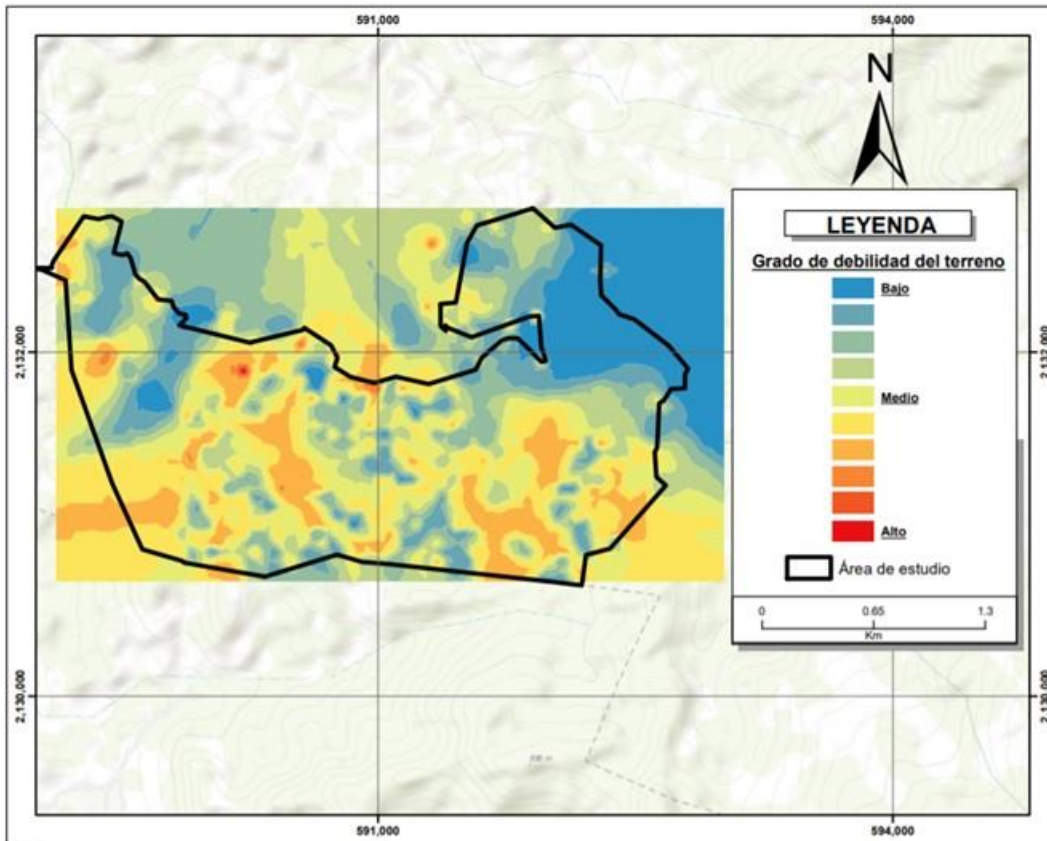


Figura IV. 20 Plano de grados de debilidad del polígono del proyecto.

De la interpolación de información geológica realizada a detalle 1:250, se obtuvo como resultado la siguiente figura, la cual muestra que los dos planos de falla medidos representan las zonas de mayor inestabilidad en la parte suroeste y están en el límite del polígono del proyecto. Las zonas con debilidad media del terreno, indicadas con colores amarillos, se ubican principalmente en la periferia del área del proyecto y son representadas por fracturamiento de la unidad granodiorítica. Las zonas de baja debilidad estructural, simbolizadas en color azul (y que son las predominantes), se ubican en la porción centro y norte del polígono, esta área es representada por aluvión de carácter compacto, **indicándonos** que el terreno en el área del proyecto es **estable** y **apto** para realizar las operaciones de cimentación del proyecto.



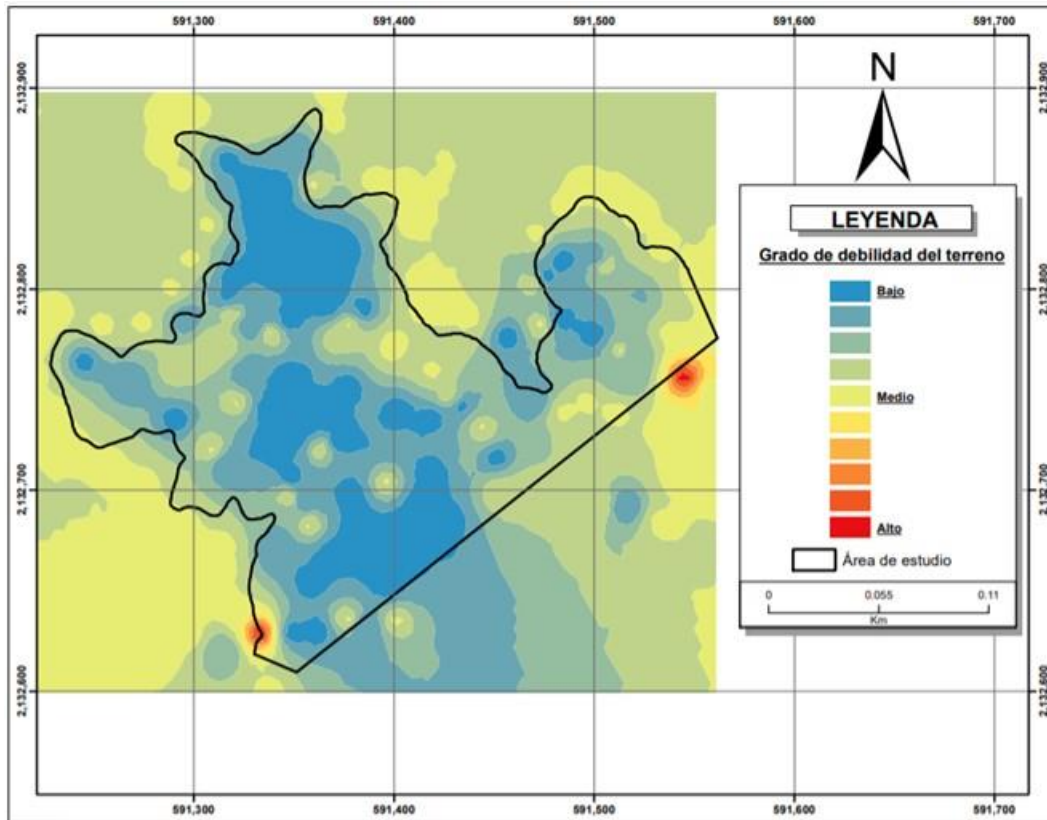


Figura IV. 21 Plano de debilidad del terreno del área del proyecto.

Finalmente, para determinar la calidad del macizo rocoso, éste se dividió en dominios estructurales; es decir, en zonas delimitadas por discontinuidades geológicas, dentro de las cuales la estructura es prácticamente homogénea. La estructura del macizo comprende el conjunto de fallas, diaclasas, pliegues y demás características geológicas propias del área del proyecto. El índice que define la clasificación es el denominado RMR (Rock Mass Rating), que evalúa la calidad del macizo rocoso.

### Conclusiones del estudio geológico

De acuerdo con los resultados del Estudio geológico, acerca de la clasificación del macizo rocoso, y la interpretación de lineamientos de discontinuidades, se obtuvo que **el material es de buena calidad geotécnica y por tanto se considera “apto” como apoyo de cimentación para el desarrollo del proyecto, lo cual también se corrobora mediante los perfiles geoelectrónicos del estudio de geofísica, en donde se evidenció la presencia de un**

**macizo rocoso que corresponde a roca sana.** Para mayor detalle de la metodología y resultados ver el estudio geológico y geofísico, que se incluyen dentro de los anexos del capítulo IV.

En relación a las estructuras geológicas de fallas y fracturas, de acuerdo con los resultados del estudio geológico, los sistemas de discontinuidades en el área del proyecto, como son las fallas y fracturas no muestran desplazamientos peligrosos o roturas a gran escala, por lo general muestran poco desplazamiento tanto lateral como vertical y sin abertura en bloques. La erosión y la vegetación han jugado un papel más importante en estos aspectos, lavando, alterando y haciendo más deleznable la unidad geológica, quedando en ocasiones relictos de la unidad granítica coronando las partes más altas. Por lo anterior, y considerando las características de las fallas y fracturas, no se prevé que representen un riesgo para el desarrollo del proyecto.

#### **IV.3.2.5. Regionalización sísmica**

El SAR se ubica en la zona sísmica D (alta exposición), definida como una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar 70% de la aceleración de la gravedad.

Al respecto, el depósito de Dry Stack, aún sin ser una presa de jales convencional, pues se trata de un depósito para jales secos, para analizar la seguridad de este depósito se considera todas las especificaciones pertinentes que se establecen en la NOM-141-SEMARNAT-2003. Cabe resaltar que cumple con los más altos estándares internacionales en materia de seguridad.

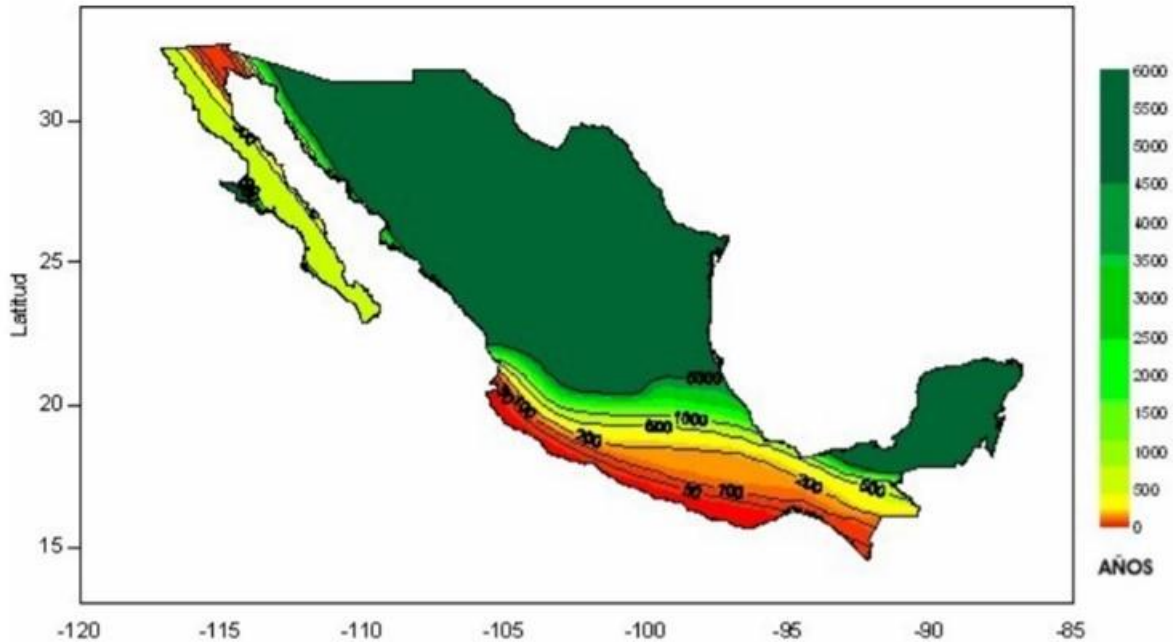


Figura IV. 22 Mapa de periodos de retorno para aceleraciones de 0.15 de g o mayores (CFE). La escala del lado derecho tiene valores en años.

Fuente: Obtenida de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/55.pdf>.

Como parte de los estudios realizados para el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo el estudio sísmico, en el cual se realizó una Evaluación de Peligro Sísmico específico para el emplazamiento del Dry-Stack a fin de determinar el Movimiento Sísmico de Diseño del Suelo para su instalación. Para mayor detalle, se incluye el estudio sísmico dentro de los anexos del capítulo IV.

Para la evaluación se adoptó una aceleración máxima del suelo, por sus siglas en inglés (PGA) de 0.65 g, la cual se consideró apropiada para los análisis pseudoestáticos y sísmicos de la consecuencia “Muy Alta” a largo plazo del Depósito. El objetivo de usar el Movimiento Sísmico de Diseño del Suelo del Sismo Máximo Creíbles fue demostrar que la estructura del Dry-Stack podrá soportar este fuerte sismo sin colapsar y proporcionar el nivel de seguridad pública mínimo requerido.

#### IV.3.2.6. Condiciones geotécnicas en el área del proyecto

Como parte de los trabajos de exploración geofísica para el desarrollo del proyecto, se realizaron puntos de exploración bajo la metodología de Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW por sus siglas en inglés), con lo que se determinaron las velocidades de onda cortante de los materiales que conforman el subsuelo en el área del proyecto.

Los trabajos geofísicos consistieron en la ejecución y adquisición de datos de MASW en 14 puntos, los que se ubicaron a lo largo de 6 secciones (ver la siguiente figura). La profundidad máxima explorada fue de 30 m. Mayor detalle de la metodología, se puede consultar el **Estudio de geotecnia** que se incluye dentro de los anexos del Capítulo IV.

La distribución de los puntos fue de la siguiente manera:

- M1 – MSW 1, MSW2 y MSW4.
- M2 – MSW2 y MSW3
- M3 – MSW4, MSW5, MSW6, MSW7, MSW8
- M4 – MSW9 y MSW10
- M5 – MSW13 y MSW14
- M6 – MSW11 y MSW12

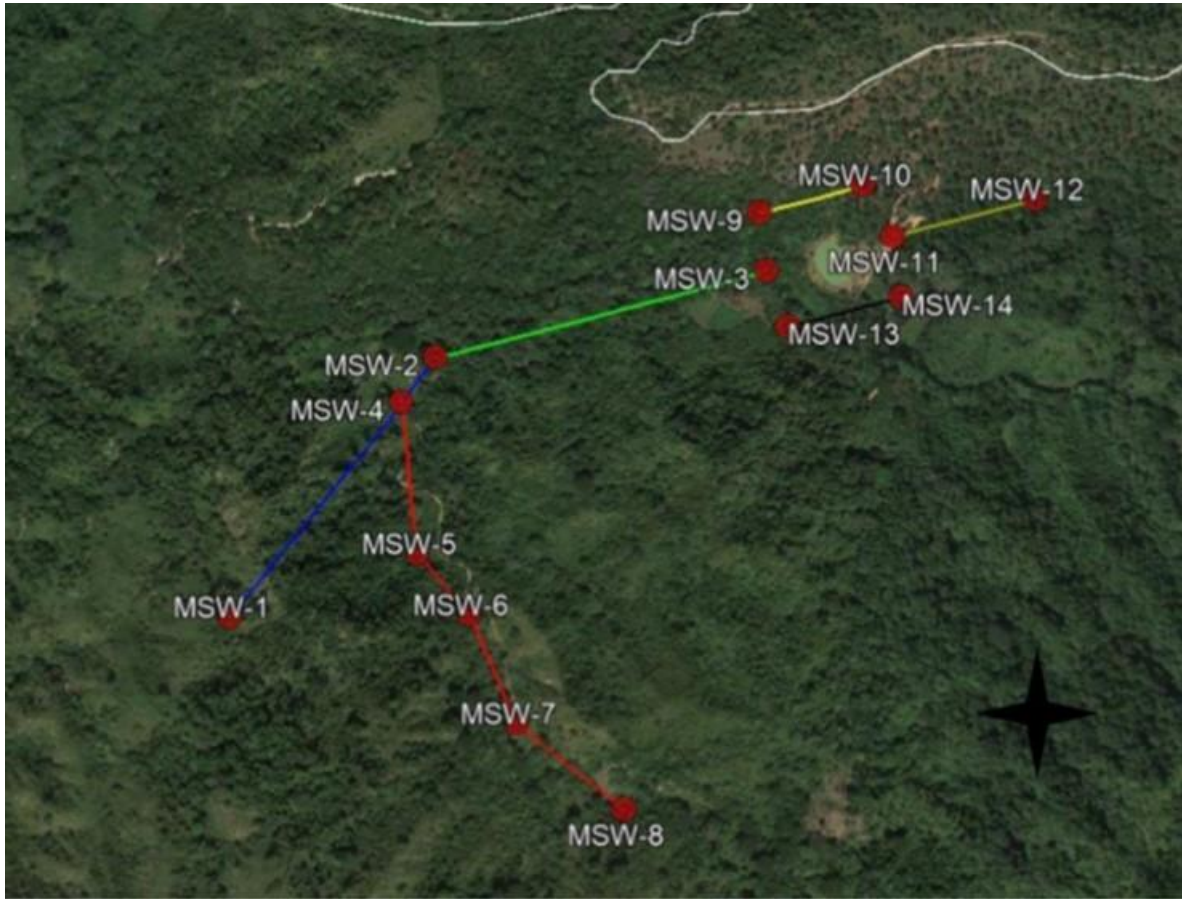


Figura IV. 23 Distribución de los puntos de adquisición en el área del proyecto.

Las 6 secciones construidas a partir de la interpolación de los perfiles de velocidad, obtenidos por la inversión de las curvas de dispersión, se muestran en las siguientes figuras.

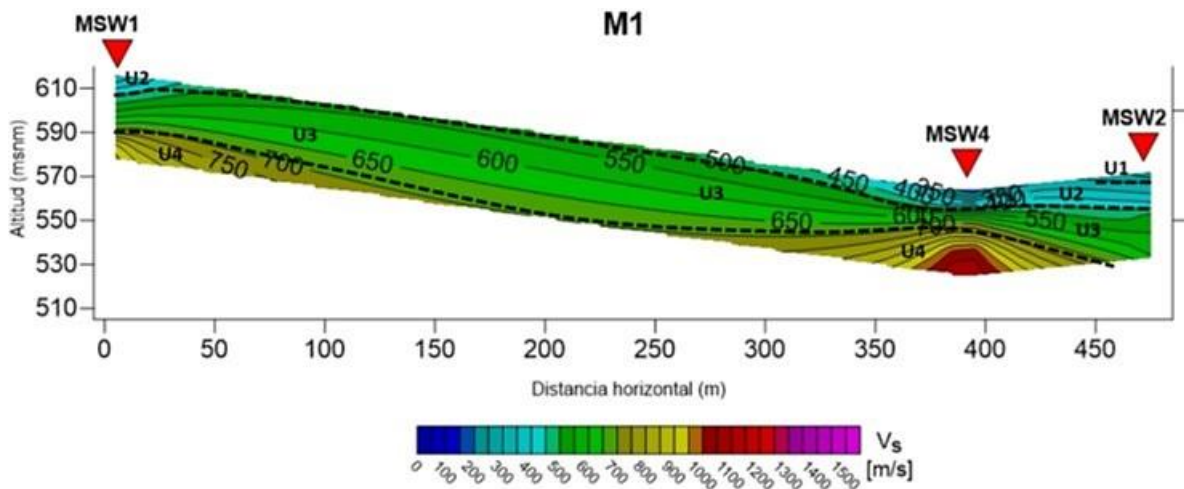
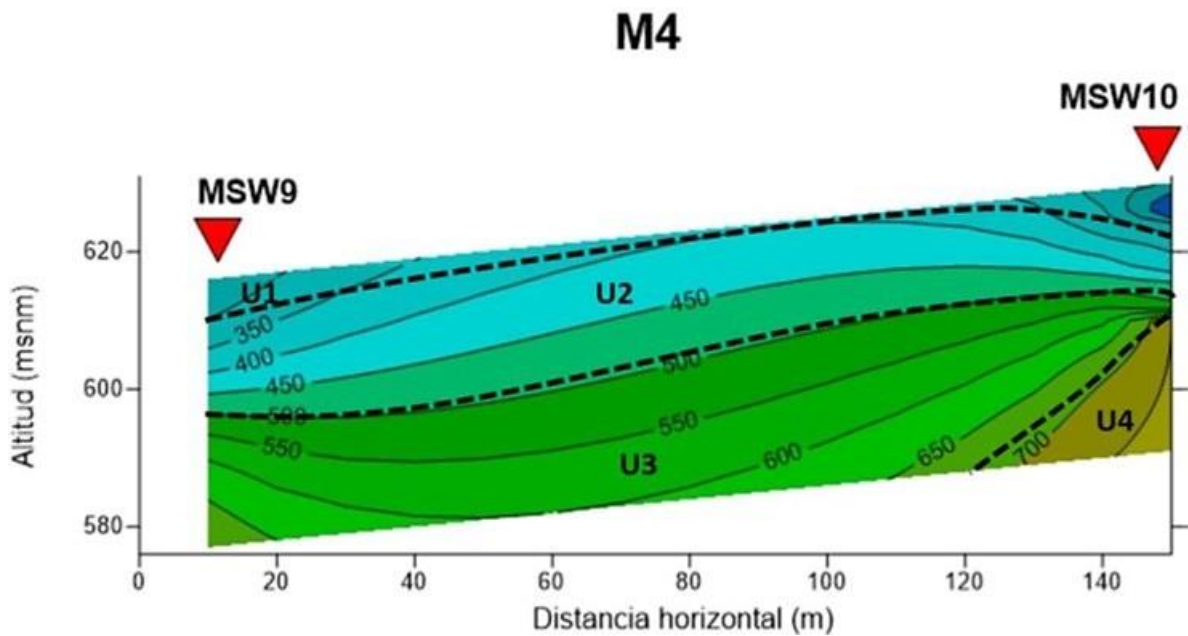
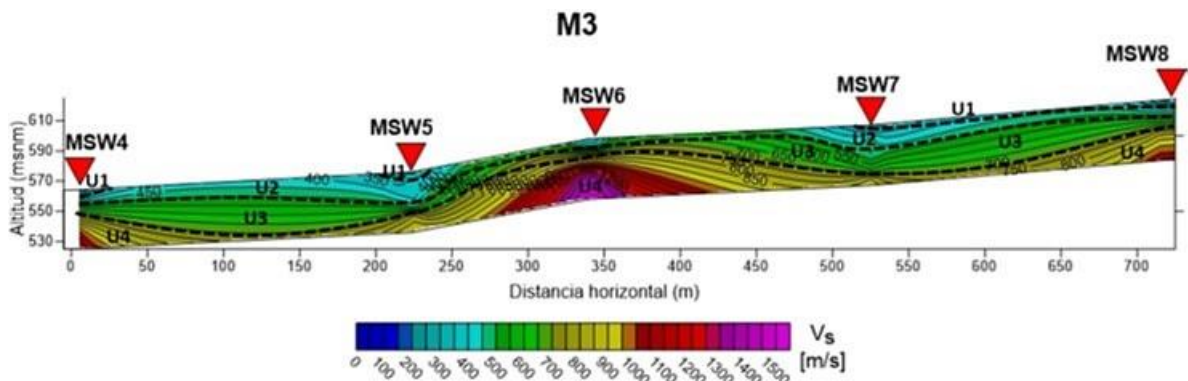
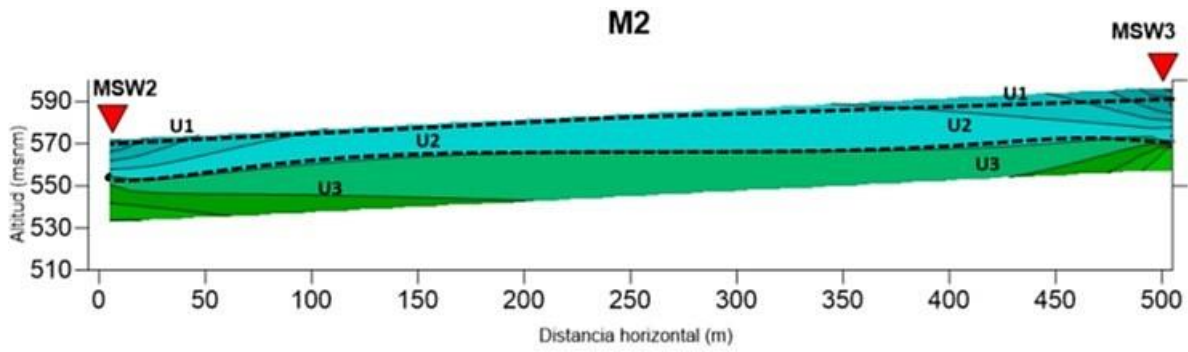


Figura IV. 24 Sección de velocidad de onda S, M1



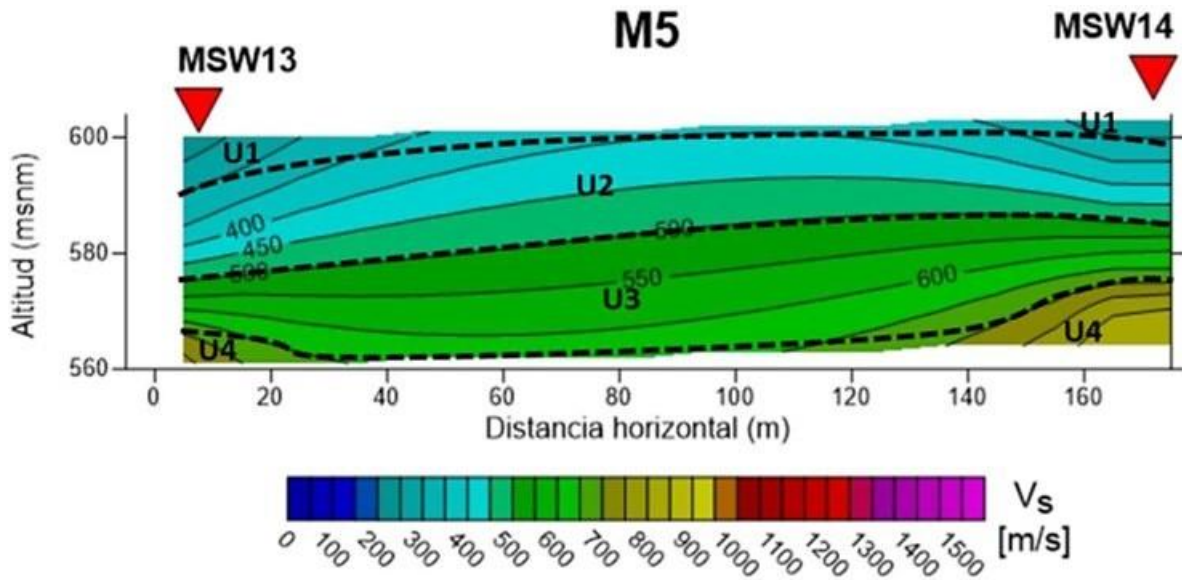


Figura IV. 28 Sección de velocidad de onda S, M5

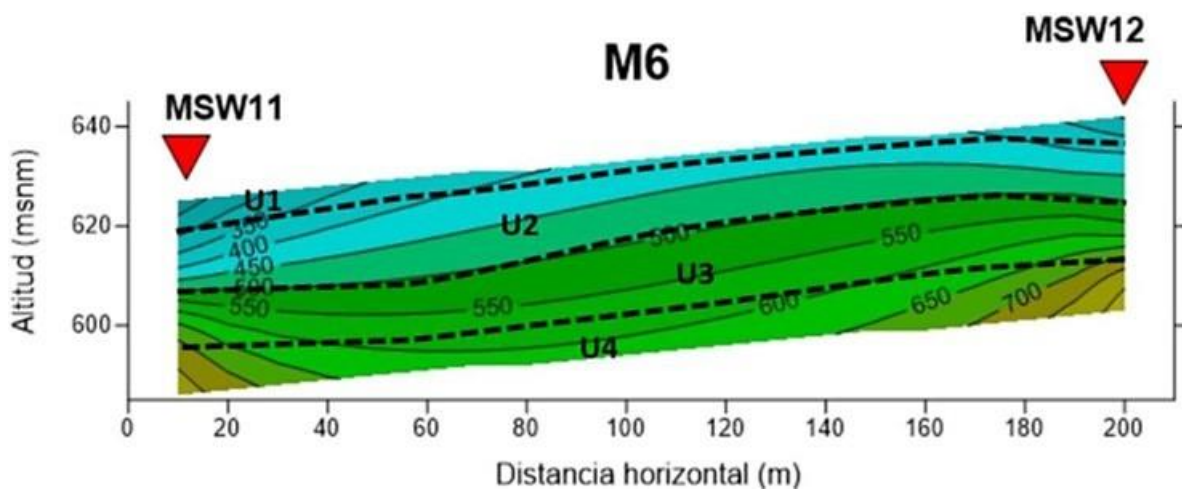


Figura IV. 29 Sección de velocidad de onda S, M6

Del análisis de estas secciones se puede observar la siguiente estratigrafía:

- ✚ Superficialmente se observa la **unidad U1**, la que presenta velocidad de onda S entre 100 y 300 m/s. Esta unidad se asocia a la presencia de suelos residuales y capa vegetal. El espesor de este estrato es variable entre 1 y 4 m, habiendo lugares en los que es menor o prácticamente desaparece.
- ✚ Subyaciendo al anterior, se define la **unidad U2**, la que presenta velocidad de onda S entre 300 y 500 m/s. Esta unidad se asocia a materiales arenosos moderadamente cementados intercalados con granodiorita en estado muy meteorizado. El espesor de esta unidad varía entre 5 y 11 m.

- ✚ Por debajo de los paquetes anteriores se registra la **unidad U3** con velocidades de onda S entre 500 y 700 m/s y espesor entre 3 y 5 m. Esta unidad se relaciona con roca granodiorita de ligera a moderadamente meteorizada.
- ✚ Finalmente, se puede definir la **unidad U4**, la que presenta velocidades de onda S mayores a 700 m/s, las que se asocian con roca en estado sano o muy ligeramente meteorizada. Esta unidad no tiene un espesor definido ya que abarca, en algunos casos, desde los 22 m de profundidad, hasta el final de la sección, que es de 40 m.

## Conclusiones

Se definió un modelo general de velocidad para onda S, el que esté compuesto por cuatro unidades:

- La **unidad U1**, con velocidad entre 100 y 300 m/s y espesor entre 1 y 3 m.
- La **unidad U2**, con velocidad entre 300 y 500 m/s y espesor entre 5 y 11 m.
- La **unidad U3**, con velocidad entre 500 y 700 m/s y espesor entre 3 y 5 m.
- La **unidad U4**, con velocidad mayor a 700 m/s.

La **unidad U4 se puede considerar el nivel geotécnico** (la roca en estado más sano) y se encuentra por debajo de los 15 m de profundidad, aunque en algunas secciones no se alcanza a observar, lo que implica que dicho nivel se encuentra por debajo de los 40 m de profundidad.

### IV.3.2.7. Estabilidad

Con la finalidad de conocer la estabilidad del proyecto, se realizó el **estudio de Estabilidad de taludes** que analiza la seguridad estructural de lo que será la instalación del Dry Stack o almacenamiento de relaves (**TSF**, por sus siglas en inglés) y del apilado de jales secos o Pila de Torta Filtrada (**FCS**, por sus siglas en inglés). El objetivo del estudio fue proporcionar elementos técnicos para el diseño y seguridad del depósito Dry Stack, considerado a utilizar para lo que le resta de vida útil a la mina.



Al respecto, el apilado de jales secos se ubicará dentro de una región activa tectónica y sísmicamente de México, con registros de sismos históricos destructivos con magnitudes superiores a **M 7.5**. Por lo tanto, los sistemas estructurales del apilado de jales secos requieren configuraciones redundantes capaces de hacer frente a las incertidumbres inherentes de las cargas sísmicas impuestas.

Teniendo en cuenta los requisitos especiales para contar con un depósito Dry Stack estable en una región sísmicamente compleja, los sistemas estructurales en el emplazamiento del apilado de jales secos tienen que cumplir un factor de seguridad (**FoS**) posterior al sismo de 1.2, el cual es el valor mínimo recomendado de acuerdo con las pautas de CDA (2014). Los resultados de la estabilidad de taludes para las secciones transversales evaluadas en el estudio de Estabilidad de taludes, se compararon con un valor de  $FoS \geq 1.2$ , para determinar una sección transversal satisfactoria y estable. También se llevaron a cabo las verificaciones del FoS mínimo para condiciones estáticas.

### **Metodología**

El análisis de estabilidad de taludes se llevó a cabo usando el Método del Equilibrio Límite (LEM, por sus siglas en inglés) implementado en GeoStudio 2021 R2, SLOPE/W, versión 11.1.1.22085. Se seleccionó el método de dovelas de Morgenstern-Price para el análisis. El método Morgenstern-Price considera tanto la fuerza normal entre dovelas como la fuerza de corte, y satisface el equilibrio de momento y de fuerza. El modelo consideró superficies de falla por deslizamiento tanto circulares como no circulares. La opción de “línea piezométrica” se seleccionó para el nivel freático o la condición de presión de agua intersticial.

La falla local de la porción superior de los taludes, así como el mecanismo de falla global, se examinaron para las secciones evaluadas en el estudio.

Para las evaluaciones de la configuración estructural propuesta por Hatch<sup>2</sup> para el apilado de jales secos, se consideraron dos (2) modelos de resistencia al corte para los materiales del TSF:

- Resistencia pico o máxima– Los materiales del apilado de jales secos movilizan la resistencia pico en condiciones drenadas o no drenadas con carga estática. Este modelo evalúa que las demandas estáticas no son lo suficientemente grandes como para movilizar la resistencia de los materiales posterior al pico; es decir, no hay debilitamiento por deformación debido a demandas estáticas.
- Resistencia residual – considera que los materiales sueltos saturados del apilado de jales secos se debilitan debido a una carga transitoria externa impuesta por el movimiento sísmico de diseño; es decir, se desarrolla una banda de corte y todos los materiales dentro de la porción saturada de la banda de corte cambian a una condición reducida o debilitada hasta la resistencia residual o posterior al pico mínima.

La metodología completa de lo antes referido se incluye dentro del estudio de Estabilidad de taludes, que forma parte de los anexos del Capítulo IV.

### **Resultados para la Configuración Estructural Propuesta**

#### Análisis de Estabilidad Estática

La siguiente figura muestra la superficie de falla y el resultado del factor de seguridad (FoS =1.52) para el análisis de estabilidad de taludes estático o a largo plazo. De acuerdo con los resultados de los análisis de estabilidad de taludes, se **cumple** el factor de seguridad (FoS) requerido para la condición estática.

---

<sup>2</sup> Hatch empresa que realizó el Estudio de estabilidad de taludes

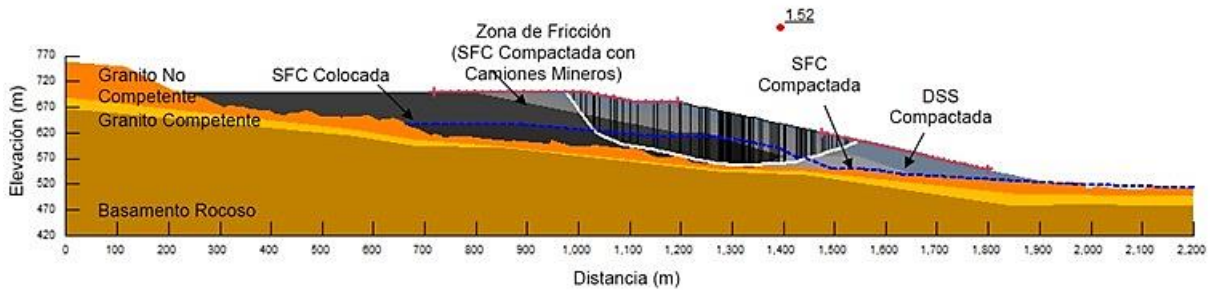


Figura IV. 30 Resultados de los Análisis de Estabilidad de Taludes – Condición Estática y a Largo Plazo.

### Análisis de Estabilidad Pseudoestático

La estabilidad sísmica de la configuración estructural propuesta para el apilado de jales secos se analizó utilizando un enfoque pseudoestático que aplica una fuerza horizontal debido al evento de Movimiento Sísmico del Suelo de Diseño (EDGM) en la dirección que tiende a causar fallas. Los análisis pseudoestáticos se llevaron a cabo utilizando la aceleración máxima del suelo (PGA, por sus siglas en inglés) de Máximo Sismo Creíble (MCE, por sus siglas en inglés) de 0.74 g, con un factor de 0.5 aplicado a la aceleración para explicar la respuesta “flexible” de las estructuras de tierra, y una reducción de la resistencia de 20% aplicada para explicar el posible ablandamiento por deformación de los relaves gruesos (Hynes-Griffin y Franklin, 1984).

Hynes-Griffin y Franklin (1984) desarrollaron su enfoque pseudoestático usando aproximadamente un valor de amplificación de percentil 95 para las superficies deslizantes profundas junto con el valor de límite superior de una relación de aceleraciones de masa ( $k_y/k_{m\acute{a}x}$ )<sup>1</sup> que produjo 1.0 m de desplazamiento. En el procedimiento resultante, el talud en condiciones sísmicas es estable si  $FoS \geq 1.0$ .

Los valores resultantes del FoS fueron menores al mínimo requerido de 1.0, esto no significa que se presentará alguna falla, ya que el procedimiento de análisis pseudoestático presenta limitaciones. El FoS del análisis pseudoestático indica que se gatillará la licuación en regiones saturadas del apilado de jales secos, y que se espera que la resistencia residual al corte se movilizará (ver la siguiente figura). Por lo que con la finalidad de obtener un análisis

de mayor confiabilidad para la estabilidad sísmica de la pila de relaves filtrados se evaluó en términos del FoS obtenido de un análisis de estabilidad post-sismo.



Figura IV. 31 Resultados de los Análisis de Estabilidad de Taludes – Condición Pseudoestática.

Como parte de la evaluación sísmica del apilado de jales secos, Hatch desarrolló varios análisis dinámicos en un modelo del FCS. Los resultados del análisis dinámico muestran que la pila **es estable** luego de la ocurrencia del sismo de diseño. Los resultados del análisis de estabilidad post sismo se presentan a continuación.

### Estabilidad Post Sismo

Los resultados de la estabilidad del talud pseudoestática muestran que se prevé la movilización de la resistencia al corte residual para los relaves finos almacenados en el apilado de jales secos. Por consiguiente, se evaluó un escenario en las evaluaciones de estabilidad posterior al sismo usando una proporción de resistencia no drenada residual,  $S_u/\sigma'_v$ , para relaves finos de 0.10, 0.15 y 0.20 a fin de reflejar diferentes niveles de compactación en el material de los relaves finos (ver la siguiente tabla).

Tabla IV. 8. Propiedades de materiales para el análisis de estabilidad de taludes

Material	Peso Unitario (kN/m <sup>3</sup> )	Parámetro de Resistencia de Corte Condiciones Drenadas		Resistencia al Corte No Drenada		Notas
		Cohesión (kPa)	Ángulo de Fricción (Grado)	Pico	Residual	
Arenas desaguadas compactadas (DSS)	18	-	36	-	-	Hatch, 2020
Torta filtrada con compactación de relaves finos con camiones mineros (SFC)	18	-	32	$S_{up}/\sigma'_v = 0.20$	$S_{ur}/\sigma'_v = 0.15$	Hatch, 2020
SFC compactada (berma)	18	-	35	$S_{up}/\sigma'_v = 0.22$	$S_{ur}/\sigma'_v = 0.20$	Hatch, 2020
SFC colocada	18	-	30	$S_{up}/\sigma'_v = 0.15$	$S_{ur}/\sigma'_v = 0.10$	Hatch, 2020
'Granito' no competente	20	-	35	-	-	Hatch, 2019b
'Granito' competente	21	22	41	-	-	Hatch, 2019b
Basamento Rocoso	Impenetrable					

Nota:

$S_{up}/\sigma'_v$  = Proporción de resistencia pico no drenada

$S_{ur}/\sigma'_v$  = Proporción de resistencia no drenada residual

### Conclusiones del estudio de estabilidad de taludes

Los análisis de estabilidad de taludes se realizaron en una sección transversal seleccionada del apilado de jales secos. Los resultados mostraron que se cumplió con el FoS requerido para las condiciones a largo plazo y posteriores al sismo (Estabilidad post sismo).

**Por lo anterior, se cumple con el FoS mínimo en la condición posterior al sismo de la configuración estructural propuesta de la FCS. Es así que los resultados del análisis indican que el apilado de jales secos propuesto proporcionaría una configuración segura y estable después de un sismo importante.** Este resultado es similar al obtenido en el análisis de desempeño sísmico de la configuración del apilado de jales secos, propuesta según el MCE evaluado a través de un análisis de esfuerzo efectivo plenamente acoplado en 2D usando el programa informático FLAC.

#### **IV.3.2.8. Potencial de daño**

Con la finalidad de conocer el potencial de daño que generaría el desarrollo del proyecto ante algún deslizamiento, se llevó a cabo el Análisis de rotura del depósito de jales filtrados el cual permite dar cuenta del alcance del deslizamiento de los jales secos ante algún evento crítico. El documento de Análisis de ruptura que incluye la metodología y resultados se anexa en formato digital.

El análisis referido consideró un solo escenario de simulación como el más crítico, el deslizamiento del talud en la zona noroeste del depósito, la cual presenta la mayor altura de apilamiento de jales filtrados (130 m), y en donde aguas abajo del depósito de jales secos (aproximadamente 3 km) se encuentran áreas potencialmente en riesgo ante un evento de falla, tales como el arroyo Palo Verde, caminos de acceso, líneas de energía eléctrica, construcciones aisladas, zonas de cultivos, áreas de vegetación y árboles.

#### **Resultados del estudio**

La longitud de simulación del flujo de los jales fue establecida para las condiciones proyectadas de los jales filtrados, debido a esto, el desplazamiento de los jales ante un potencial deslizamiento sería corto.

Según la huella de desplazamiento máximo, el material deslizado por la falla del depósito de jales secos, se desplazará aproximadamente una distancia de 1.3 km aguas abajo y a esa distancia los jales detendrían su movimiento. De acuerdo con los resultados de la simulación, la profundidad y velocidad máxima de los jales filtrados en el área impactada sería de 35.7 m y 10.9 m/s, respectivamente.

El análisis concluye lo siguiente:

- El análisis ha considerado un solo escenario de simulación como el más crítico, el deslizamiento del talud en la zona noroeste del depósito, la cual presenta la mayor altura de apilamiento de jales filtrados (130 m) y aguas abajo de la estructura se encuentran áreas potencialmente en riesgo ante un evento de falla.

- Dentro del área de simulación (aproximadamente 3 km) se identificaron áreas vulnerables aguas abajo del depósito de jales filtrados: el arroyo Palo Verde, accesos, líneas de energía eléctrica, construcciones aisladas, zonas de cultivos, áreas de vegetación y árboles. La longitud de simulación del flujo de los jales fue establecida para las condiciones proyectadas de los jales filtrados, debido a esto, el desplazamiento de los jales ante un potencial deslizamiento sería corto.
- La estimación del volumen de descarga se representó mediante la superficie de falla del depósito de jales filtrados, según el informe “Filtered Tailings Options Study” elaborado por Knight Piésold (2020), con lo cual se definió el perfil longitudinal de deslizamiento.
- Se ha determinado un volumen de material de descarga de 3,52 MMC con una descarga pico de 10957,4 m<sup>3</sup>/s.
- Según la huella de desplazamiento máximo, el material deslizado por la falla del depósito de jales filtrados, se desplazará aproximadamente una distancia de 1,3 km aguas abajo de la misma, a esa distancia los jales detendrían su movimiento.
- De acuerdo con los resultados de la simulación, la profundidad y velocidad máxima de los jales filtrados en el área impactada es de 35,7 m y 10,9 m/s , respectivamente.
- En función al análisis de deslizamiento, se determinó que el material de los jales impactaría el arroyo Palo Verde inmediatamente después del inicio de la falla, llegando a afectar una longitud de 1,3 km con una profundidad y velocidad máxima estimada igual a 35,7 m y 7,9 m/s, respectivamente. Además, se vería afectado un tramo de 0,45 km de acceso aguas abajo del depósito con una profundidad y velocidad máxima estimada igual a 30,5 m y 3,1 m/s, respectivamente.
- Por otro lado, las zonas de cultivo, las líneas eléctricas, las viviendas aisladas y estructuras mineras cercanas (vaso 1 y 2 del depósito de jales Arrayanal) no serían afectadas por la huella máxima de deslizamiento de los jales filtrados porque se ubican en zonas más

elevadas al cauce del arroyo Palo Verde y más alejadas del área de impacto. Asimismo, no se encontraron poblaciones afectadas.

- De acuerdo con el análisis de rotura y los criterios de la CDA (2014), la clasificación del depósito de jales filtrados es “Significativa”.
- Se recomienda la implementación de medidas no estructurales (monitoreo de la instrumentación geotécnica y manejo de aguas adecuado) en el depósito de jales filtrados.
- Se recomienda realizar el monitoreo e inspecciones periódicas en la estructura del depósito de jales filtrados para identificar filtraciones, agrietamientos o asentamiento de esta instalación y prever potenciales problemas que puedan ocurrir.
- Se recomienda implementar un sistema de alerta temprana y un plan de evacuación para el personal que se encuentre laborando aguas abajo del depósito de jales filtrados, que permita una rápida evacuación en caso de producirse un deslizamiento de la estructura.
- Se recomienda realizar simulaciones de evacuación, con las personas ubicadas en el tránsito del material de los jales filtrados en un evento de falla, aguas abajo del depósito de jales filtrados con la finalidad de registrar los tiempos de evacuación.

Conforme al análisis realizado, y a las recomendaciones, se realizará un monitoreo de la instrumentación geotécnica, así como del manejo del agua adecuado, y una supervisión constante en la estructura del depósito de jales secos, para identificar filtraciones, agrietamientos o asentamientos de la instalación y prever potenciales problemas que pudieran ocurrir.

---

### **IV.3.3. Geomorfología**

El SAR se ubica dentro de la Provincia de la Sierra Madre del Sur, sub-provincia de las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, y está representada por geoformas de topografía suave a abrupta.



De acuerdo a la carta topográfica del INEGI E13B33 la máxima elevación en el área del proyecto es de 760 msnm. En la siguiente figura se aprecian las curvas de nivel en el área del proyecto.

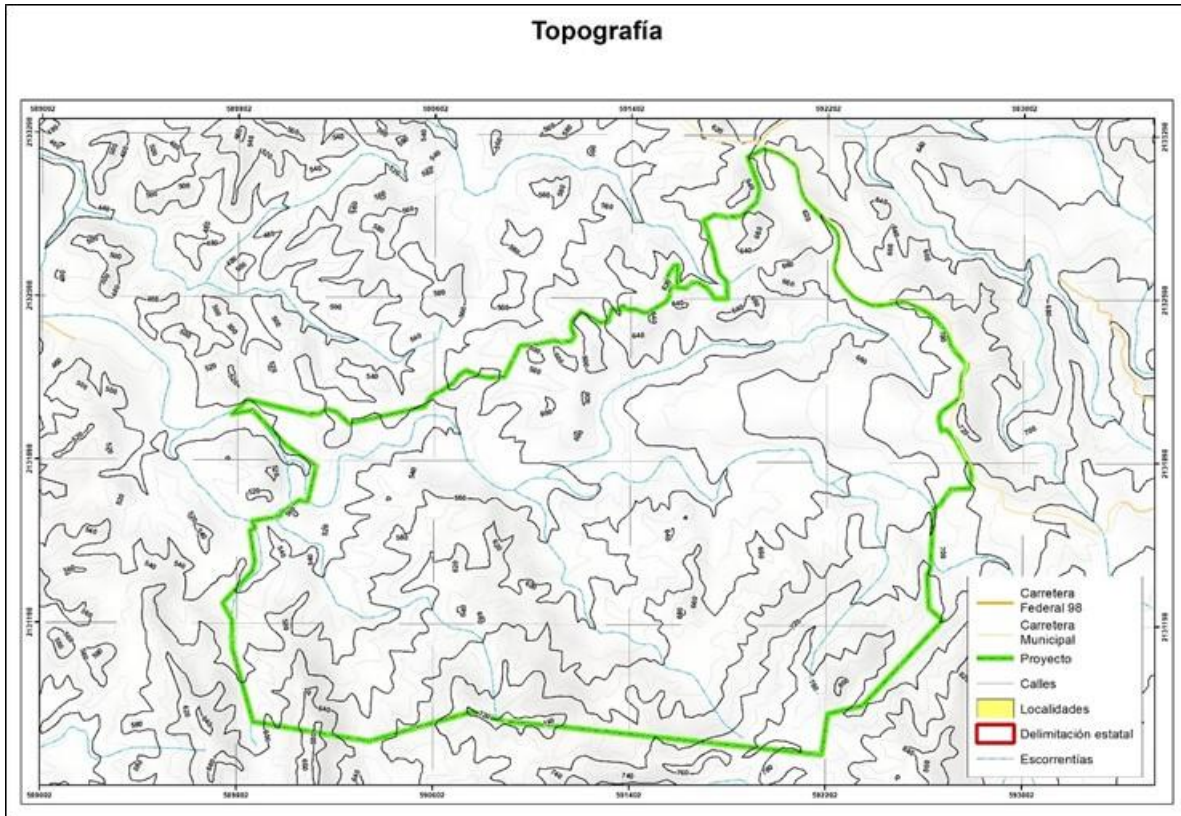


Figura IV. 32 Topografía del área del proyecto.

#### IV.3.3.1. Geomorfología en el área del proyecto

De acuerdo con la **NOM-141-SEMARNAT-2003**, el área del proyecto se ubicará en un **relieve de Terreno de Lomerío**, lo cual se confirma a partir del mapa de topoformas del INEGI, ya que de acuerdo con este último se clasifica como relieve de valles intermontanos con lomeríos. El relieve de lomeríos en el área del proyecto son disectados por cañadas y hondonadas producto de los procesos de erosión fluvial de los escurrimientos existentes.

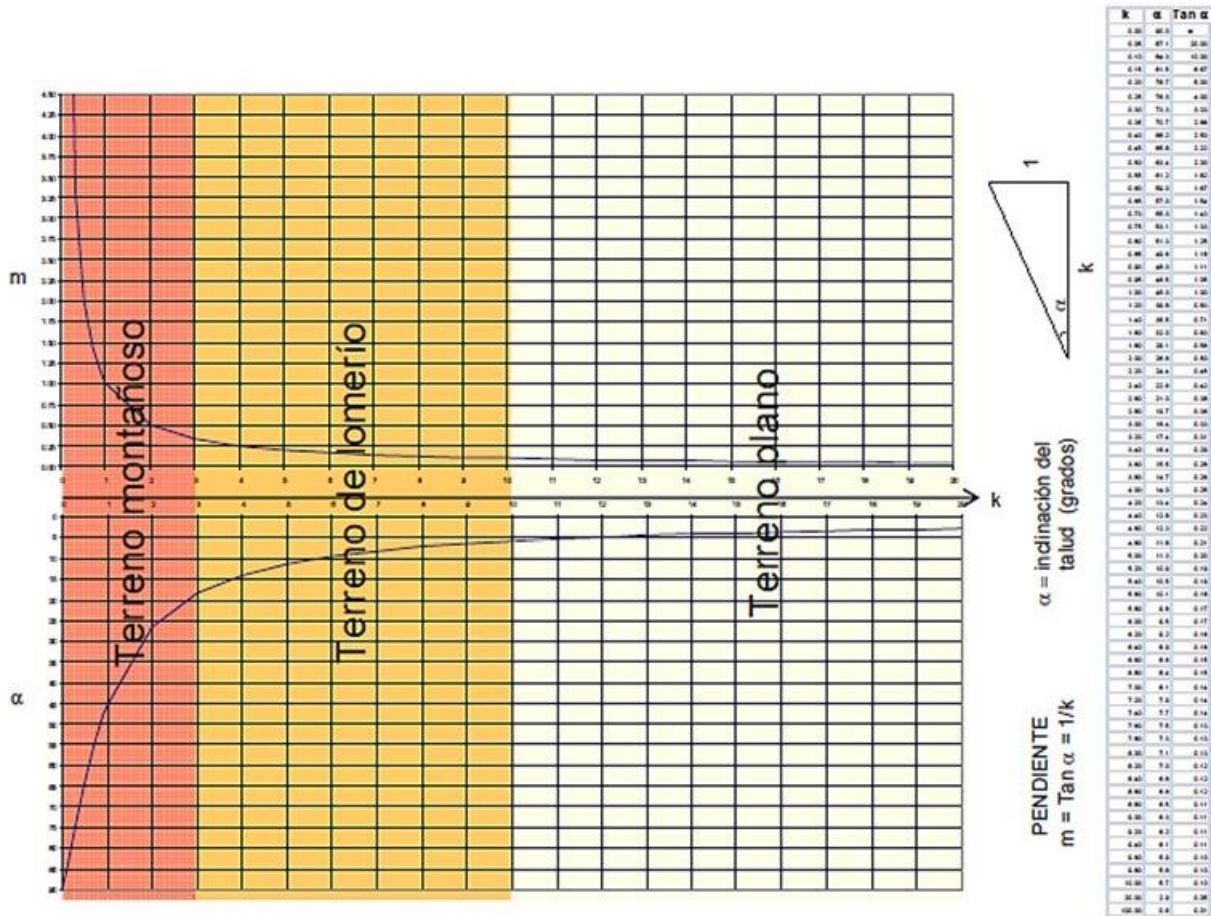


Figura IV. 33 Clasificación topográfica en la República Mexicana, con base a la NOM-141-SEMARNAT-2003.

El relieve de lomeríos donde se emplazará el proyecto está constituido predominantemente de rocas ígneas intrusivas de granito. De acuerdo con la prospección geológica del área donde se ubicará el proyecto, esta presenta una alta resistividad, compacidad y baja permeabilidad, estas condiciones representan algunas de las **condiciones ideales** para la ubicación del proyecto.

Así mismo, y con la finalidad de garantizar la seguridad estructural del proyecto, se llevaron a cabo análisis de estabilidad de taludes y deformación en secciones transversales seleccionadas a lo largo del Apilado de Torta Filtrada (ATF). Los resultados de la estabilidad de taludes en condiciones de carga estática y post-sismo mostraron **valores** para el factor de seguridad que **satisfacen** los valores mínimos requeridos por las normas de la Asociación

Canadiense de Presas CDA y las normas mexicanas en lo que respecta a la seguridad de presas.

### IV.3.4. Edafología

El suelo es un recurso natural no renovable que continuamente evoluciona por la acción conjunta de los factores de formación, originando diferentes tipos de suelos. En el presente apartado se describen las características de los suelos presentes en el SAR y área del proyecto.

#### IV.3.4.1. Tipo de suelos en el SAR

De acuerdo con el mapa de suelos del INEGI serie II escala 1:250,000, los tipos de suelos presentes en el SAR son los Regosoles y los Cambisoles, y en una mínima porción los Leptosoles (ver la siguiente figura).

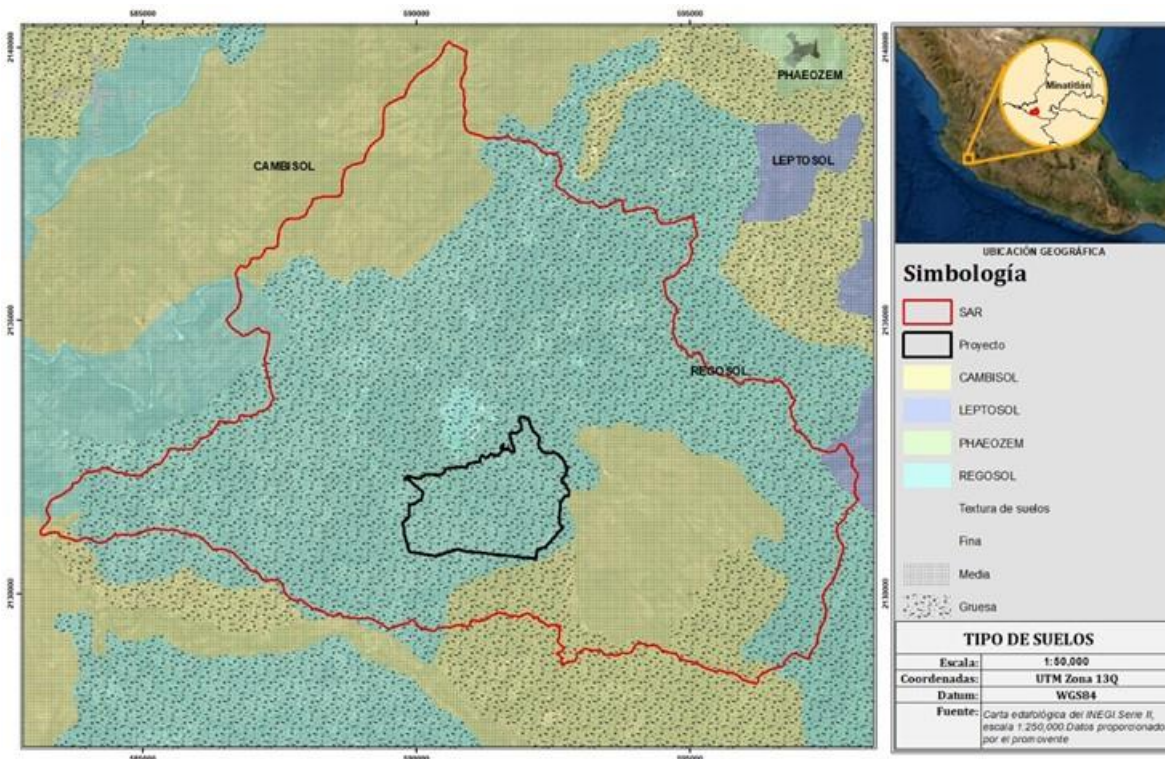


Figura IV. 34 Distribución de suelos en el SAR.

Las características generales de cada uno de los suelos se indican a continuación.

Los *Regosoles* son el tipo de suelo predominante en el SAR y están asociados a la roca madre que les da origen. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, son suelos someros, con textura media, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

Los *Cambisoles* son el segundo tipo de suelo dominante en el SAR. Deriva del vocablo latino "*cambiare*" que significa cambiar (suelos que experimentan cambios en color, estructura y consistencia), haciendo alusión al principio de diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos, entre otros. Este suelo se encuentra asociado a las rocas ígneas extrusivas volcanoclásticas. Son suelos jóvenes y se hallan en una etapa relativamente temprana de su desarrollo evolutivo; tienen textura fina; contienen poca materia orgánica, son de color café oscuro y claro. Presentan una susceptibilidad a la erosión de moderada a alta. También pertenecen a esta unidad edafológica, algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima del tepetate.

#### **IV.3.4.2. Tipo de suelos en el área del proyecto**

En el área del proyecto dominan los suelos Regosoles, asociados a las unidades de suelo secundarias de Cambisol y Feozem (RGskar+CMsklen+PHlen/1), ver la siguiente figura.

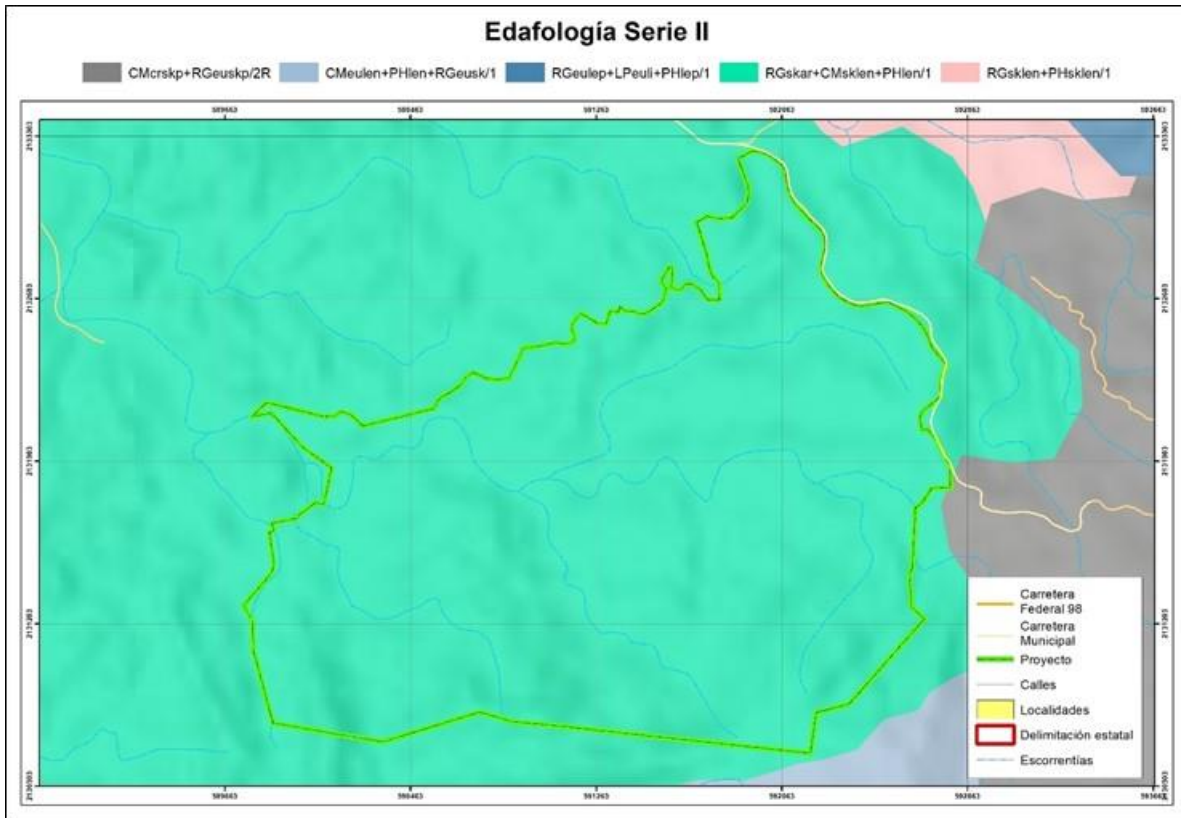


Figura IV. 35 Tipo de suelos en el área del proyecto.

En complemento a lo ya expuesto de los suelos Regosoles, son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. La evolución del perfil es mínima (AC) como consecuencia de su juventud, o de un lento proceso de formación por una prolongada sequedad.

En cuanto a los suelos Cambisoles y como se mencionó antes, se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. El perfil es de tipo ABC. El horizonte B se caracteriza por una débil a moderada alteración del material original, por la ausencia de cantidades apreciables de arcilla, materia orgánica y compuestos de hierro y aluminio, de origen aluvial.

Por su parte, los suelos Feozems son muy fértiles y aptos para el cultivo, aunque son sumamente proclives a la erosión. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica. El perfil es de tipo AhBC el horizonte superficial suele ser menos oscuro y más delgado que en los Chernozem.

#### IV.3.4.3. Muestreo de suelos en el área del proyecto

Como parte del **Estudio edafológico** del área del proyecto se seleccionaron 80 puntos de muestreos distribuidos de manera uniforme y aleatoriamente, tal como se muestra en la siguiente figura.

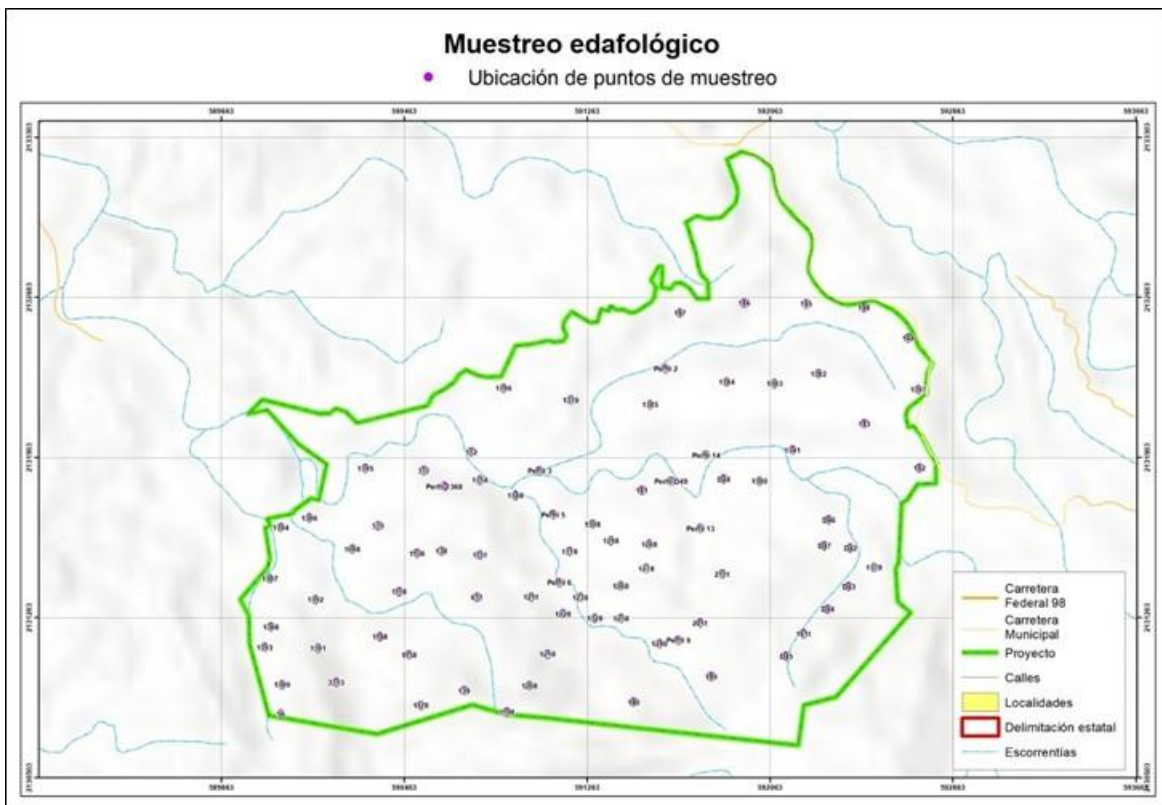
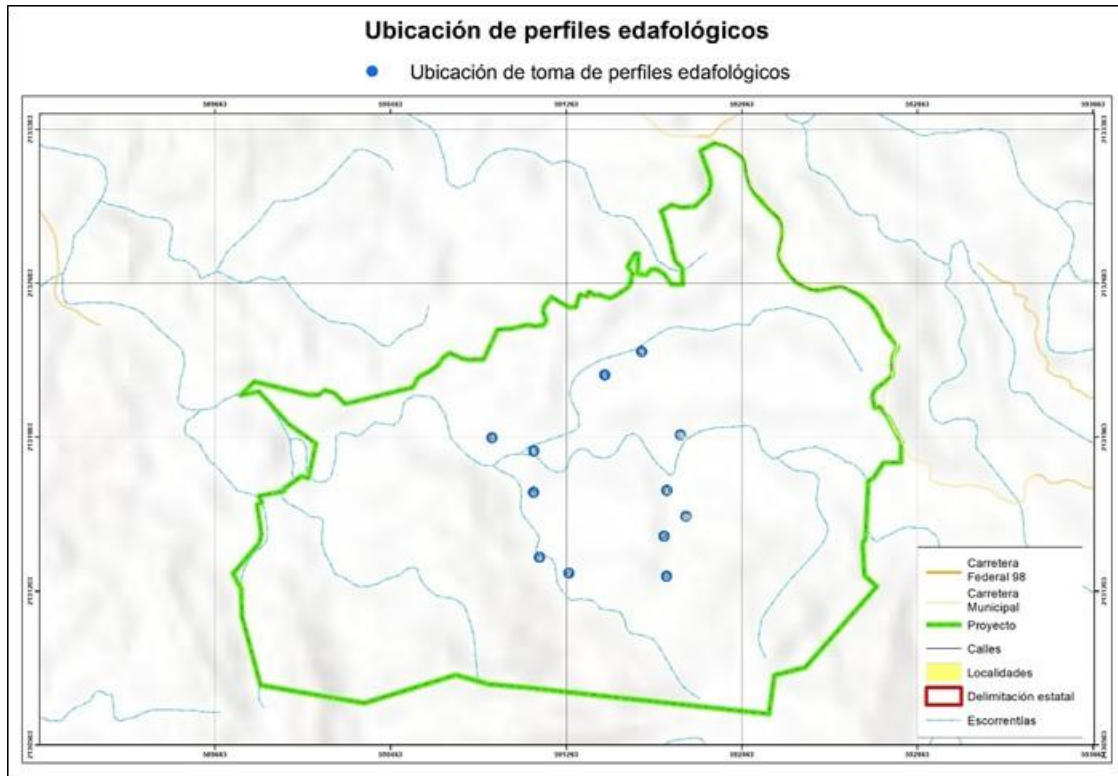


Figura IV. 36 Ubicación de los 80 puntos de muestreo en el área del proyecto (n=80).

Adicional a lo anterior, se seleccionaron 12 puntos para la elaboración de perfiles de suelo en relieves con escarpes para la clasificación taxonómica del suelo (ver la siguiente figura).



**Figura IV. 37 Ubicación de los 12 perfiles de suelos dentro del área de proyecto (n=12).**

En particular, las coordenadas de los 80 puntos de muestreo se incluyen en el estudio de suelos dentro de los anexos del capítulo IV.

A continuación, se indican los resultados de la descripción, clasificación morfológica, calidad del suelo (contaminantes) que se obtuvieron para cada uno de los puntos de muestreo. Dentro del área del proyecto se midieron 12 perfiles de suelo cuyos resultados mostraron características similares, y que se describen a continuación.

Se identificaron dos horizontes definidos AC y BC, con texturas predominantes de franco arenosos, areno franco y arcilla arenosa, con  $\text{pH} > 5$  y  $< 7$ , color predominante de café amarillento con tendencia a café rojizo y café pálidos, sin presencia de carbonatos, con material parental de arenisca y óxidos de hierro. Horizontes de diagnóstico clasificados como horizontes skeletal (sk) con más del 40% de fragmentos gruesos, loamic (lo) con clase textural predominantes francas y lixic (lx) con  $\text{CIC} < 24 \text{ Cmol/Kg}$ . Predominando el grupo de suelo Regosol (RG) que presenta material no consolidado con fragmentos gruesos y roca

continua entre 50 y 100 cm, continuando con suelos Cambisol (CM) con material parental parduzca, moderadamente desarrollados, sin carbonatos, pobres en nutrientes, ácidos y con textura media.

#### IV.3.4.4. Características físicas fisico-químicas del suelo

En el presente apartado se describen las características fisicoquímicas del suelo, así como las concentraciones de los elementos potencialmente tóxicos, y las características generales para su estabilización en relación a sus condiciones físicas y químicas.

Los resultados de los 80 puntos de muestreos fueron obtenidos a través de las diferentes pruebas que evalúan los aspectos edafológicos (ver la siguiente tabla).

**Tabla IV. 9 Metodologías utilizadas a través de laboratorio externo.**

Parámetro	Unidades	Metodología
Metales: Berilio y vanadio	mg/L	ANEXO B.4 NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004
Metales: Cromo, arsénico, selenio, plata, cadmio, bario, talio y plomo.	mg/L	ANEXO 5-IV NOM-014-SEMARNAT-2003
Prueba de extracción de metales y metaloides en jales, con agua en equilibrio con CO <sub>2</sub>	-	ANEXO 5-IV NOM-014-SEMARNAT-2003
Carbono orgánico y Materia orgánica	%	NOM-021-SEMARNAT-2000 AS-07
Conductividad eléctrica en extracto de saturación	dS/m	NOM-021-SEMARNAT-2000 AS-18
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	NOM-021-SEMARNAT-2000 AS-03
Humedad	%	NOM-021-SEMARNAT-2000 AS-05
Cationes solubles en extracto de saturación (Ca, K, Mg y Na)	mmol/L	NOM-021-SEMARNAT-2000 AS-19
Capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables (suelos neutros) (Ca, K, Mg y Na)	Cmol <sup>+</sup> /Kg	NOM-021-SEMARNAT-2000 AS-12
pH	U pH	NOM-021-SEMARNAT-2000 AS-02
Textura (arena, limo y arcilla)	%	NOM-021-SEMARNAT-2000 AS-09

#### Metales pesados

La evaluación del contenido de metales pesados en suelos es considerada de suma importancia para la identificación de áreas con problemas de contaminación. La presencia en los suelos de concentraciones nocivas de algunos elementos químicos y compuestos contaminantes superior a los límites normales presenta efectos adversos sobre los organismos. Con base a los resultados analizados por la NOM-147-SEMARNAR/SSA1-2004



para berilio y vanadio y por la NOM-141-SEMARNAT-2003 para cromo, arsénico, selenio, plata, cadmio, bario, talio y plomo, a continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los metales. Al respecto, es importante señalar que la zona de Peña Colorada **no** presenta ninguna restricción de contaminantes por metales pesados ya que los niveles no sobrepasan los rangos normales.

### **Berilio (Be)**

De las muestras analizadas, el 96% de los sitios presento un nivel de <0.002 mg/L, el valor máximo presente fue de 0.004 mg/L. La concentración de referencia como contaminante soluble es de 0.122 mg/L. Por lo que las concentraciones de este metal están por debajo del valor de referencia.

### **Vanadio (V)**

La concentración de referencia como contaminante soluble corresponde a 0.16 mg/L, encontrándose en el 97.5% de los sitios muestreados un valor de <0.002 mg/L, el resto de los sitios presento un valor máximo de 0.006 mg/L. Las concentraciones de este metal están por debajo del valor de referencia.

### **Cromo (Cr)**

Según la Agencia de Protección al Medio Ambiente (EPA), el rango normal de contenido de Cr en el suelo es de 0.1 a 0.5 mg/kg, y su rango tóxico esta entre 5 y 30 mg/Kg. El 51% de los sitios muestreados presentaron valores menores a 0.002 mg/L, presentándose un valor máximo de 0.005 mg/L. Las concentraciones de este metal están por debajo del valor de referencia.

### **Arsénico (As)**

El límite de referencia como contaminantes solubles corresponde a 0.5 mg/L, donde el 86% de los sitios muestreados presento cantidades menores a <0.003 mg/L. El resto de los sitios

presentó valores de 0.019 mg/L de arsénico. Las concentraciones de este metal están por debajo del valor de referencia.

### **Selenio (Se)**

El valor de referencia como contaminante soluble es de 0.1 mg/L. El 74% de los sitios muestreados reportó valores menores a 0.002 mg/L. El valor máximo reportado para el área del proyecto fue de 0.054 mg/L, por lo cual se encuentran dentro de los límites establecidos conforme a la norma.

### **Plata (Ag)**

Para la zona los valores encontrados en el 97.5% de los sitios muestreados fue de <0.002 mg/L. Mientras que en los sitios restantes se encontró un valor promedio de 0.009 mg/L. Las cantidades inferiores a 0.5 mg/L son considerados como el límite para este metal. Con lo cual, los valores se encuentran dentro de los límites establecidos conforme a la norma.

### **Cadmio (Cd)**

Todos los sitios de muestreo presentaron valores menores a 0.002 mg/L, muy por debajo del límite considerado de 0.1 mg/L.

### **Bario (Ba)**

Los sitios de muestreo registraron valores de <0.002 a 0.046 mg/L, con un promedio de 0.02 mg/L, por lo que se considera niveles normales ya que no superan los 10 mg/L considerados como límite.

### **Talio (Tl)**

El valor límite para talio corresponde 0.02 mg/L, por los que el área del proyecto no presenta problemas con este elemento, debido a que el 91% de los sitios muestreados reportaron valores menores a 0.002 mg/L y el mayor valor encontrado fue de 0.009 mg/L.

### **Plomo (Pb)**

El límite considerado como concentración de referencia como contaminante soluble es de 0.5 mg/L. En el área del proyecto, el 66% de los sitios muestreados presentan un contenido menor a 0.0027 mg/L, y el resto de los sitios presentaron en promedio contenidos de 0.023 mg/L muy por debajo del límite.

En conclusión y conforme a los valores de referencia, todos los sitios de muestreo en el área del proyecto indicaron que los suelos **no** presentan elementos potencialmente tóxicos por la concentración de metales.

En relación a las características físicas del suelo, se tiene lo siguiente:

### **pH**

Para el área del proyecto, el 80% de las muestras evaluadas (n=64) representaron una clasificación de moderadamente ácido en un rango de 5.1 a 6.5, seguido de una clasificación neutra (6.6 a 7.3) con el 18% de los sitios del área, indicando que la zona no presenta problemas generales de manejo. Se obtuvieron valores de pH en un rango de 5 a 7.4 para las 80 muestras analizadas.

### **Carbono orgánico y Materia orgánica**

La materia orgánica del suelo se evalúa a través del contenido de carbono orgánico con el método de Walkey y Black. El área del proyecto presenta valores en contenido de carbono orgánico de < 0.50 a 2.43 %, presentando la materia orgánica valores promedios de < 0.5 a 4.3 %. Predominan para el área valores bajo en su contenido indicando una baja fertilidad, suelos donde predominan textura gruesa presentan menores contenidos de materia.

### **Textura**

La porción relativa por tamaño de partículas de arena, limo y arcilla presente en el área del proyecto sobresalen las clases texturales de areno francosa y franco arenosa, predominando las partículas de arena hasta contenidos del 91.3%. La alta concentración de

partículas mayores a  $0.05 \mu\text{m}$  indica suelos de textura gruesa presentando una menor área superficial y una mayor cantidad de macroporos, así mismo se encontraron zonas con una mayor presencia de arcillas, pero en menor proporción de sitios de la zona, presentando suelos más fértiles que indican una mayor capacidad de retención de humedad.

### **Humedad**

El contenido de la humedad del suelo corresponde como indicador complementario de los análisis edafológicos, se expresa como la proporción de la masa de humedad con respecto a la masa de la muestra de suelos seco. Para el área del proyecto se obtuvo un promedio de  $3.4\% \pm 0.34$  de error estándar de humedad. El rango de valores obtenidos fluyó de 0.5 a 12.4 %.

### **Densidad aparente**

La densidad aparente del suelo expresa el contenido de sólidos por unidad de volumen ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). Esta propiedad está asociada a la textura del suelo y nos indica la compactación del suelo indicando el grado de facilidad o dificultad que tiene la raíz para penetrar el suelo. La densidad aparente promedio general para el área del proyecto es de  $1.64 \text{ g}/\text{cm}^3$  con un porcentaje de porosidad total de 38%.

### **Densidad real**

La densidad real a diferencia de la densidad aparente expresa la masa el contenido de la masa de suelo por unidad de volumen sin considerar el espacio poroso, por lo cual está asociada únicamente al tamaño de las partículas sólidas del suelo. El promedio de la densidad real para los suelos en el área del proyecto es de  $2.29 \text{ g}/\text{cm}^3$  siendo un valor menor a la densidad real media para suelos minerales ( $2.65 \text{ g}/\text{cm}^3$ ). Estos valores también nos indican una ausencia de horizontes ricos en metales pesados y una tendencia hacia minerales de arcillas.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los valores de humedad, densidad aparente, densidad real y compactación, para los sitios de muestreo.

Tabla IV. 10 Valores de humedad, densidad aparente, densidad real y compactación (n=80)

ID Muestra	Humedad	Densidad aparente	Valoración	Densidad real	Compactación	Clase Textural
	%	g/cm <sup>3</sup>	DA	g/cm <sup>3</sup>	%	NA
PERFIL 9	1.3	1.5	Alto	2.93	43	Francosos
1248	0.9	1.47	Adecuado	1.98	45	Arenosos
1258	2.3	1.59	Alto	1.98	40	Francosos
1328	1	1.67	Alto	2.37	37	Francosos
1238	5.1	1.5	Alto	2.14	43	Francosos
PERFIL 6	3.7	1.36	Alto	2.28	49	Arcillosos
1211	1.6	1.56	Alto	1.83	41	Francosos
1318	6.8	1.61	Alto	2.23	39	Francosos
PERFIL 5	0.5	1.76	Adecuado	2.54	34	Arenosos
1348	3.4	1.64	Alto	2.06	38	Francosos
PERFIL 3	2.1	1.59	Alto	2.11	40	Francosos
1308	1.1	1.62	Adecuado	2.52	39	Arenosos
1298	0.7	1.63	Adecuado	2.57	38	Arenosos
1288	3.7	1.81	Alto	1.93	32	Francosos
1278	3.5	1.68	Adecuado	1.96	37	Arenosos
1268	0.8	1.79	Alto	2.51	32	Arenosos
2011	3.6	1.59	Alto	2.31	40	Francosos
PERFIL 13	1.1	2.05	Alto	2.32	23	Francosos
PERFIL 14	5.5	1.29	Adecuado	2.52	51	Francosos
510	2.4	1.73	Alto	2.06	35	Francosos
1098	2.2	1.53	Adecuado	2.16	42	Arenosos
311	1.9	1.41	Alto	2.17	47	Francosos
112	2.5	1.33	Alto	2.93	50	Francosos
1379	3.8	1.71	Alto	2.3	35	Francosos
1108	1.6	1.81	Alto	2.48	32	Francosos
138	1.1	1.65	Adecuado	2.34	38	Arenosos
3313	0.7	1.88	Adecuado	2.4	29	Arenosos
1118	0.6	1.82	Alto	2.45	31	Francosos
1389	1.9	2.09	Alto	2.51	21	Francosos
1148	1.7	1.53	Alto	2.34	42	Francosos
1391	2.5	1.4	Alto	2.33	47	Francosos
1392	1.3	1.59	Alto	2.18	40	Francosos
1393	1.9	1.49	Adecuado	2.21	44	Arenosos
1388	4.9	1.38	Alto	2.34	48	Francosos
1178	3.8	1.6	Adecuado	2.12	40	Arenosos
1387	4.7	1.65	Adecuado	2.59	38	Arenosos
1394	1.5	1.5	Adecuado	2.11	43	Arenosos
139	0.6	1.86	Adecuado	2.3	30	Arenosos
1386	2.8	1.58	Adecuado	2.25	40	Arenosos
1395	1.4	2.15	Adecuado	2.46	19	Arenosos
1198	1.2	1.68	Adecuado	2.02	37	Arenosos
1208	1.3	1.99	Adecuado	2.42	25	Arenosos
1218	1.1	1	Adecuado	2.41	62	Arenosos
1358	6.2	1.74	Alto	2.15	34	Francosos
1158	1.1	1.81	Alto	2.38	32	Francosos
1396	2.3	1.6	Alto	2.33	40	Francosos
1228	8.6	1.64	Alto	2.65	38	Francosos
PERFIL 2	1.5	1.49	Alto	2.17	44	Francosos
1111	5.5	1.81	Alto	2.32	32	Francosos
1385	12.4	1.43	Alto	1.76	46	Arcillosos
1384	8.8	1.47	Alto	1.88	45	Arcillosos
611	2.5	1.71	Adecuado	2.2	35	Arenosos
1383	10.1	1.86	Alto	2.07	30	Arcillosos

ID Muestra	Humedad	Densidad aparente	Valoración	Densidad real	Compactación	Clase Textural
	%	g/cm <sup>3</sup>	DA	g/cm <sup>3</sup>	%	NA
1382	11.1	1.46	Alto	1.97	45	Arcillosos
1397	11.6	1.5	Alto	1.94	43	Arcillosos
PER1368	3.5	1.67	Alto	2.56	37	Francosos
141	9.1	1.17	Adecuado	1.96	56	Arcillosos
D42	1.1	2.04	Adecuado	2.23	23	Arenosos
56	1.4	1.5	Alto	2.5	43	Arenosos
1378	1.6	1.69	Adecuado	2.17	36	Arenosos
140	6.69	1.69	Alto	2.21	36	Francosos
D43	1.8	1.54	Adecuado	2.8	42	Arenosos
149	5.8	1.8	Alto	2.46	32	Francosos
D44	0.9	1.64	Adecuado	2.33	38	Arenosos
1411	2.2	1.54	Alto	2.47	42	Francosos
1380	1.4	1.9	Adecuado	2.24	28	Arenosos
D45	1.8	1.61	Adecuado	2.53	39	Francosos
1381	6.7	1.54	Alto	2.29	42	Francosos
D46	1	1.82	Adecuado	2.1	31	Arenosos
143	11.3	1.68	Alto	2.03	37	Arcillosos
D47	1	1.9	Adecuado	2.53	28	Arenosos
148	1.7	1.47	Alto	2.6	45	Francosos
142	12	1.75	Alto	2.23	34	Arcillosos
2111	2.3	1.64	Adecuado	2.29	38	Arenosos
144	5.7	1.34	Alto	1.9	49	Francosos
D48	5.8	1.88	Alto	2.47	29	Francosos
PER D49	1.9	1.61	Alto	2.28	39	Francosos
145	1.4	1.48	Adecuado	2.51	44	Arenosos
146	1	1.77	Adecuado	2.44	33	Arenosos
147	2.4	1.74	Adecuado	2.41	34	Arenosos

#### IV.3.4.5. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

De acuerdo con los resultados del **Estudio geológico y geotécnico**, y considerando la estratigrafía observada y el levantamiento de datos estructurales en el área del proyecto, el suelo se caracteriza por presentar *impermeabilidad y homogeneidad*. El suelo en el área del proyecto está constituido por arenas, limos y arcillas de *moderada a alta compresibilidad* de color claro variando a tonalidades castañas. En cuanto a la *porosidad* del suelo, como se indicó en las características físicas del suelo, presenta un porcentaje de porosidad total de 38%. Conforme a los muestreos realizados en el área del proyecto se observó que las partículas finas presentan altas valoraciones de densidad y menor porosidad total, indicando que se trata de suelos compactos y poco porosos, con aireación deficiente e infiltración lenta del agua.

Su estratigrafía se define de la siguiente manera: una capa vegetal no mayor a los 50 cm observables; posteriormente se presenta una capa y hasta una profundidad promedio de 2 m observables de limo de alta compresibilidad de color blanco-crema, que según la **clasificación de suelos (SUCS)** se trata de un **MH** (limo inorgánico de alta compresibilidad), seguido por una capa de 2.5 m (observables) de Grava-arena-limo con gradación normal de alta plasticidad de color castaño claro clasificada como **GW** (grava bien gradada), ver las siguientes tablas.



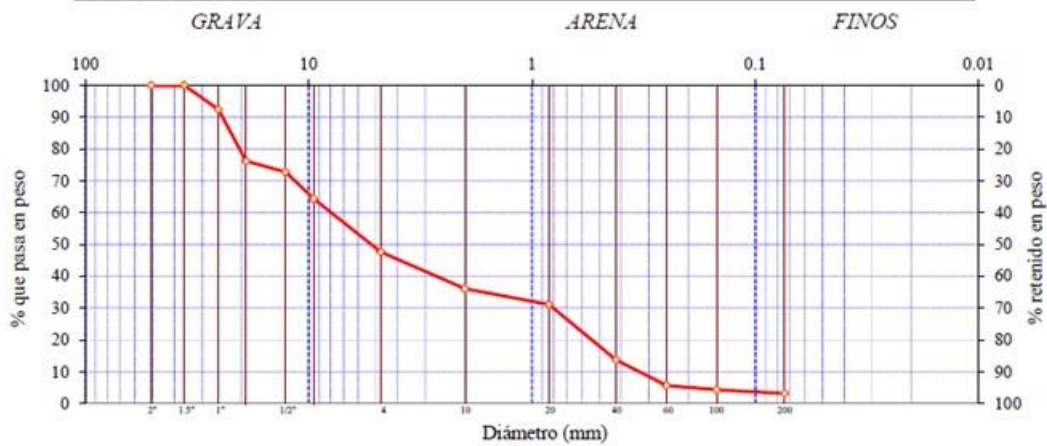


Tabla IV. 12 Ejemplo de un análisis de muestra en el área del proyecto, para determinar el Sistema de Clasificación de suelos (SUCS).

Proyecto : ESTUDIOS GEOTECNICOS ACIP	Sondeo : BH-DS-03	Peso muestra: 361.35 g
Localización : ARRAYANAL COLIMA	Muestra : 26	Operador : PTS
Fecha : 3/30/2021	Profundidad : 14.90-15.15 m	Calculista : PTS

	Malla (No.)	Abertura (mm)	Peso suelo retenido (g)	% retenido parcial (%)	% que pasa (%)
	> 2"			0.00	100.00
	2"	50.80		0.00	100.00
	1 1/2"	36.10		0.00	100.00
	1"	25.40	27.45	7.60	92.40
Grava	3/4"	19.05	58.87	16.29	76.11
	1/2"	12.70	12.12	3.35	72.76
	3/8"	9.52	30.44	8.42	64.33
	4	4.75	60.55	16.76	47.58
	10	2.000	41.80	11.57	36.01
Arena	20	0.840	17.61	4.87	31.14
	40	0.420	63.20	17.49	13.65
	60	0.250	28.90	8.00	5.65
	100	0.149	4.97	1.38	4.27
Finos	200	0.074	4.11	1.14	3.14

Clasificación SUCS



D <sub>10</sub> = 0.32	C <sub>u</sub> = D <sub>60</sub> / D <sub>10</sub> = 25.0	> 2" = 0 %
D <sub>30</sub> = 0.8	C <sub>c</sub> = (D <sub>30</sub> ) <sup>2</sup> / (D <sub>10</sub> * D <sub>60</sub> ) = 0.3	G = 52.42 %
D <sub>60</sub> = 8		S = 44.44 %
		F = 3.14 %

Clasificación SUCS : **GW**

En la siguiente figura se muestra la columna estratigráfica del suelo, en el área del proyecto.

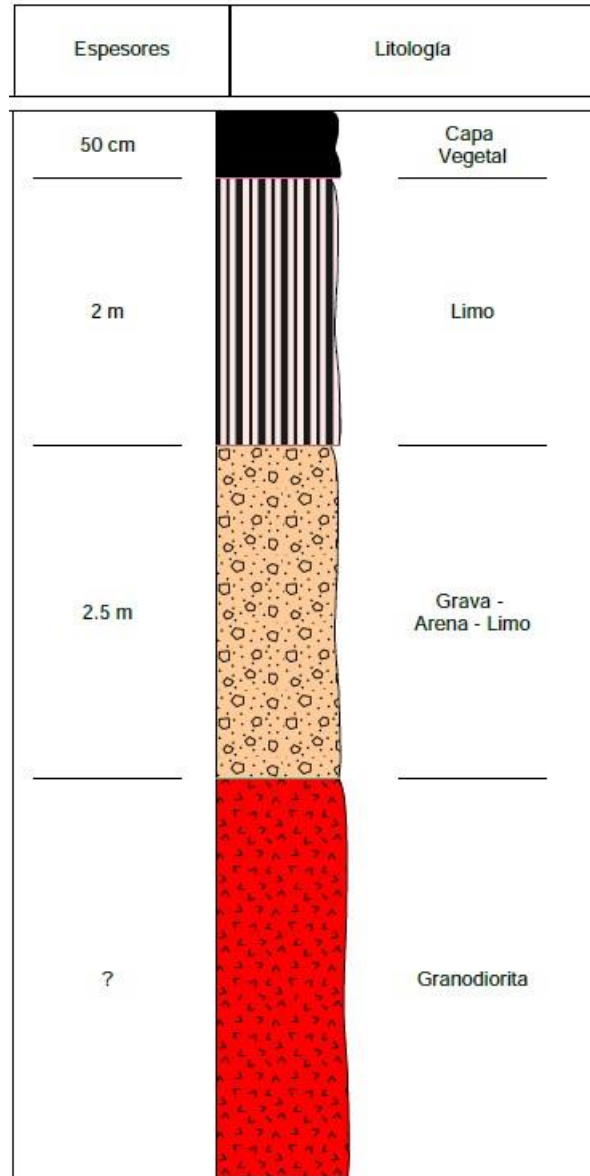


Figura IV. 38 Columna estratigráfica de suelo en el área del proyecto.

Las características antes mencionadas, son observables a lo largo de los cortes de caminos y afloramiento de arroyos, ya que por lo general son cubiertos por abundante vegetación y materia orgánica.

### IV.3.5. Hidrología superficial

De acuerdo con los límites administrativos de la Comisión Nacional del Agua, el SAR se ubica dentro de la Región Hidrológica 15 Costa de Jalisco y de la cuenca R. Marabasco (ver la siguiente figura). La cuenca R. Marabasco se localiza al sureste de la Región Hidrológica 15, entre los estados de Jalisco y Colima. El colector principal de la cuenca es el río Marabasco, también conocido como Minatitlán o Cihuatlán. Este río tiene origen en la sierra de Manantlán a 2,400 msnm, su longitud es de 123 Km, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, presenta dirección preferente sur-suroeste y pendiente del 12% en promedio.

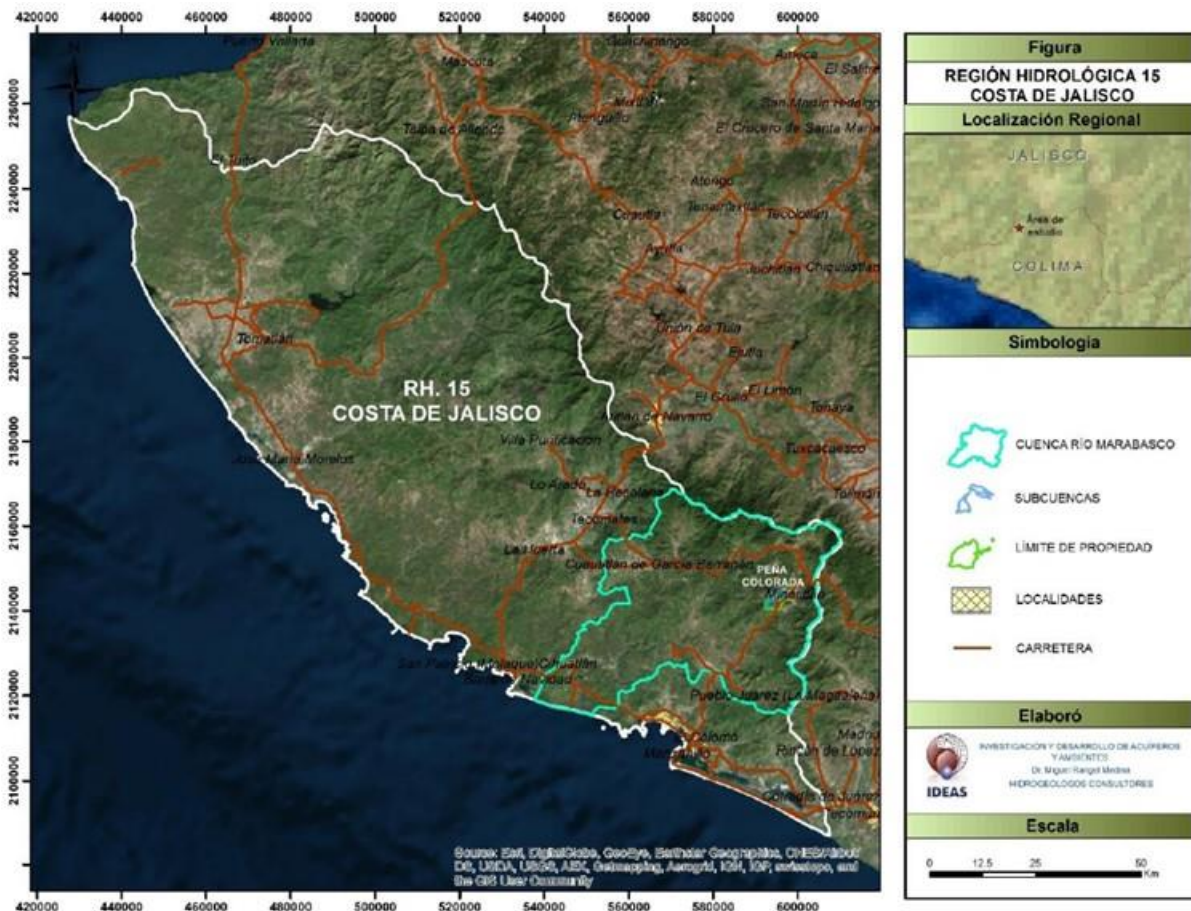


Figura IV. 39 Región hidrológica 15 – Costa de Jalisco, donde incidirá el SAR y área del proyecto.

La cuenca hidrológica Río Marabasco A, tiene una superficie de aportación de 2,207.98 km<sup>2</sup> (ver la siguiente figura) y un volumen disponible a la salida de 441.75 Mm<sup>3</sup>, con una clasificación de “Disponibilidad”. El volumen disponible comprende desde el nacimiento del Río Marabasco, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico.

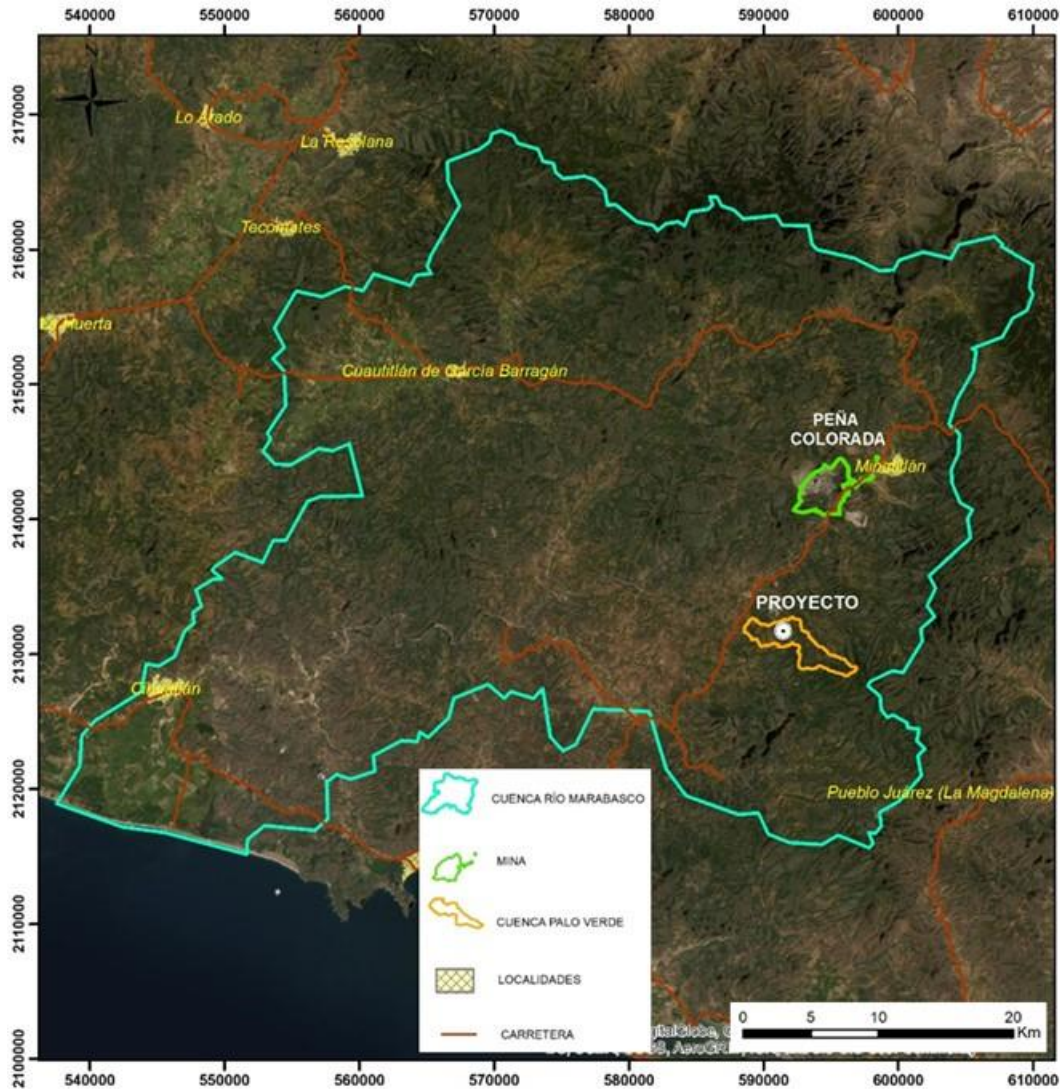


Figura IV. 40 Cuenca del R. Marabasco donde incidirá el SAR y área del proyecto.

#### IV.3.5.1. Calidad del agua y sedimentos en la cuenca del Río Minatitlán – Marabasco

Con la finalidad de evaluar las potenciales afectaciones al ambiente asociadas a las operaciones realizadas por la mina Peña Colorada incluyendo la presa de jales Arrayanal, y

considerando la naturaleza geológica – minera de la cuenca de Minatitlán, se consideran los resultados del estudio de calidad del agua y sedimentos de la cuenca del Río Minatitlán – Marabasco. Para mayor detalle, se incluye el estudio de calidad del agua y sedimentos de la cuenca del Río Minatitlán – Marabasco, dentro de los anexos digitales del capítulo IV.

#### **a) Metodología**

Se definieron tres zonas de muestreo con niveles de importancia relativa diferenciadas. Haciendo uso de esta importancia relativa se calculó la densidad del muestreo superficial.

La importancia relativa se definió a partir de la distancia a la mina Peña Colorada. La zona más importante es la que está más cercana a la mina y por lo tanto es donde la densidad de muestreo fue mayor (ver la siguiente figura). Esto con el fin de obtener datos detallados de las áreas cercanas a las minas e ir disminuyendo gradualmente hacia las áreas que se estiman menos influenciadas, sin perder por ello objetividad en la recolección de información.

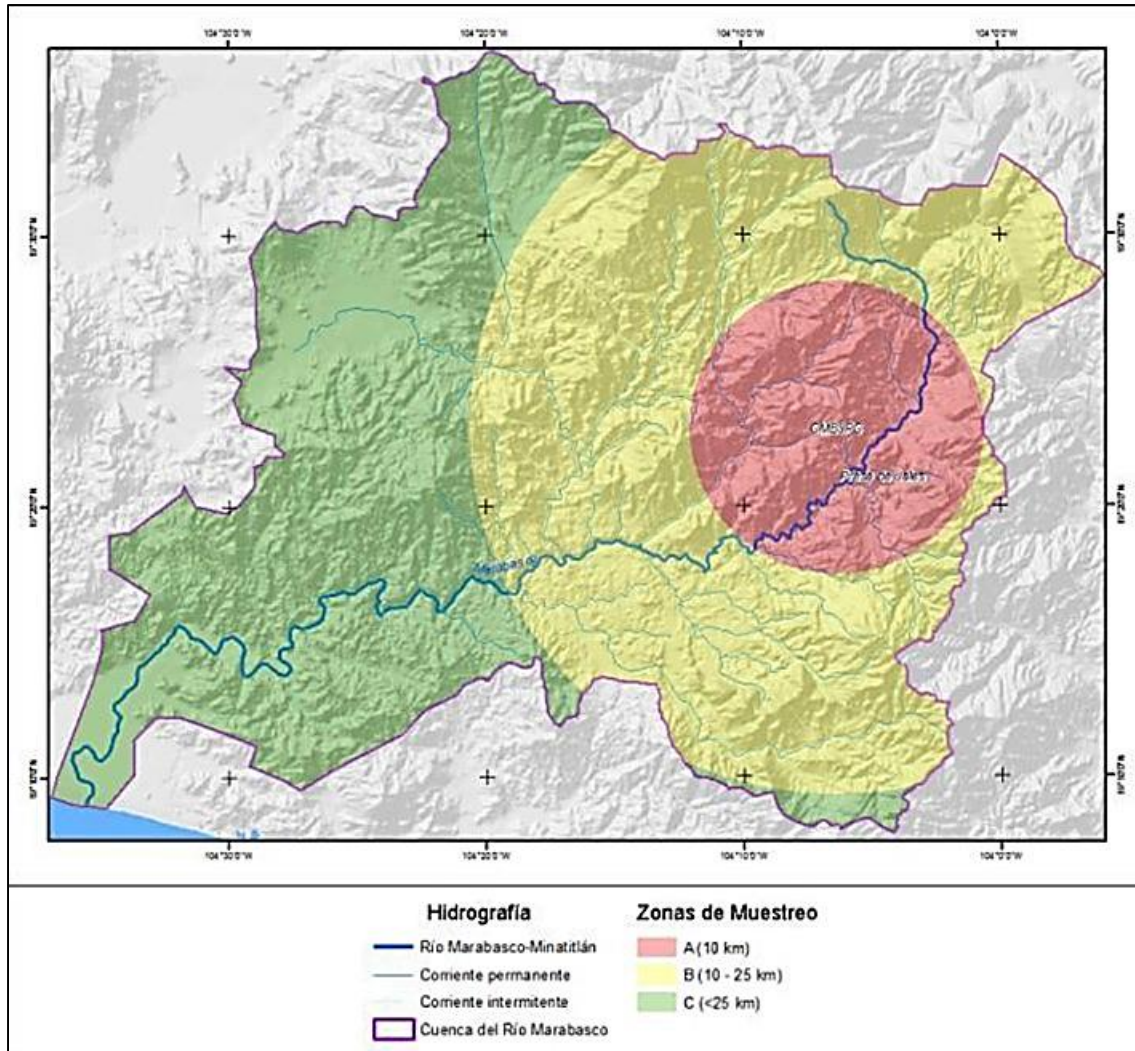


Figura IV. 41 Mapa de zonas de muestreo con niveles de importancia relativa, en la Cuenca del Río Minatitlán-Marabasco.

**Zona A:** Hasta los 10 km a partir del centro de la mina Peña Colorada.

**Zona B:** De 10 hasta los 25 km a partir del centro de la mina Peña Colorada.

**Zona C:** Abarca una zona a >25 km de a partir del centro de la mina Peña Colorada.

Para la zona A, se estableció como criterio, que la cantidad de muestras sería el número total de muestras de toda la cuenca del Marabasco por 0.5 ( $n_{\text{total}} * 0.5$ ); para la zona B, ( $n_{\text{total}} * 0.35$ ); y para la zona C, ( $n_{\text{total}} * 0.15$ ).

En estas zonas con diferente importancia relativa se colectaron rocas de las diferentes áreas mineralizadas identificadas.

Se recolectaron un total de 33 muestras de rocas de las áreas mineralizadas de la cuenca de estudio (ver la siguiente figura).

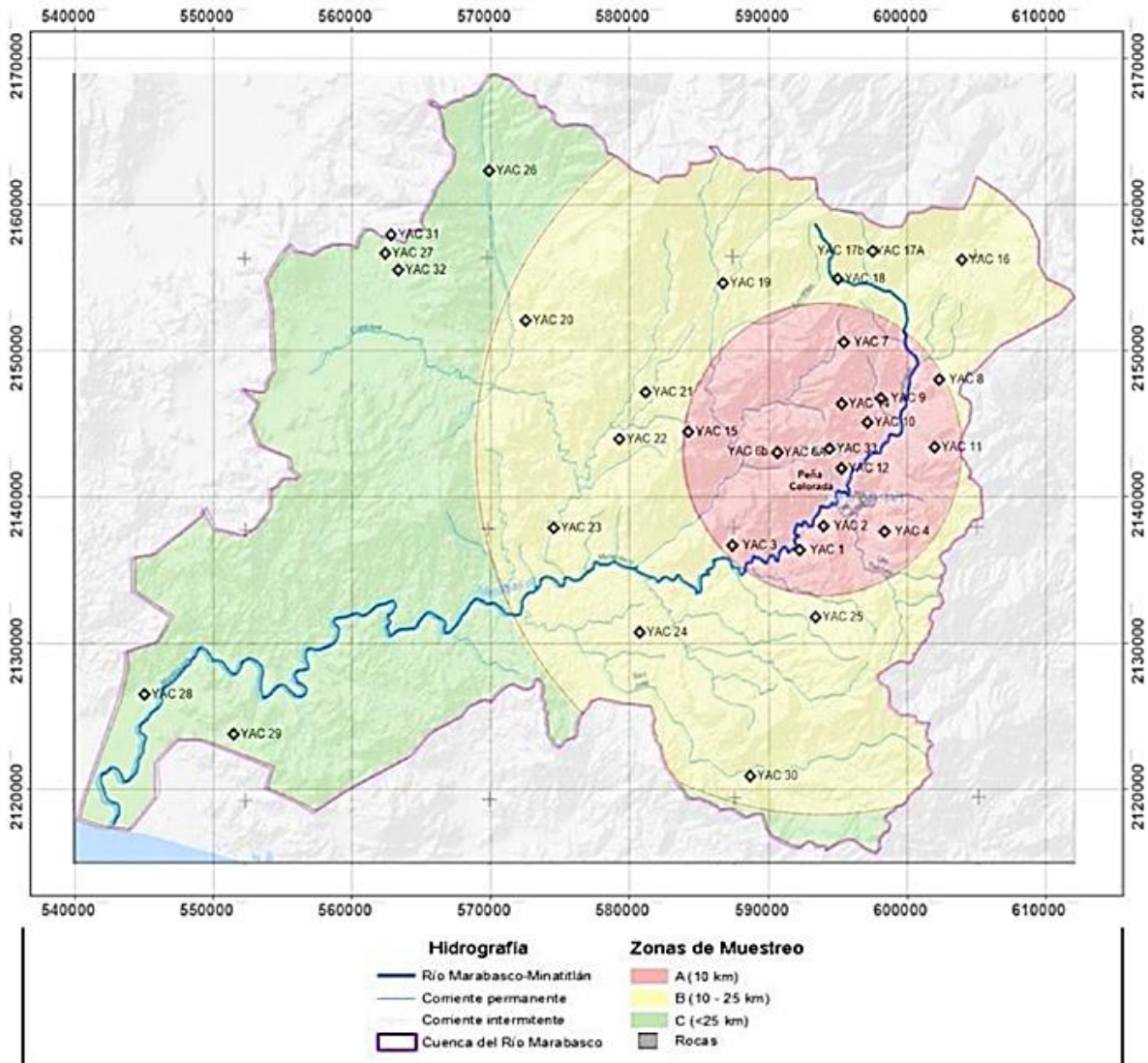


Figura IV. 42 Mapa de localización de muestras de rocas en las diferentes áreas mineralizadas reportadas en la Cuenca del Río Minatitlán-Marabasco.

- Sedimentos y aguas superficiales del río Minatitlán–Marabasco y de sus principales afluentes.

Se colectaron un total de 102 muestras de sedimentos que abarcaron la totalidad de la cuenca del río Río Minatitlán – Marabasco. El 50% de las muestras se concentraron en la zona A, un 35% en la zona B, y 15% en la zona C (ver la siguiente figura).

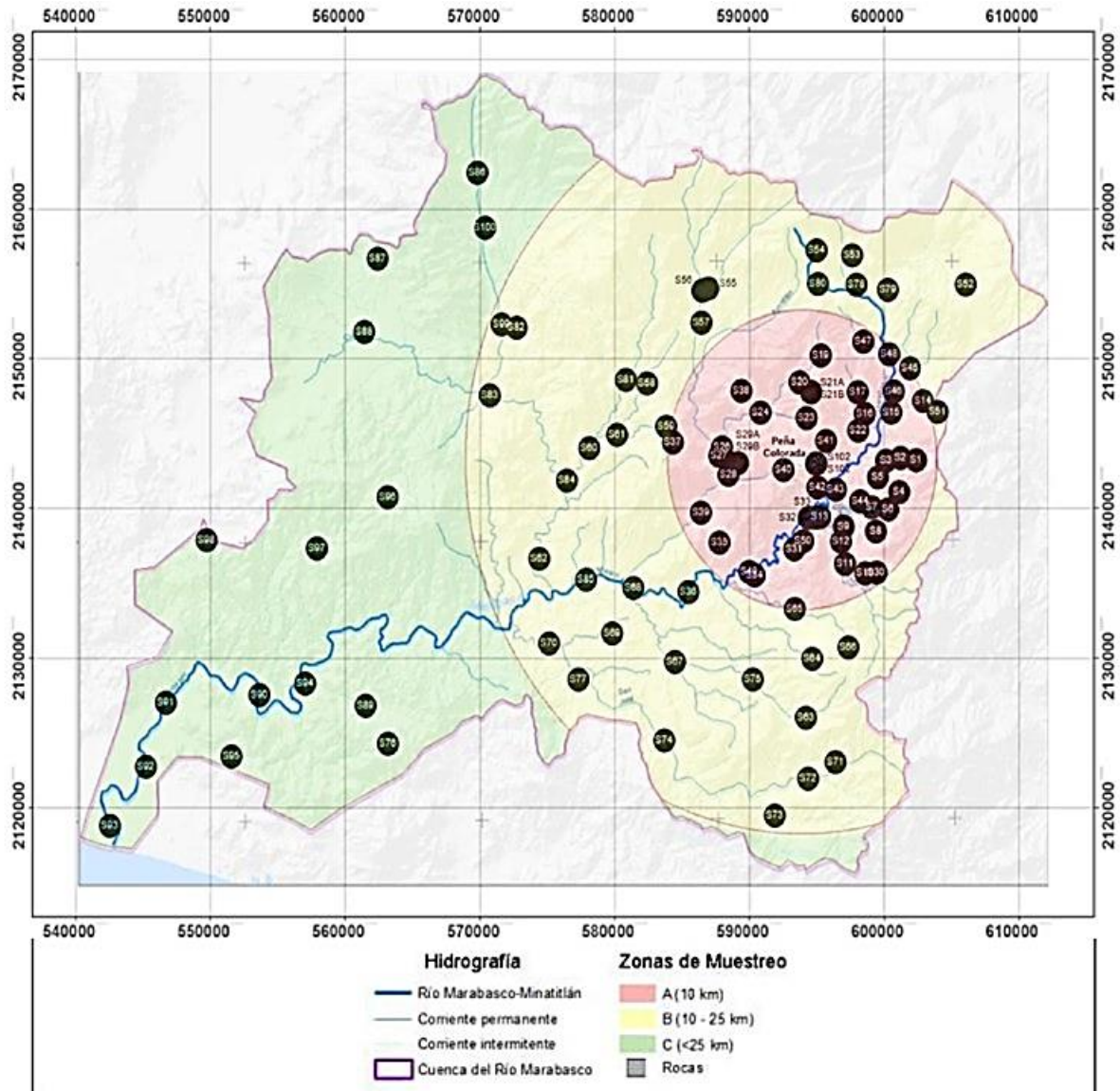


Figura IV. 43 Mapa de localización de muestras de sedimentos en la Cuenca del Río Minatitlán-Marabasco.

## b) Resultados

- Los valores de fondo locales de la cuenca del Minatitlán-Marabasco permite afirmar que la cuenca se caracteriza por la prácticamente ausencia de elementos potencialmente tóxicos como Ag, As, Be, Co, Cr, Ni y Pb (ver la siguiente tabla). Así mismo, se puede concluir que la zona se caracteriza por la presencia natural de algunos elementos químicos que alcanzan valores máximos de hasta 11.67% de Fe,



561 mg/kg de Ba, 45 mg/kg de Cd, 1280 mg/kg Mn, 310 mg/kg V, 465 mg/kg de Cu y 825 mg/kg de Zn.

**Tabla IV. 13 Estadística descriptiva de los parámetros generales y concentración total de elementos potencialmente tóxicos y elementos mayores en rocas de las zonas minerales reportadas en la cuenca del río Minatitlán – Marabasco**

Estadígrafo	pH	CE	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	TI	V	Zn	Fe	
																		mg/kg
Mínimo	6.0	3.6	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0.7
Máximo	9.4	596.5	<LD	<LD	561.3	<LD	44.78	<LD	3051	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	310	825	11.67	
Promedio	7.6	70.2	<LD	<LD	145.9	<LD	23.65	<LD	196	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	105	170	3.35	

Estadígrafo	K	Mg	Mn	Na	Al	Ca
Mínimo	0.026	0.029	0.011	0.031	0.177	0.177
Máximo	0.460	1.747	0.155	0.569	4.856	24.494
Promedio	0.152	0.553	0.055	0.121	1.739	2.004

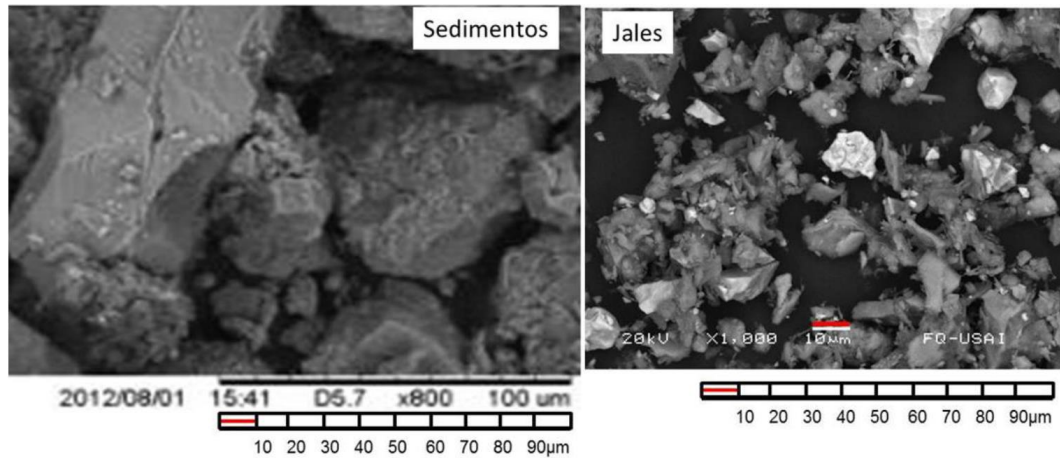
(<LD: menor al límite de detección de la técnica analítica)

- Los resultados de los valores de fondo obtenidos son comparables con los datos reportados en el estudio de valores regionales de fondo realizado por la UNAM en esta Cuenca (Gutiérrez et al., 2007) y con la composición química de los cuerpos intrusivos característicos de la zona y reportados por Corona-Esquivel y Henríquez en el 2004.
- Los sedimentos de la Cuenca del río Minatitlán – Marabasco **no** están afectados con Fe, Ba, Cd, Cu y Zn debido a las actividades de la mina Peña Colorada, ya que en ninguna de las muestras se supera el valor máximo de fondo natural local, determinado para la zona.
- En el caso del Mn y V, solamente en el 6.9% y 2% del total de muestras (total de muestras = 102), respectivamente se supera el valor máximo de fondo natural local. Sin embargo, es importante hacer notar que los lugares donde se supera el valor máximo de fondo natural, se localizan en sitios topográficamente más altos con relación a la mina Peña Colorada; por lo que este fenómeno **se puede atribuir a la naturaleza geológica de la región**. Por lo anterior, las actividades realizadas en la mina Peña Colorada no influyen en las concentraciones de Mn y V.

- ✚ En los suelos de uso residencial/agrícola, las concentraciones totales de los elementos potencialmente tóxicos son inferiores a los valores de fondo locales; lo que indica que no están contaminados, de acuerdo a los criterios de la **NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004**. Solamente en el caso del Vanadio (V), en una muestra se supera el valor de fondo natural. Sin embargo, es importante hacer notar que el sitio, donde se colectó esta muestra, se localiza en sitios topográficamente más altos con relación a la mina Peña Colorada, lo que indica que el principal aporte de Vanadio, en los suelos de la cuenca de estudio, está **relacionado con la naturaleza geológica de la región**. Así mismo, las concentraciones geodisponibles son inferiores a la concentración de referencia soluble señalada en la **NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004**, por lo que, de acuerdo a los criterios de esta NOM, se puede afirmar que estos contaminantes no representan un riesgo para el ambiente.
  
- ✚ En las muestras de agua superficial las concentraciones de los elementos potencialmente tóxicos están por **debajo** del límite de detección de la técnica de análisis. La ausencia de concentraciones de los contaminantes en forma disuelta en las aguas superficiales es congruente con el carácter prácticamente neutro y ligeramente básico ( $pH = 7.2 - 7.8$ ) determinado en estas aguas; ya que los minerales que contienen a los contaminantes estudiados son prácticamente insolubles bajo condiciones neutras y ligeramente básicas. Estos resultados son congruentes con las concentraciones totales de los EPT, ya que no representan un riesgo para el ambiente, ya que las aguas de ríos y arroyos no están afectadas.
  
- ✚ Las características granulométricas, morfológicas, geoquímicas y mineralógicas del yacimiento de Peña Colorada y de los residuos que generan (jales) son diferentes a la de los sedimentos de la Cuenca del Minatitlán – Marabasco.

En la siguiente figura se puede observar que las muestras de jales presentan partículas con una granulometría más fina que las partículas de los sedimentos. Así mismo, las partículas de los jales son relativamente más angulosas debido que provienen de un proceso de molienda; mientras que las partículas de los sedimentos

son menos angulosas debido a que han sido moldeadas por el arrastre fluvial. Por otro lado, es importante señalar que la composición química de las partículas de los sedimentos difiere sustancialmente de la composición química de las partículas de los jales de Peña Colorada.



**Figura IV. 44** Microfotografías de partículas de jales y sedimentos del Minatitlán-Marabasco ubicados “aguas abajo” de la presa de jales de Peña Colorada.

Las partículas de los jales se caracterizan por la presencia, principalmente, de Fe (58.5%), Si (17.1%), Ca (12.3%), Al (8.3%) y S (3.2%). Es importante señalar que estos materiales se caracterizan por la ausencia de Na, Mg, P, K y Ti. Con relación a las partículas de los jales, en las partículas de sedimentos es menor la concentración de Fe (30.1%), Ca (6.09%) y S (0.1%); en cambio es mayor la concentración de Si (42.4%), Al (19.04%). Es importante señalar que a diferencia de las partículas de jales, en la composición química de los sedimentos destaca la presencia de Na (0.5%), Mg (0.46%), P (0.12%), K (0.67%) y Ti (0.43%).

Las diferencias granulométricas y químicas que se presentaron entre las partículas de los jales de Peña Colorada, y los sedimentos, sugieren que la actividad minera de Peña Colorada **no** ha tenido una influencia significativa en los sedimentos de Minatitlán – Marabasco, por lo que la presencia de jales secos **tampoco** generará un cambio en los sedimentos de la cuenca.

- ✚ El comportamiento de los patrones de los Elementos de Tierras Raras y la composición mineralógica de los sedimentos son similares a la de las rocas de zonas que se ubican en sitios topográficamente más altos con relación a la mina de Peña Colorada.

### c) Conclusión

Los resultados del estudio de calidad del agua y sedimentos en la cuenca del río Minatitlán - Marabasco permiten afirmar que **no hay afectación debido a las operaciones de Peña Colorada sobre los sedimentos, suelos y aguas superficiales de la Cuenca del Minatitlán-Marabasco**. Así mismo, se concluye que **la geoquímica de los sedimentos de esta cuenca está influenciada principalmente por la naturaleza geológica de la región**. Esta conclusión es consistente con lo afirmado por otros autores (Marmolejo et al., 2007) quienes reportan que el impacto de la Mina de Hierro de Peña Colorada en el sistema fluvial del Marabasco es más bajo de lo esperado comparado con otros sistemas fluviales influenciados por actividades mineras alrededor del mundo. Mediante esta conclusión se prevé que el desarrollo del proyecto no genere cambios en las características de los suelos, sedimentos y aguas superficiales del SAR ni de la cuenca.

#### IV.3.5.2. Hidrología en el SAR

El SAR presenta **tres arroyos de carácter perenne denominados arroyo Palo Verde, arroyo El Chico y el arroyo Las Peras**, los cuales desembocan aguas abajo hacia el río Marabasco.

Los arroyos Palo Verde, El Chico y Las Peras nacen en las estribaciones de la Sierra Perote, la cual representa la parte más alta del SAR, y desembocan en su incorporación con el río Marabasco. Como se mencionó antes, los tres arroyos son de régimen perenne; los arroyos Palo Verde y El Chico son de 4° orden de corrientes, y el arroyo Las Peras es de 3er. orden de corrientes. La longitud total que alcanzan antes de desembocar al río Marabasco es de 15 km para el arroyo Palo Verde, y 14 km para el arroyo El Chico y las Peras (ver la siguiente figura).

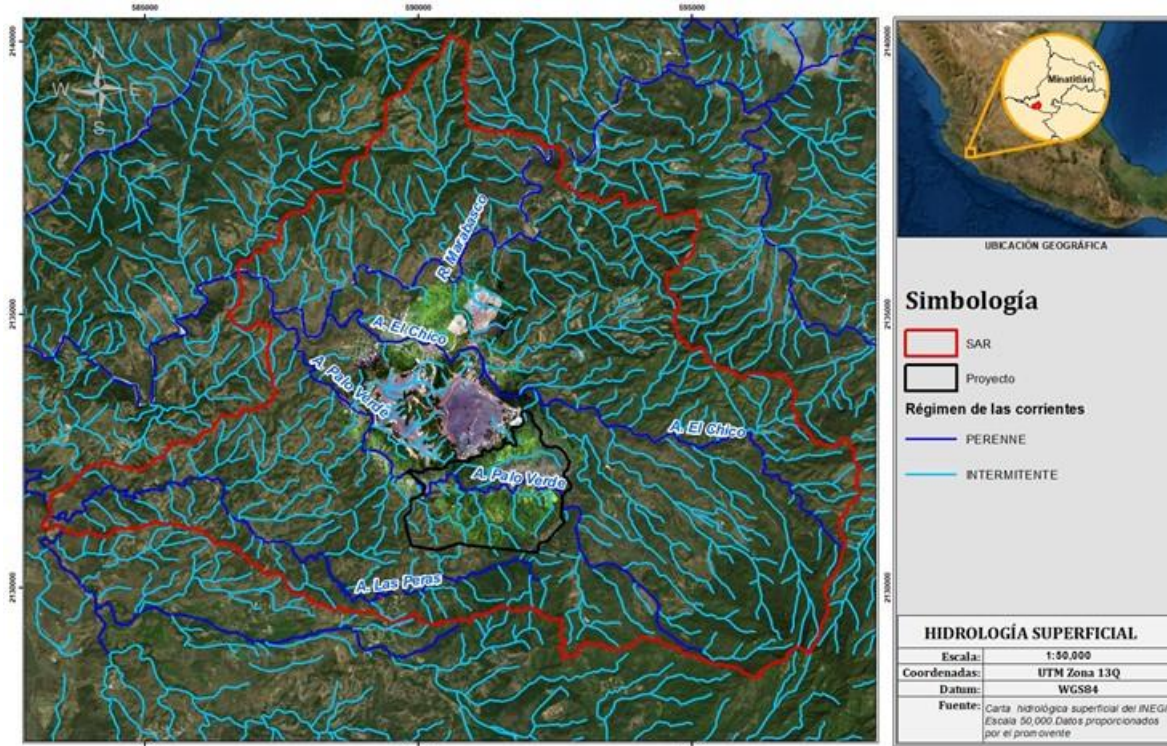


Figura IV. 45 Red hidrográfica del SAR.

#### IV.3.5.3. Hidrología en el área del proyecto

Como se mencionó en el Capítulo II, el proyecto incidirá en un tramo del arroyo Palo Verde; sin embargo, con la finalidad de garantizar el libre tránsito de su flujo hidrológico, y evitar su obstrucción, será canalizado un tramo del cauce de este arroyo asegurando con ello el transporte del gasto actual.

Adicional a lo anterior, no solo se garantizará el flujo del arroyo Palo Verde sino también de sus corrientes tributarias e intermitentes que se localizan al interior del área del proyecto (ver la siguiente figura), para las cuales se construirán obras de drenaje que permitan, por un lado, garantizar que el flujo hidrológico de las corrientes pueda ser devuelto hacia aguas abajo al río Marabasco una vez que los escurrimientos sean captados en el canal y se incorporen aguas abajo al arroyo Palo Verde, y por otro lado asegurar la estabilidad del proyecto.

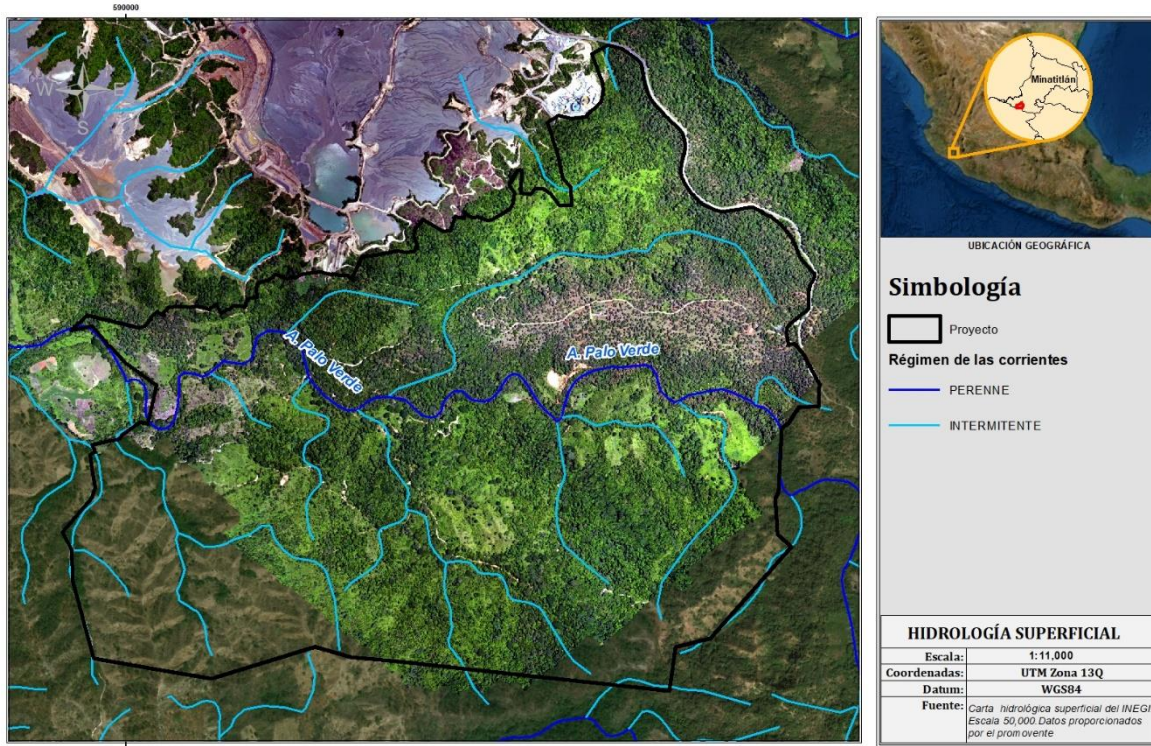


Figura IV. 46 Corrientes en el área del proyecto.

Tal y como se mencionó en el Capítulo II, dentro de las obras de relevancia que se llevarán a cabo como parte del proyecto se encuentra la *cuneta derivadora de agua pluvial*, la cual se encargará de evitar el ingreso del agua pluvial hacia el depósito Dry Stack, evitando así que entre en contacto con los jales. Esta cuneta desembocará fuera del área del proyecto, y descargará al cauce natural de arroyo Palo Verde. La otra obra será el *canal de desvío del arroyo Palo Verde*; al respecto, el desvío únicamente será en una sección del arroyo y posteriormente aguas abajo, retomará su cauce natural.

Mediante el canal de desvío del arroyo Palo Verde y la cuneta derivadora se **garantizará** el funcionamiento hidrológico del sistema, ya que el arroyo Palo Verde seguirá recibiendo el gasto hidráulico de los tributarios que lo alimentan mediante las obras hidráulicas antes señaladas.

A continuación, se muestran los resultados del gasto de diseño calculado para las obras hidráulicas.

Para mayor detalle de la metodología y de los resultados, se incluye el **Estudio hidrológico** del proyecto dentro de los anexos del Capítulo IV.

#### IV.3.5.4. Análisis hidrológico en el tramo del arroyo Palo Verde

El arroyo Palo Verde limita por el lado Sur con la actual presa El Arrayanal; nace en elevaciones de 1,700 m y escurre en una dirección general Este-Oeste, internándose en el área del proyecto para posteriormente continuar su curso aguas abajo hasta desembocar al río Marabasco (ver la siguiente figura).

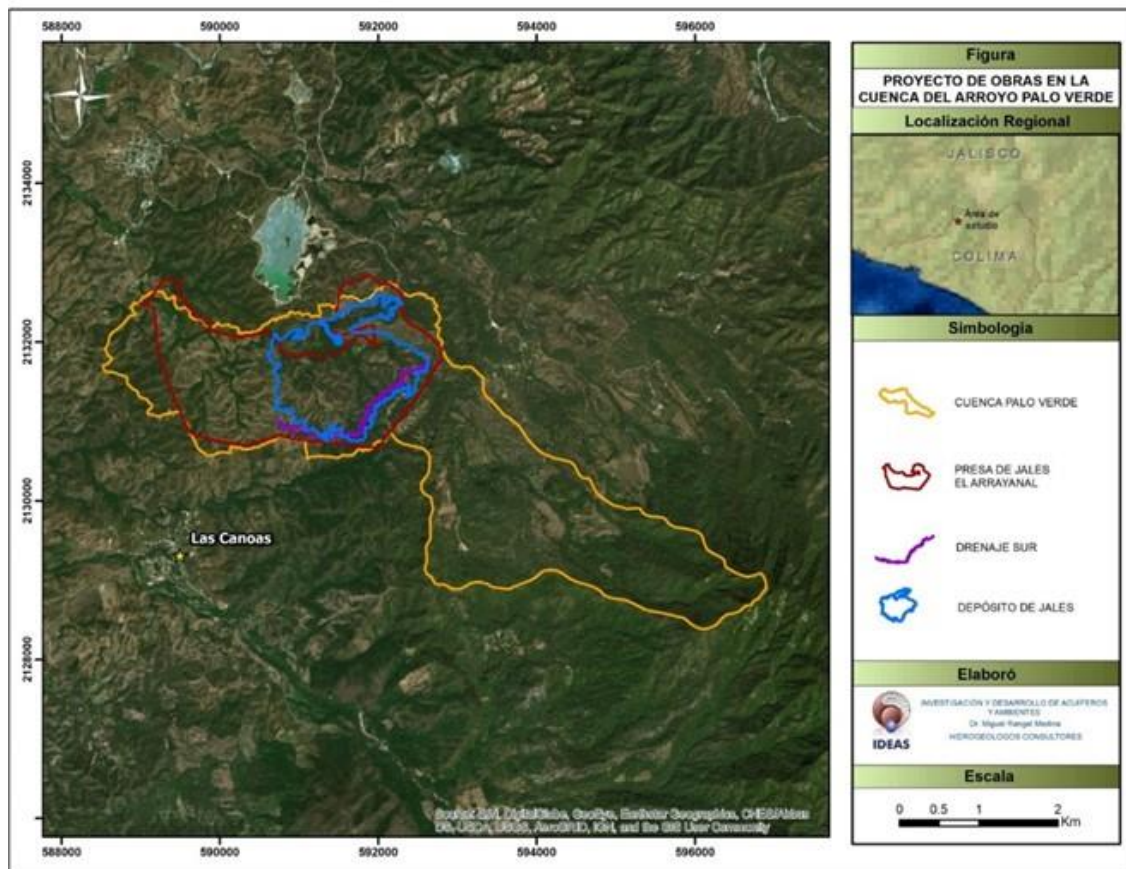


Figura IV. 47 Cuenca de captación del arroyo Palo Verde.

El análisis hidrológico contempla el análisis de la cuenca del arroyo Palo Verde, dividida en su zona alta que ingresa al polígono y su extensión total que llega hasta la parte más baja de éste, además de 9 subcuencas donde se genera escorrentía hacia su perímetro (A, B, C, D, E, F, G, H, I).

Todas las pequeñas subcuencas se encuentran en la periferia del área del proyecto, y representan **escurrimientos breves e intermitentes** que descienden del sistema de lomeríos en la zona y que eventualmente llegan a ser tributarios del arroyo Palo Verde por ambos márgenes, teniendo su distribución de la siguiente manera: las **subcuencas A y B** se localizan en el sector noreste, las **subcuencas C, D y E** se ubican en la porción poniente, y las **subcuencas F, G, H e I** están en el límite sur del área del proyecto (ver la siguiente figura).

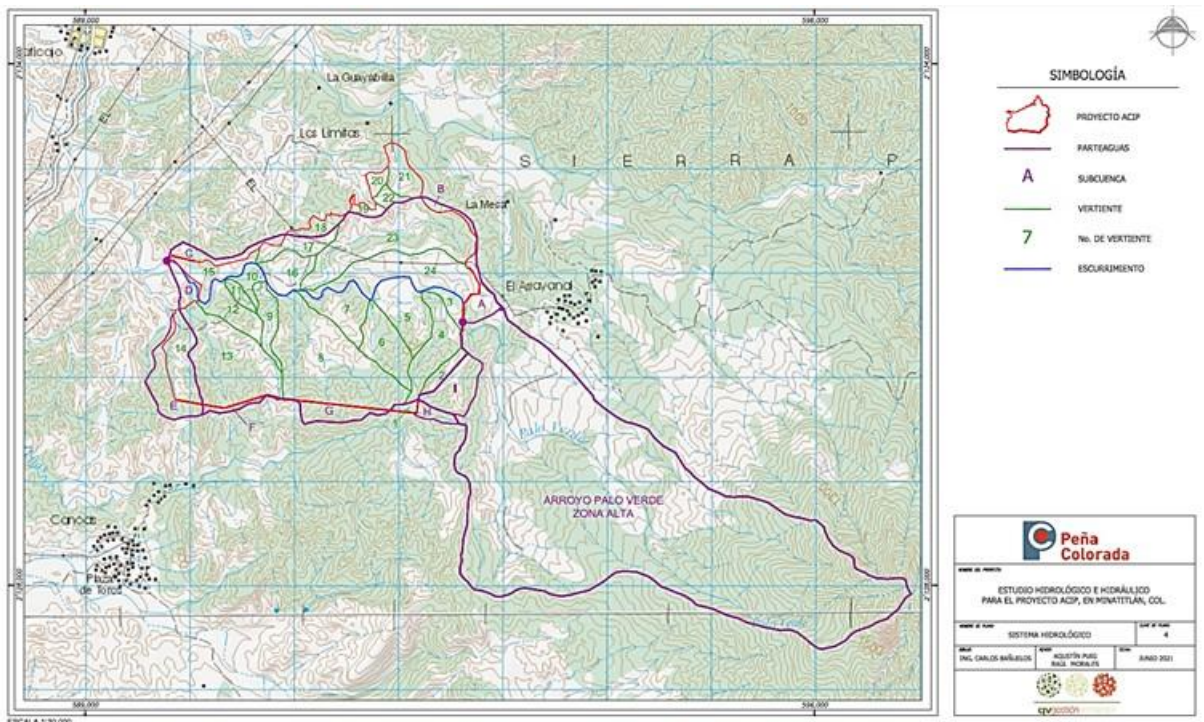


Figura IV. 48 Límite de cuenca del arroyo Palo Verde, subcuencas y vertientes en el área del proyecto.

De acuerdo con el recorrido de campo realizado para el Estudio hidrológico, con la información topográfica consultada y lo que permite verificar la información proporcionada por la imagen de satélite más reciente, se pudo observar que las subcuencas de aportación externa continúan su flujo hacia ambos márgenes del arroyo Palo Verde, mediante 24 pequeñas vertientes que solo en parte inciden en el proyecto y que se estudian para conocer sus características y potencialidad.



En la figura anterior, se pueden observar la extensión de la cuenca del arroyo Palo Verde, las 9 subcuencas y 24 vertientes de aportación anteriormente mencionadas, todas trazadas con la ayuda de la carta topográfica escala 1: 50,000 del INEGI, hoja Minatitlán (E-13-B-33), imágenes satelitales recientes, y el levantamiento topográfico proporcionado por Peña Colorada.

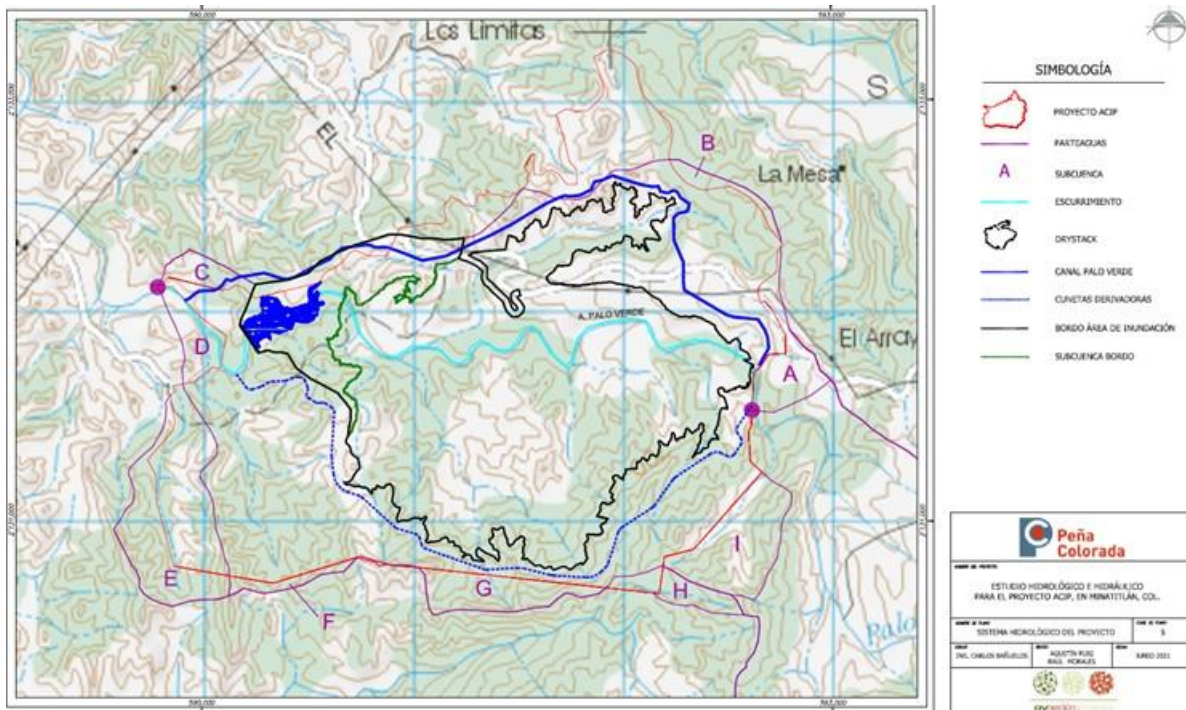


Figura IV. 49 Límite de las subcuencas en el área del proyecto.

### Volumen de escurrimiento

De acuerdo con la carta hidrológica superficial del INEGI (carta de Aguas Superficiales, escala 1:250,000), el área del proyecto se ubica en unidades de escurrimiento cuyos coeficientes varían entre 10 y 20 %, lo que permitió estimar el volumen medio anual de escurrimiento.

La evaluación de los coeficientes de escurrimiento se obtuvo mediante un método de tipo indirecto que toma en cuenta la permeabilidad de las distintas unidades de roca y suelo que conforman el relieve, la densidad de la cubierta vegetal, la precipitación media anual y las

características de la topografía, por ello se definió un **coeficiente de escurrimiento de 15 %** en la superficie del proyecto.

Con esta información, y la precipitación media anual calculada en base a las medias de la estación climática de influencia más cercana (Estación San José Lumber), que es de 1,181.5 mm, se calculó el volumen de escurrimiento anual (ver las siguientes tablas).

**Tabla IV. 14 Precipitación media anual y volumen de escurrimiento anual para las cuencas y subcuencas exteriores.**

<b>VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ANUAL</b>				
CARTA HIDROLÓGICA DE AGUAS SUPERFICIALES DEL INEGI				
CUENCAS Y SUBCUENCAS EXTERIORES				
Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Precipitación media anual		Volumen precipitado (millones de m <sup>3</sup> )
		(mm)	(m)	
Arroyo Palo Verde	11.150	1,182	1.18	13.174
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6.421	1,182	1.18	7.586
Subcuenca A	0.104	1,182	1.18	0.123
Subcuenca B	0.031	1,182	1.18	0.037
Subcuenca C	0.086	1,182	1.18	0.102
Subcuenca D	0.067	1,182	1.18	0.080
Subcuenca E	0.089	1,182	1.18	0.106
Subcuenca F	0.028	1,182	1.18	0.033
Subcuenca G	0.114	1,182	1.18	0.135
Subcuenca H	0.045	1,182	1.18	0.053
Subcuenca I	0.185	1,182	1.18	0.219

Zona de aportación	Coeficiente de escurrimiento	Volumen de escurrimiento (millones de m <sup>3</sup> )	Gasto medio anual	
			(m <sup>3</sup> /seg)	(l.p.s.)
Arroyo Palo Verde	15.0%	1.9761	0.06266	62.661
Arroyo Palo Verde (zona alta)	15.0%	1.1379	0.03608	36.083
Subcuenca A	15.0%	0.0184	0.00058	0.583
Subcuenca B	15.0%	0.0055	0.00017	0.174
Subcuenca C	15.0%	0.0153	0.00049	0.486
Subcuenca D	15.0%	0.0120	0.00038	0.379
Subcuenca E	15.0%	0.0158	0.00050	0.502
Subcuenca F	15.0%	0.0050	0.00016	0.157
Subcuenca G	15.0%	0.0202	0.00064	0.642
Subcuenca H	15.0%	0.0080	0.00025	0.253
Subcuenca I	15.0%	0.0329	0.00104	1.042

Tabla IV. 15 Precipitación media anual para el predio y vertientes..

<b>VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ANUAL</b>				
CARTA HIDROLÓGICA DE AGUAS SUPERFICIALES DEL INEGI				
PREDIO Y VERTIENTES				
Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Precipitación media anual		Volumen precipitado (millones de m <sup>3</sup> )
		(mm)	(m)	
Proyecto ACIP	4.802	1,182	1.18	5.673
Bordo área de inundación	2.419	1,182	1.18	2.858
Vertiente 1	0.020	1,182	1.18	0.024
Vertiente 2	0.058	1,182	1.18	0.069
Vertiente 3	0.058	1,182	1.18	0.068
Vertiente 4	0.239	1,182	1.18	0.283
Vertiente 5	0.256	1,182	1.18	0.302
Vertiente 6	0.226	1,182	1.18	0.268
Vertiente 7	0.199	1,182	1.18	0.235
Vertiente 8	0.838	1,182	1.18	0.990
Vertiente 9	0.107	1,182	1.18	0.127
Vertiente 10	0.061	1,182	1.18	0.073
Vertiente 11	0.039	1,182	1.18	0.046
Vertiente 12	0.156	1,182	1.18	0.184
Vertiente 13	0.584	1,182	1.18	0.690
Vertiente 14	0.194	1,182	1.18	0.229
Vertiente 15	0.133	1,182	1.18	0.157
Vertiente 16	0.150	1,182	1.18	0.177
Vertiente 17	0.112	1,182	1.18	0.132
Vertiente 18	0.060	1,182	1.18	0.071
Vertiente 19	0.034	1,182	1.18	0.040
Vertiente 20	0.037	1,182	1.18	0.043
Vertiente 21	0.122	1,182	1.18	0.144
Vertiente 22	0.038	1,182	1.18	0.045
Vertiente 23	0.669	1,182	1.18	0.790
Vertiente 24	0.413	1,182	1.18	0.488

Tabla IV. 16 Volumen de escurrimiento anual para el predio y vertientes .

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ANUAL				
CARTA HIDROLÓGICA DE AGUAS SUPERFICIALES DEL INEGI				
PREDIO Y VERTIENTES				
Zona de aportación	Coeficiente de escurrimiento	Volumen de escurrimiento (millones de m <sup>3</sup> )	Gasto medio anual	
			(m <sup>3</sup> /seg)	(l.p.s.)
Proyecto ACIP	15.0%	0.8510	0.02698	26.985
Bordo área de inundación	15.0%	0.4287	0.01359	13.594
Vertiente 1	15.0%	0.0035	0.00011	0.112
Vertiente 2	15.0%	0.0103	0.00033	0.326
Vertiente 3	15.0%	0.0103	0.00033	0.326
Vertiente 4	15.0%	0.0424	0.00134	1.345
Vertiente 5	15.0%	0.0453	0.00144	1.437
Vertiente 6	15.0%	0.0401	0.00127	1.272
Vertiente 7	15.0%	0.0352	0.00112	1.117
Vertiente 8	15.0%	0.1485	0.00471	4.708
Vertiente 9	15.0%	0.0190	0.00060	0.603
Vertiente 10	15.0%	0.0109	0.00035	0.345
Vertiente 11	15.0%	0.0069	0.00022	0.218
Vertiente 12	15.0%	0.0276	0.00087	0.874
Vertiente 13	15.0%	0.1035	0.00328	3.282
Vertiente 14	15.0%	0.0344	0.00109	1.091
Vertiente 15	15.0%	0.0235	0.00075	0.745
Vertiente 16	15.0%	0.0266	0.00084	0.842
Vertiente 17	15.0%	0.0198	0.00063	0.627
Vertiente 18	15.0%	0.0107	0.00034	0.339
Vertiente 19	15.0%	0.0060	0.00019	0.189
Vertiente 20	15.0%	0.0065	0.00021	0.206
Vertiente 21	15.0%	0.0216	0.00068	0.683
Vertiente 22	15.0%	0.0067	0.00021	0.213
Vertiente 23	15.0%	0.1185	0.00376	3.757
Vertiente 24	15.0%	0.0733	0.00232	2.323

### Determinación de gastos máximos

Los gastos máximos se determinaron con base a tres métodos de cálculo asociados a diferentes periodos de retorno:

- Método Racional Americano.
- Método del Hidrograma Unitario Triangular (HUT).
- Método del Soil Conservation Service (SCS).

En relación a los **periodos de retorno**, el estudio hidrológico requirió asignar un periodo de retorno a la avenida de diseño en función de las obras involucradas, por lo que se revisó la tabla de recomendaciones elaborada por la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR), de la Comisión Nacional del Agua, misma que se consideró en la determinación de los periodos de retorno para el diseño de las obras hidráulicas del proyecto. La siguiente tabla muestra un extracto relacionado con la obra en cuestión.

**Tabla IV. 17 Recomendación de periodos de retorno para la estimación del gasto de diseño máximo en las obras hidráulicas.**

RECOMENDACIÓN DE PERIODOS DE RETORNO PARA LA ESTIMACIÓN DEL GASTO DE DISEÑO MÁXIMO EN LAS OBRAS HIDRÁULICAS		
TIPO DE OBRA HIDRÁULICA		
2	ESTRUCTURAS DE CRUCE EN CAUCE O ZONA FEDERAL (Se refiere a las crecientes de diseño)	Tr (AÑOS)
2.1	Alcantarillas para el paso de corrientes no visualizadas en el simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL).	
	En caminos locales que comunican poblados de menos de 100,000 habitantes	10 - 25
	En caminos regionales que comunican poblados de más de 100,000 habitantes y hasta 500,000 habitantes	25 - 50
	En caminos primarios que comunican poblados de más de 500,000 habitantes	50 - 100
3	DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES, se refiere a las crecientes de diseño	Tr (AÑOS)
3.1	Corrientes libres en	
	Zonas áridas con régimen de escurrimiento errático	10 o mayor
	Todas las demás zonas	5
4	ENCAUZAMIENTO DE CORRIENTES, se refiere a las crecientes de diseño	Tr (AÑOS)
4.2	Rectificación y/o encauzamiento de corrientes libres; en función de la zona potencial de afectación	
	Zona agrícola menor a 1,000 hectáreas	10 - 25
	Zona agrícola mayor a 1,000 hectáreas y hasta 10,000 hectáreas	25 - 50
	Zona agrícola mayor a 10,000 hectáreas	50 - 100
7	OBRAS DE ALMACENAMIENTO Y CONTROL DE AVENIDAS	Tr (AÑOS)
7.1	De Jales (lodo del procesamiento de minerales en minas), que puedan generar la pérdida de vida de entre 0 y 10 personas en caso de falla	1000

### Resumen de resultados

A manera de resumen, se integran a continuación las tablas de resultados que permiten la comparación de los tres métodos implementados antes señalados: Racional Americano, Hidrograma Triangular y SCS.

Es conveniente mencionar que los resultados obtenidos son de acuerdo con las características de las zonas analizadas y los periodos de retorno utilizados. Como se puede observar de las dos siguientes primeras tablas, se puede constatar que, en el caso particular del arroyo Palo Verde, tienden a obtenerse valores mayores con el método del SCS conforme se incrementan los periodos de retorno, mientras que para las 9 subcuencas, el método Racional es el que reporta los caudales mayores. Para la superficie del proyecto del bordo de sedimentación, los gastos máximos se obtuvieron del método del SCS en casi todas las frecuencias, y para las vertientes se reportan máximos por los tres métodos, conforme se incrementa el periodo de retorno.

Tabla IV. 18 Comparación del gasto máximo mediante tres métodos.

GASTO MÁXIMO COMPARACIÓN Y RESUMEN DE RESULTADOS CUENCAS Y SUBCUENCAS EXTERIORES					
Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Arroyo Palo Verde	11.15	5	50.97	34.16	45.27
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6.421	5	42.91	22.89	28.93
Subcuenca A	0.104	5	1.84	0.06	0.33
Subcuenca B	0.031	5	0.55	0.02	0.10
Subcuenca C	0.086	5	1.53	0.00	0.28
Subcuenca D	0.067	5	0.89	0.09	0.41
Subcuenca E	0.089	5	1.58	0.00	0.29
Subcuenca F	0.028	5	0.50	0.02	0.09
Subcuenca G	0.114	5	2.02	0.07	0.37
Subcuenca H	0.045	5	0.80	0.03	0.14
Subcuenca I	0.185	5	3.28	0.12	0.59
Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Arroyo Palo Verde	11.15	10	60.32	51.77	62.84
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6.421	10	50.78	36.07	41.83
Subcuenca A	0.104	10	2.17	0.23	0.62
Subcuenca B	0.031	10	0.65	0.07	0.18
Subcuenca C	0.086	10	1.81	0.03	0.51
Subcuenca D	0.067	10	1.06	0.20	0.62
Subcuenca E	0.089	10	1.87	0.03	0.53
Subcuenca F	0.028	10	0.59	0.06	0.17
Subcuenca G	0.114	10	2.39	0.25	0.68
Subcuenca H	0.045	10	0.94	0.10	0.27
Subcuenca I	0.185	10	3.88	0.40	1.10
Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Arroyo Palo Verde	11.15	25	72.67	78.35	87.99
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6.421	25	61.18	56.41	60.78
Subcuenca A	0.104	25	2.62	0.57	1.09
Subcuenca B	0.031	25	0.78	0.17	0.33
Subcuenca C	0.086	25	2.18	0.16	0.91
Subcuenca D	0.067	25	1.27	0.43	0.96
Subcuenca E	0.089	25	2.25	0.17	0.94
Subcuenca F	0.028	25	0.71	0.15	0.29
Subcuenca G	0.114	25	2.88	0.63	1.20
Subcuenca H	0.045	25	1.14	0.25	0.47
Subcuenca I	0.185	25	4.68	1.02	1.95

**GASTO MÁXIMO**  
COMPARACIÓN Y RESUMEN DE RESULTADOS  
CUENCAS Y SUBCUENCAS EXTERIORES

Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Arroyo Palo Verde	11.15	50	82.02	100.45	108.11
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6.421	50	69.05	73.58	76.22
Subcuenca A	0.104	50	2.95	0.91	1.51
Subcuenca B	0.031	50	0.88	0.27	0.45
Subcuenca C	0.086	50	2.46	0.33	1.26
Subcuenca D	0.067	50	1.44	0.64	1.24
Subcuenca E	0.089	50	2.54	0.34	1.30
Subcuenca F	0.028	50	0.80	0.25	0.41
Subcuenca G	0.114	50	3.25	1.00	1.66
Subcuenca H	0.045	50	1.28	0.40	0.66
Subcuenca I	0.185	50	5.28	1.63	2.70

Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Arroyo Palo Verde	11.15	100	91.36	123.93	128.97
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6.421	100	76.92	92.00	92.41
Subcuenca A	0.104	100	3.29	1.32	1.98
Subcuenca B	0.031	100	0.98	0.39	0.59
Subcuenca C	0.086	100	2.74	0.55	1.65
Subcuenca D	0.067	100	1.60	0.88	1.54
Subcuenca E	0.089	100	2.83	0.57	1.70
Subcuenca F	0.028	100	0.89	0.36	0.53
Subcuenca G	0.114	100	3.62	1.45	2.18
Subcuenca H	0.045	100	1.43	0.57	0.86
Subcuenca I	0.185	100	5.88	2.36	3.53

Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Arroyo Palo Verde	11.15	1,000	122.41	209.27	201.93
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6.421	1,000	103.05	159.98	150.12
Subcuenca A	0.104	1,000	4.41	3.06	3.79
Subcuenca B	0.031	1,000	1.32	0.91	1.13
Subcuenca C	0.086	1,000	3.67	1.61	3.15
Subcuenca D	0.067	1,000	2.14	1.86	2.63
Subcuenca E	0.089	1,000	3.80	1.67	3.26
Subcuenca F	0.028	1,000	1.19	0.83	1.02
Subcuenca G	0.114	1,000	4.85	3.37	4.17
Subcuenca H	0.045	1,000	1.91	1.33	1.64
Subcuenca I	0.185	1,000	7.88	5.48	6.77



**GASTO MÁXIMO**  
COMPARACIÓN Y RESUMEN DE RESULTADOS  
PREDIO Y VERTIENTES

Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Proyecto ACIP	4.80	5	27.57	16.67	28.63
Bordo área de inundación	2.42	5	17.71	7.24	15.76
Vertiente 1	0.020	5	0.35	0.01	0.06
Vertiente 2	0.058	5	1.03	0.04	0.19
Vertiente 3	0.058	5	1.02	0.04	0.19
Vertiente 4	0.239	5	3.17	0.00	1.44
Vertiente 5	0.256	5	3.38	0.00	1.54
Vertiente 6	0.226	5	3.00	0.76	1.36
Vertiente 7	0.199	5	3.52	0.12	0.64
Vertiente 8	0.838	5	9.04	6.44	5.59
Vertiente 9	0.107	5	1.42	0.36	0.64
Vertiente 10	0.061	5	1.09	0.00	0.20
Vertiente 11	0.039	5	0.68	0.10	0.12
Vertiente 12	0.156	5	2.75	0.36	0.50
Vertiente 13	0.584	5	6.30	0.66	3.90
Vertiente 14	0.194	5	3.43	0.12	0.62
Vertiente 15	0.133	5	2.35	0.34	0.42
Vertiente 16	0.150	5	2.65	0.09	0.48
Vertiente 17	0.112	5	1.97	0.34	0.36
Vertiente 18	0.060	5	1.07	0.18	0.19
Vertiente 19	0.034	5	0.59	0.10	0.11
Vertiente 20	0.037	5	0.65	0.02	0.12
Vertiente 21	0.122	5	2.15	0.08	0.39
Vertiente 22	0.038	5	0.67	0.00	0.12
Vertiente 23	0.669	5	6.17	3.38	4.53
Vertiente 24	0.413	5	5.47	1.38	2.48

Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Proyecto ACIP	4.80	10	32.63	25.71	38.87
Bordo área de inundación	2.42	10	20.96	11.99	21.87
Vertiente 1	0.020	10	0.42	0.04	0.12
Vertiente 2	0.058	10	1.21	0.13	0.34
Vertiente 3	0.058	10	1.21	0.13	0.34
Vertiente 4	0.239	10	3.75	0.06	2.21
Vertiente 5	0.256	10	4.00	0.06	2.37
Vertiente 6	0.226	10	3.55	1.39	2.10
Vertiente 7	0.199	10	4.16	0.43	1.18
Vertiente 8	0.838	10	10.70	9.66	8.19
Vertiente 9	0.107	10	1.68	0.66	0.99
Vertiente 10	0.061	10	1.29	0.02	0.36
Vertiente 11	0.039	10	0.81	0.04	0.23
Vertiente 12	0.156	10	3.26	0.14	0.92
Vertiente 13	0.584	10	7.46	1.53	5.71
Vertiente 14	0.194	10	2.48	0.42	1.15
Vertiente 15	0.133	10	1.69	0.14	0.79
Vertiente 16	0.150	10	1.91	0.33	0.89
Vertiente 17	0.112	10	1.42	0.69	0.66
Vertiente 18	0.060	10	0.77	0.37	0.36
Vertiente 19	0.034	10	0.43	0.21	0.20
Vertiente 20	0.037	10	0.47	0.08	0.22
Vertiente 21	0.122	10	1.55	0.26	0.72
Vertiente 22	0.038	10	0.59	0.01	0.22
Vertiente 23	0.669	10	7.30	5.30	6.46
Vertiente 24	0.413	10	6.47	2.53	3.83

**GASTO MÁXIMO**  
COMPARACIÓN Y RESUMEN DE RESULTADOS  
PREDIO Y VERTIENTES

Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Proyecto ACIP	4.80	25	39.31	39.48	53.32
Bordo área de inundación	2.42	25	25.25	19.51	30.62
Vertiente 1	0.020	25	0.50	0.11	0.21
Vertiente 2	0.058	25	1.46	0.32	0.61
Vertiente 3	0.058	25	1.46	0.32	0.61
Vertiente 4	0.239	25	4.52	0.34	3.40
Vertiente 5	0.256	25	4.83	0.36	3.63
Vertiente 6	0.226	25	4.27	2.44	3.22
Vertiente 7	0.199	25	5.01	1.09	2.09
Vertiente 8	0.838	25	12.89	14.50	12.04
Vertiente 9	0.107	25	2.03	1.16	1.53
Vertiente 10	0.061	25	1.55	0.11	0.64
Vertiente 11	0.039	25	0.98	0.00	0.41
Vertiente 12	0.156	25	3.92	0.01	1.63
Vertiente 13	0.584	25	8.98	3.14	8.39
Vertiente 14	0.194	25	4.90	1.06	2.04
Vertiente 15	0.133	25	3.34	0.01	1.39
Vertiente 16	0.150	25	3.78	0.82	1.57
Vertiente 17	0.112	25	2.81	1.28	1.17
Vertiente 18	0.060	25	1.52	0.69	0.63
Vertiente 19	0.034	25	0.85	0.39	0.35
Vertiente 20	0.037	25	0.93	0.20	0.39
Vertiente 21	0.122	25	3.07	0.67	1.28
Vertiente 22	0.038	25	0.95	0.07	0.40
Vertiente 23	0.669	25	8.80	8.26	9.28
Vertiente 24	0.413	25	7.80	4.45	5.87

Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Proyecto ACIP	4.80	50	44.37	51.01	64.76
Bordo área de inundación	2.42	50	28.50	25.97	37.61
Vertiente 1	0.020	50	0.57	0.18	0.29
Vertiente 2	0.058	50	1.65	0.51	0.84
Vertiente 3	0.058	50	1.65	0.51	0.84
Vertiente 4	0.239	50	5.10	0.69	4.39
Vertiente 5	0.256	50	5.45	0.74	4.69
Vertiente 6	0.226	50	4.82	3.37	4.16
Vertiente 7	0.199	50	5.66	1.75	2.89
Vertiente 8	0.838	50	14.54	18.51	15.20
Vertiente 9	0.107	50	2.29	1.60	1.97
Vertiente 10	0.061	50	1.75	0.23	0.89
Vertiente 11	0.039	50	1.10	0.00	0.56
Vertiente 12	0.156	50	4.43	0.02	2.26
Vertiente 13	0.584	50	10.14	4.65	24.62
Vertiente 14	0.194	50	5.53	1.71	2.83
Vertiente 15	0.133	50	3.77	0.01	1.93
Vertiente 16	0.150	50	4.27	1.32	2.18
Vertiente 17	0.112	50	3.18	1.83	1.62
Vertiente 18	0.060	50	1.72	0.99	0.88
Vertiente 19	0.034	50	0.96	0.55	0.49
Vertiente 20	0.037	50	1.04	0.32	0.53
Vertiente 21	0.122	50	3.46	1.07	1.77
Vertiente 22	0.038	50	1.08	0.14	0.55
Vertiente 23	0.669	50	9.93	10.76	11.57
Vertiente 24	0.413	50	8.80	6.15	7.99

GASTO MÁXIMO COMPARACIÓN Y RESUMEN DE RESULTADOS PREDIO Y VERTIENTES					
Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Proyecto ACIP	4.80	100	49.42	63.31	76.54
Bordo área de inundación	2.42	100	31.74	32.98	44.86
Vertiente 1	0.020	100	0.63	0.25	0.38
Vertiente 2	0.058	100	1.84	0.74	1.11
Vertiente 3	0.058	100	1.84	0.74	1.10
Vertiente 4	0.239	100	5.68	1.16	5.45
Vertiente 5	0.256	100	6.07	1.24	5.82
Vertiente 6	0.226	100	5.37	4.40	5.16
Vertiente 7	0.199	100	6.30	2.53	3.79
Vertiente 8	0.838	100	16.20	22.75	18.52
Vertiente 9	0.107	100	2.55	2.09	2.45
Vertiente 10	0.061	100	1.95	0.39	1.17
Vertiente 11	0.039	100	1.23	0.02	0.74
Vertiente 12	0.156	100	4.93	0.11	2.96
Vertiente 13	0.584	100	11.29	6.38	12.91
Vertiente 14	0.194	100	6.16	2.47	0.88
Vertiente 15	0.133	100	4.20	0.07	0.60
Vertiente 16	0.150	100	4.75	1.91	0.68
Vertiente 17	0.112	100	3.54	2.44	0.50
Vertiente 18	0.060	100	1.91	1.32	0.27
Vertiente 19	0.034	100	1.06	0.73	0.15
Vertiente 20	0.037	100	1.16	0.47	0.17
Vertiente 21	0.122	100	3.85	1.55	0.55
Vertiente 22	0.038	100	1.20	0.24	0.17
Vertiente 23	0.669	100	11.06	13.43	13.96
Vertiente 24	0.413	100	9.81	8.03	9.42

Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Método Racional (m <sup>3</sup> /seg)	Método del Hidrograma Triangular (m <sup>3</sup> /seg)	Método del S.C.S. (m <sup>3</sup> /seg)
Proyecto ACIP	4.80	1,000	66.22	108.34	117.32
Bordo área de inundación	2.42	1,000	42.53	59.29	70.22
Vertiente 1	0.020	1,000	0.85	0.59	0.73
Vertiente 2	0.058	1,000	2.47	1.71	2.12
Vertiente 3	0.058	1,000	2.46	1.71	2.11
Vertiente 4	0.239	1,000	7.61	3.37	9.32
Vertiente 5	0.256	1,000	8.13	3.60	9.96
Vertiente 6	0.226	1,000	7.20	8.38	8.82
Vertiente 7	0.199	1,000	8.44	5.87	7.25
Vertiente 8	0.838	1,000	21.71	38.11	30.43
Vertiente 9	0.107	1,000	3.41	3.98	4.18
Vertiente 10	0.061	1,000	2.61	1.15	2.24
Vertiente 11	0.039	1,000	1.64	0.22	1.41
Vertiente 12	0.156	1,000	6.61	0.97	5.68
Vertiente 13	0.584	1,000	15.13	13.40	21.21
Vertiente 14	0.194	1,000	8.25	5.73	7.09
Vertiente 15	0.133	1,000	5.63	0.76	4.84
Vertiente 16	0.150	1,000	6.37	4.43	5.47
Vertiente 17	0.112	1,000	4.74	4.86	4.07
Vertiente 18	0.060	1,000	2.56	2.63	2.20
Vertiente 19	0.034	1,000	1.43	1.46	1.23
Vertiente 20	0.037	1,000	1.56	1.08	1.34
Vertiente 21	0.122	1,000	5.16	3.59	4.44
Vertiente 22	0.038	1,000	1.61	0.71	1.38
Vertiente 23	0.669	1,000	14.82	23.27	22.42
Vertiente 24	0.413	1,000	13.14	15.31	16.11

### Diseño del área hidráulica del proyecto

Para estimar las áreas hidráulicas que requiere el proyecto, con base a la superficie de aportación y sus características físicas, se incluye a continuación el criterio de Talbot. La fórmula empírica de Talbot es una de las de mayor uso debido a su simplicidad en el cálculo del área hidráulica de las alcantarillas en caminos.

La expresión de Talbot es la siguiente:

$$a = 0.183 C A^{3/4}$$

Donde:

a: área hidráulica de la alcantarilla, en m<sup>2</sup>

A: área de la cuenca por drenar, en hectáreas

C: coeficiente que indica las condiciones del relieve (C= 0.2 a 0.8)

Los resultados de la aplicación de este criterio se incluyen en la siguiente tabla. Para mayor detalle de la metodología, se incluye el anexo hidrológico del proyecto.

Tabla IV. 19 Área hidráulica mediante el coeficiente de Talbot.

ÁREA HIDRÁULICA FÓRMULA DE TALBOT				
Zona de aportación	Área por drenar		Coeficiente de Talbot C	Área de la alcantarilla (m <sup>2</sup> )
	(Km <sup>2</sup> )	(Ha)		
Arroyo Palo Verde	11.150	1,115.0	0.80	28.25
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6.421	642.1	0.80	18.67
Subcuenca A	0.104	10.4	0.60	0.63
Subcuenca B	0.031	3.1	0.60	0.26
Subcuenca C	0.086	8.6	0.60	0.55
Subcuenca D	0.067	6.7	0.60	0.46
Subcuenca E	0.089	8.9	0.60	0.57
Subcuenca F	0.028	2.8	0.60	0.24
Subcuenca G	0.114	11.4	0.60	0.68
Subcuenca H	0.045	4.5	0.60	0.34
Subcuenca I	0.185	18.5	0.60	0.98
Proyecto ACIP	4.802	480.2	0.80	15.02
Bordo área de inundación	2.419	241.9	0.80	8.98
Vertiente 1	0.020	2.0	0.20	0.06
Vertiente 2	0.058	5.8	0.20	0.14
Vertiente 3	0.058	5.8	0.20	0.14
Vertiente 4	0.239	23.9	0.40	0.79
Vertiente 5	0.256	25.6	0.40	0.83
Vertiente 6	0.226	22.6	0.40	0.76
Vertiente 7	0.199	19.9	0.40	0.69
Vertiente 8	0.838	83.8	0.60	3.04
Vertiente 9	0.107	10.7	0.40	0.43
Vertiente 10	0.061	6.1	0.20	0.14
Vertiente 11	0.039	3.9	0.20	0.10
Vertiente 12	0.156	15.6	0.20	0.29
Vertiente 13	0.584	58.4	0.60	2.32
Vertiente 14	0.194	19.4	0.40	0.68
Vertiente 15	0.133	13.3	0.40	0.51
Vertiente 16	0.150	15.0	0.40	0.56
Vertiente 17	0.112	11.2	0.20	0.22
Vertiente 18	0.060	6.0	0.20	0.14
Vertiente 19	0.034	3.4	0.20	0.09
Vertiente 20	0.037	3.7	0.20	0.10
Vertiente 21	0.122	12.2	0.20	0.24
Vertiente 22	0.038	3.8	0.20	0.10
Vertiente 23	0.669	66.9	0.60	2.57
Vertiente 24	0.413	41.3	0.60	1.79

### Volumen de la avenida máxima

El conocimiento hidrológico de la cuenca y subcuencas permitió reconocer que la capacidad de descarga natural es limitada en condiciones de un evento extraordinario, motivo por el cual se requiere de obras especiales de drenaje, así como de la implementación de obras de regulación e infiltración del agua.

Atendiendo a la elaboración de los hidrogramas triangulares, se estiman los volúmenes de una avenida máxima, en este caso asociadas a un periodo de retorno de 100 años, utilizando los gastos máximos anteriormente calculados.

En el caso del área donde se proyecta el nuevo depósito de jales secos, se podrían generar avenidas máximas calculadas para un gasto máximo de **76.54 m<sup>3</sup>/seg**, con un volumen de avenida máxima de **202,056 m<sup>3</sup>** que sería necesario desalojar (ver la siguiente tabla), por lo que el proyecto incorpora obras de drenaje pluvial para evitar acumulaciones en las zonas bajas del terreno.

A continuación, y a manera de complemento, se estiman los volúmenes que se generan durante un evento de lluvia diaria extraordinaria, en base a la información de láminas máximas en 24 horas de la estación José Luis Lumber, considerando un periodo de retorno de 100 años, con la finalidad de contar con escenarios de lluvia máxima.

Tabla IV. 20 Volumen de la avenida máxima para un periodo de retorno de 100 años.

VOLUMEN DE LA AVENIDA MÁXIMA							
Zona de aportación	Área (Km <sup>2</sup> )	Gasto máximo Tr =100 años (m <sup>3</sup> /seg)	Tiempo de concentración (min)	Tiempo pico Tp (min)	Tiempo de retraso Tr (min)	Base del hidrograma (min)	Volumen de la avenida máxima (m <sup>3</sup> )
Arroyo Palo Verde	11.150	128.97	65	47	78	125	483,629
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6.421	92.41	35	26	43	69	191,290
Subcuenca A	0.104	3.29	5	5	8	13	1,283
Subcuenca B	0.031	0.98	5	5	8	13	383
Subcuenca C	0.086	2.74	5	5	8	13	1,068
Subcuenca D	0.067	1.60	10	9	15	24	1,152
Subcuenca E	0.089	2.83	5	5	8	13	1,105
Subcuenca F	0.028	0.89	5	5	8	13	346
Subcuenca G	0.114	3.62	5	5	8	13	1,412
Subcuenca H	0.045	1.43	5	5	8	13	557
Subcuenca I	0.185	5.88	5	5	8	13	2,293
Proyecto ACIP	4.802	76.54	45	33	55	88	202,056
Bordo área de inundación	2.419	44.86	30	23	38	61	82,100
Vertiente 1	0.020	0.63	5	5	8	13	246
Vertiente 2	0.058	1.84	5	5	8	13	718
Vertiente 3	0.058	1.84	5	5	8	13	716
Vertiente 4	0.239	5.68	10	9	15	24	4,087
Vertiente 5	0.256	6.07	10	9	15	24	4,367
Vertiente 6	0.226	5.37	10	9	15	24	3,868
Vertiente 7	0.199	6.30	5	5	8	13	2,458
Vertiente 8	0.838	22.75	15	12	20	32	21,838
Vertiente 9	0.107	2.55	10	9	15	24	1,834
Vertiente 10	0.061	1.95	5	5	8	13	759
Vertiente 11	0.039	1.23	5	5	8	13	479
Vertiente 12	0.156	4.93	5	5	8	13	1,923
Vertiente 13	0.584	12.91	15	12	20	32	12,395
Vertiente 14	0.194	6.16	5	5	8	13	2,401
Vertiente 15	0.133	4.20	5	5	8	13	1,640
Vertiente 16	0.150	4.75	5	5	8	13	1,853
Vertiente 17	0.112	3.54	5	5	8	13	1,380
Vertiente 18	0.060	1.91	5	5	8	13	746
Vertiente 19	0.034	1.06	5	5	8	13	415
Vertiente 20	0.037	1.16	5	5	8	13	454
Vertiente 21	0.122	3.85	5	5	8	13	1,503
Vertiente 22	0.038	1.20	5	5	8	13	468
Vertiente 23	0.669	13.96	20	16	26	42	17,585
Vertiente 24	0.413	9.81	10	9	15	24	7,061

VOLUMEN ACUMULADO					
LLUVIA MÁXIMA EN 24 HORAS DE ESTACIÓN SAN JOSÉ DE LUMBER					
Zona de aportación	Área (m <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Lluvia máxima (mm)	Coefficiente de escurrimiento	Volumen de la lluvia máxima (m <sup>3</sup> )
Arroyo Palo Verde	11,150,086	100	443.0	0.25	1,234,761
Arroyo Palo Verde (zona alta)	6,420,643	100	443.0	0.25	711,022
Subcuenca A	103,783	100	443.0	0.25	11,493
Subcuenca B	30,988	100	443.0	0.25	3,432
Subcuenca C	86,405	100	443.0	0.25	9,568
Subcuenca D	67,461	100	443.0	0.25	7,471
Subcuenca E	89,406	100	443.0	0.25	9,901
Subcuenca F	27,997	100	443.0	0.25	3,100
Subcuenca G	114,199	100	443.0	0.25	12,646
Subcuenca H	45,070	100	443.0	0.25	4,991
Subcuenca I	185,458	100	443.0	0.25	20,538
Proyecto ACIP	4,801,679	100	443.0	0.25	531,738
Bordo área de inundación	2,418,938	100	443.0	0.25	267,873
Vertiente 1	19,924	100	443.0	0.25	2,206
Vertiente 2	58,042	100	443.0	0.25	6,428
Vertiente 3	57,946	100	443.0	0.25	6,417
Vertiente 4	239,279	100	443.0	0.25	26,498
Vertiente 5	255,682	100	443.0	0.25	28,314
Vertiente 6	226,414	100	443.0	0.25	25,073
Vertiente 7	198,818	100	443.0	0.25	22,017
Vertiente 8	837,821	100	443.0	0.25	92,780
Vertiente 9	107,354	100	443.0	0.25	11,888
Vertiente 10	61,407	100	443.0	0.25	6,800
Vertiente 11	38,720	100	443.0	0.25	4,288
Vertiente 12	155,568	100	443.0	0.25	17,228
Vertiente 13	583,999	100	443.0	0.25	64,672
Vertiente 14	194,199	100	443.0	0.25	21,506
Vertiente 15	132,646	100	443.0	0.25	14,689
Vertiente 16	149,907	100	443.0	0.25	16,601
Vertiente 17	111,617	100	443.0	0.25	12,360
Vertiente 18	60,367	100	443.0	0.25	6,685
Vertiente 19	33,578	100	443.0	0.25	3,718
Vertiente 20	36,700	100	443.0	0.25	4,064
Vertiente 21	121,610	100	443.0	0.25	13,467
Vertiente 22	37,833	100	443.0	0.25	4,190
Vertiente 23	668,546	100	443.0	0.25	74,035
Vertiente 24	413,382	100	443.0	0.25	45,778

La asignación de gastos máximos está en función de las diferentes obras de protección y control que se deben diseñar para captar y conducir el agua originada en las subcuencas



exteriores analizadas. Para el diseño o revisión de las obras de conducción, se consideraron los criterios siguientes:

- Se utilizaron los resultados de gasto máximo obtenidos mediante la implementación de los tres procedimientos de cálculo (método Racional Americano, HUT, y SCS).
- Las obras menores de conducción y alcantarillas que se requieren, por considerarse como propias del drenaje pluvial de las instalaciones del proyecto, se diseñan para periodo de retorno de 25 años.
- La obra de desviación del Canal Palo Verde, se incluye con una pendiente media de su trayecto y un caudal asociado a un periodo de retorno de 1,000 años.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las obras hidráulicas y de drenaje pluvial requeridos por el proyecto.

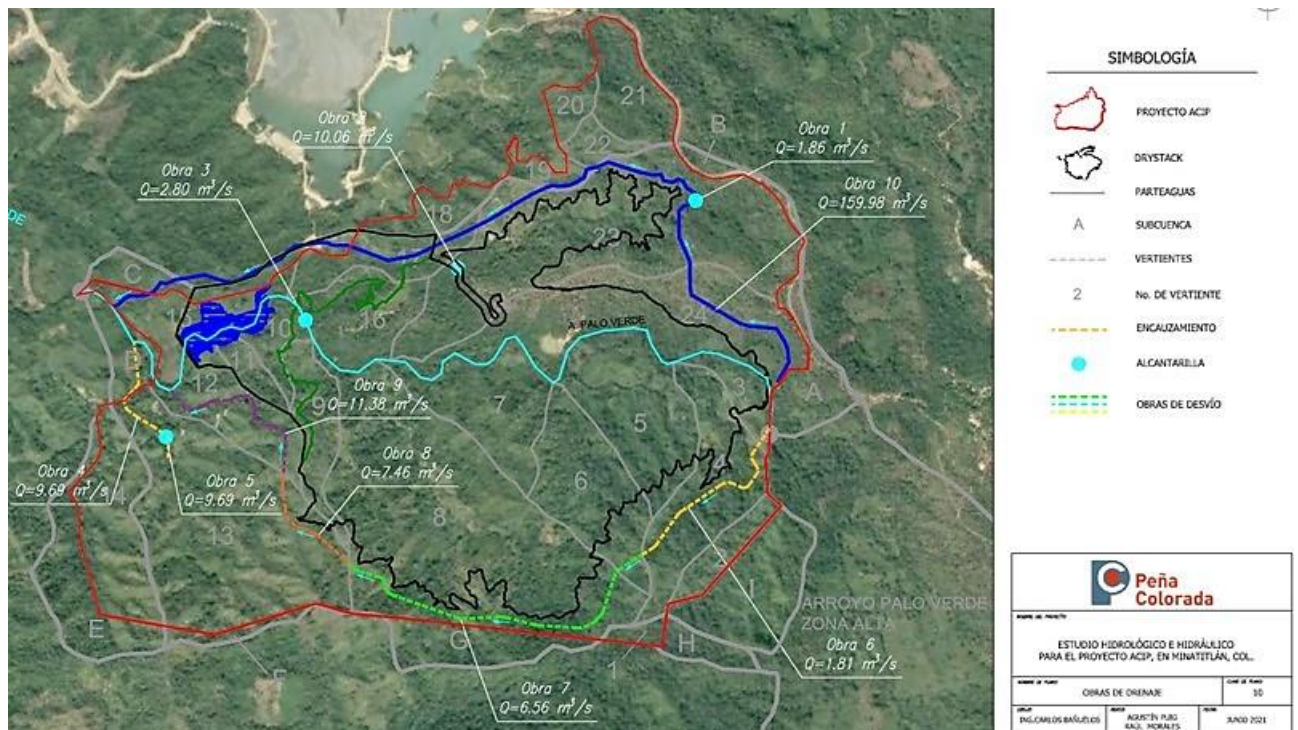


Figura IV. 50 Distribución de las obras hidráulicas y de drenaje pluvial requeridos por el proyecto.

En la siguiente tabla se muestran los gastos de diseño para cada una de las obras requeridas.

Tabla IV. 21 Gastos de diseño para cada una de las obras requeridas.

ASIGNACIÓN DE GASTOS			
Obra	Descripción	Periodo de retorno (años)	Gasto de diseño (m <sup>3</sup> /seg)
1	Obra de captación en el canal Palo Verde. Recibe el 20 % de las aportaciones de la vertiente 23	25	1.86
2	Alcantarilla de cruce en el camino de Bandas Transportadoras. Recibe escurrimiento de la subcuenca B y de la vertientes 23, que finalmente disponen hacia el arroyo Palo Verde	25	10.06
3	Alcantarilla de cruce de camino. Recibe las aportaciones de las vertientes 9, y del 50 % de la vertiente 10, que desdrcagan hacia el arrollo Palo Verde	25	2.80
4	Encauzamiento de corriente al interior del polígono. Recibe la escorrentía de las subcuenca F, así como drenaje de la vertiente 13	25	9.69
5	Alcantarilla de cruce de camino. Recibe el drenaje superficial de la subcuenca F, y de la vertiente 13, zonas que drenan hacia el arroyo Palo Verde	25	9.69
6	Cuneta derivadora. Recibe el 40 % de las aportaciones de la vertiente 4	25	1.81
7	Cuneta derivadora. Permite la continuidad de la obra 6, y además recibe el escurrimiento de la subcuenca G, el 10 % de la vertiente 6 y el 10 % de la vertiente 8	25	6.56
8	Cuneta derivadora. Permite la continuidad de la obra 7 y además recibe el 10 % de las aportaciones de la vertiente 13	25	7.46
9	Cuneta derivadora. Permite la continuidad de la obra 8 y además recibe las aportaciones de la vertiente 12	25	11.38
10	Diseño preliminar del canal Palo Verde	1000	159.98
11	Delimitación de la Zona Federal del tramo aguas arriba del arroyo Palo Verde, comprendido entre los cadenamientos 0+000 y 2+840	5	42.91
12	Delimitación de la Zona Federal del tramo aguas abajo del arroyo Palo Verde, comprendido entre los cadenamientos 2+840 y 4+400	5	50.97

El diseño de las obras hidráulicas y de drenaje pluvial, ya han sido expuestos en el Capítulo II de la MIA-R.

#### d) Estudio hidrológico del canal de desvío del arroyo Palo Verde

En relación al *canal de desvío del arroyo Palo Verde*, se definieron una serie de flujos para diferentes períodos de retorno (10 y 100 años) y áreas de cuencas. Estos flujos se utilizaron para definir una relación regional entre el área de la cuenca y el flujo de inundación

específico (SFF, por sus siglas en inglés). Esta relación se presenta en la siguiente figura e indica los flujos de inundación con un período de retorno de 1:10 y 1:100 años.

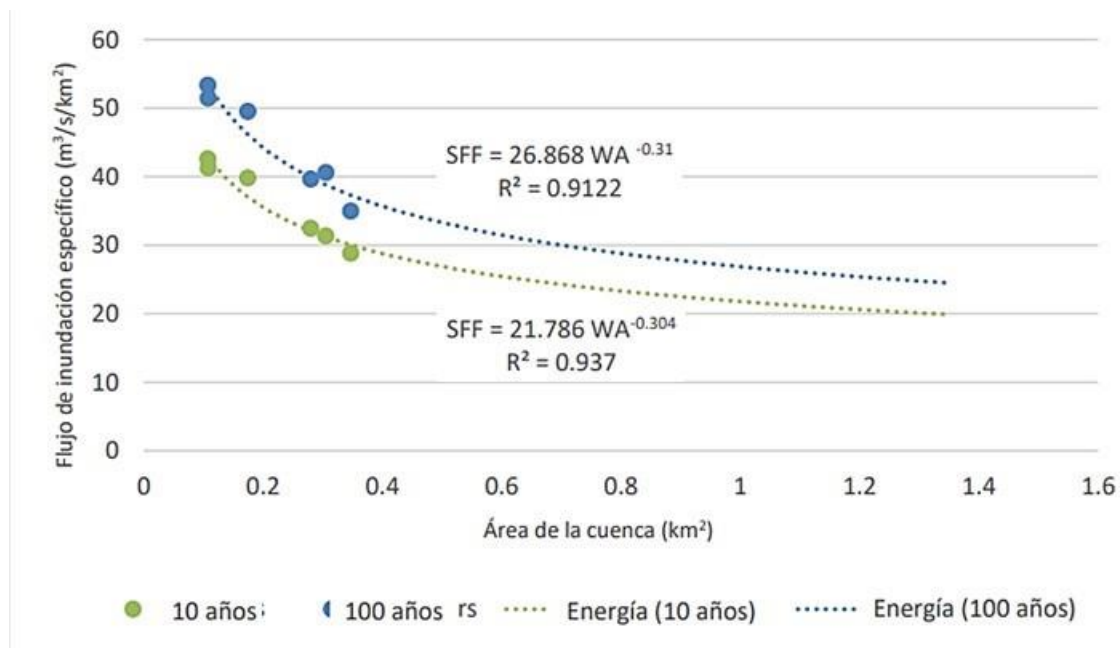


Figura IV. 51 Relación Regional entre las áreas de las cuencas de aportación del arroyo Palo Verde y los Flujos de Inundación Específicos.

Con base en las relaciones obtenidas, fue posible determinar los flujos específicos para las cuencas aportantes a lo largo del canal de desvío del arroyo Palo Verde. **Posteriormente, los flujos resultantes se sumaron al flujo de diseño del canal entre la entrada y salida de la Derivación.**

La cuenca del canal de desvío del arroyo Palo Verde se subdividió en cinco (5) subcuencas aportantes a fin de caracterizar su aporte a lo largo del canal. La división propuesta, con base a la ubicación seleccionada de las cuencas de disipación, se presenta en la siguiente figura.

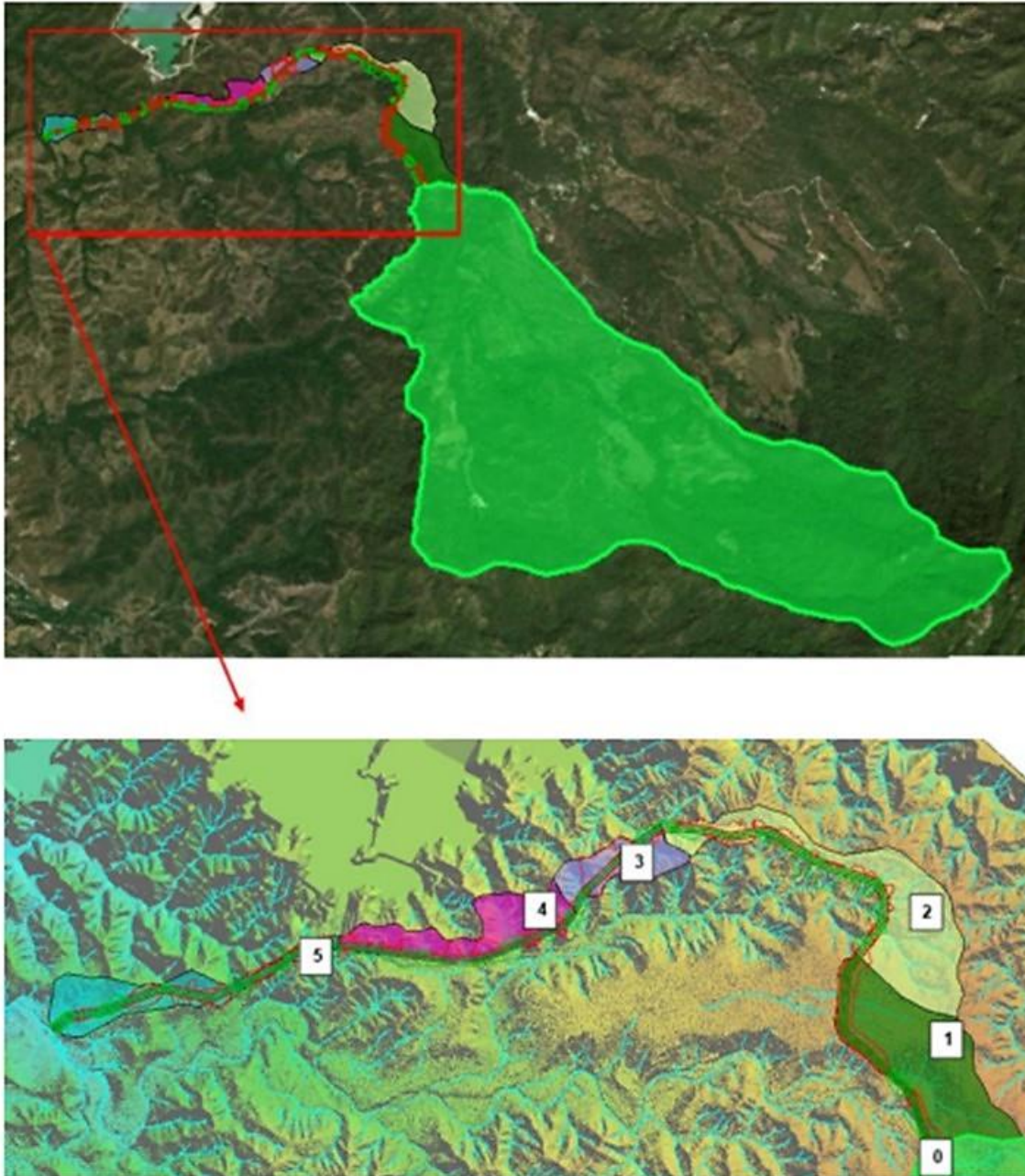


Figura IV. 52 Subcuencas de aportación al canal de desvío del arroyo Palo Verde.

La siguiente tabla resume los resultados para los dos (2) períodos de retorno de diseño (10 y 100 Tr) y para cada subcuenca.

Tabla IV. 22 Flujos de inundación en las subcuencas, para periodos de retorno de 10 y 100 años.

Cuenca	Flujos de inundación de la cuenca (1:10 años) (m <sup>3</sup> /s)	Flujos de inundación de la cuenca (1:100 años) (m <sup>3</sup> /s)	Flujos de inundación del canal acumulados (1:100 años) (m <sup>3</sup> /s)
0	-	92.5	92.5
1	6.0	7.5	100.0
2	6.7	8.4	108.4
3	2.7	3.4	111.8
4	3.8	4.7	116.5
5	3.5	4.2	120.7

### Modelación Hidráulica de elevación y velocidad de flujo en el canal de desvío del arroyo Palo Verde

Se creó un modelo hidráulico 1D del canal usando el software HEC-RAS 5.0.7., con secciones transversales colocadas cada 50 m a lo largo del canal. Se utilizó el modelo para determinar las características preliminares del flujo. La siguiente figura muestra el perfil longitudinal de la elevación de la superficie de agua y las velocidades para el flujo de diseño de 1:100 años (aumentando de 92.5 m<sup>3</sup>/s en la entrada a 120.7 m<sup>3</sup>/s en la salida).

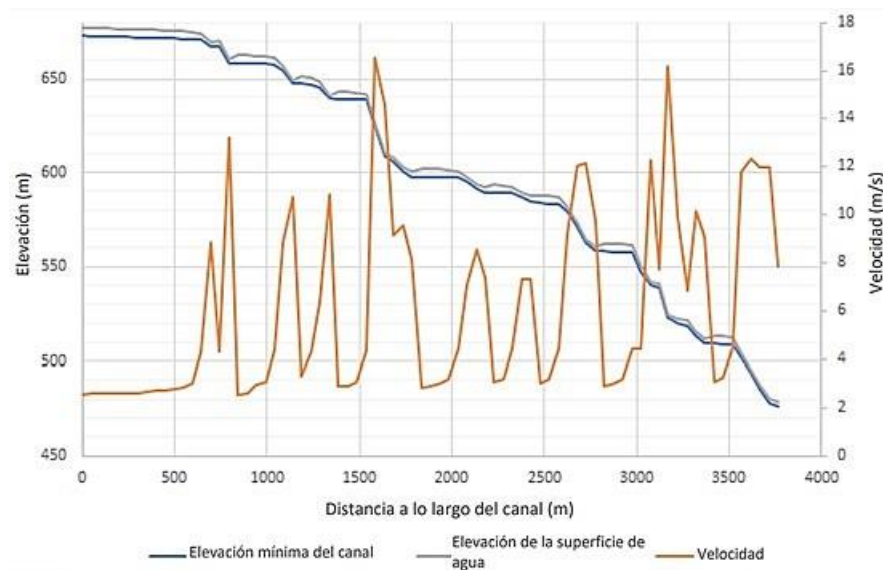


Figura IV. 53 Huella de elevación y velocidad que alcanzará el canal de desvío.

### Conclusiones del estudio hidrológico

La modelación demostró que en las condiciones de flujo de diseño de 1:100 años, la profundidad del flujo en el canal permanecería por debajo de 4 m. Con el fin de garantizar la sustentabilidad del canal con el paso del tiempo, se probaron otros períodos de retorno para evaluar en cual se produce un desbordamiento. De acuerdo con el modelo hidráulico actual, el desbordamiento se produce entre los períodos de retorno de 200 y 500 años.

En relación a la velocidad calculada en las secciones planas del canal para las condiciones de flujo de diseño es alrededor de 3 m/s, pero puede llegar hasta 17 m/s en las rápidas.

La simulación indica las características de flujo que se presentarán en el canal, para diferentes periodos de retorno, condiciones que fueron consideradas para el diseño final del canal de desvío del arroyo Palo Verde (para mayor detalle del diseño del canal de desvío ver el Capítulo II).

#### IV.3.5.5. Calidad del agua superficial del arroyo Palo Verde

Con la finalidad de conocer la evolución de la calidad del agua del arroyo Palo Verde, se analizaron muestras tomadas aguas arriba y aguas abajo del arroyo Palo Verde. Los muestreos corresponden al periodo del 2018 al 2021. Los valores fueron comparados con la **NOM-001-SEMARNAT-1996** con el fin de identificar los valores de las muestras que pudieran presentar concentraciones superiores a las permitidas por la NOM-001-SEMARNAT-1996 (ver las siguientes tablas).

Tabla IV. 23 Resultados analíticos históricos de la calidad del agua del arroyo Palo Verde aguas arriba, durante el periodo (2018-2021).

No. de laboratorio		878522-3	907510-6	977724-3	1006659-3	1073970-1	1126930-4	1146815-1	LMP NOM-001-SEMARNAT-1996
Identificación		Arroyo Palo Verde Aguas Arriba							
Fecha de muestreo		2018-12-18	2019-03-21	2019-11-06	2020-02-20	2020-10-09	2021-03-31	2021-06-01	
Hora de muestreo		11:04	12:40	12:30	12:43	11:30	12:21	13:16	
PARÁMETRO	UNIDADES	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	
Dureza total	mg/L	82	329.5	59.2	105	73.2	83.6	120.4	
Mercurio total	mg/L	0.000027	0.000027	0.000027	0.000227	0.000163	0.000027	0.000027	<b>0.01</b>
Huevos de Hemilto	HH/L	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	<b>1</b>
Sulfatos	mg/L	24.7	49.205	12.253	22.774	13.523	50.92	58.915	
Coliformes fecales a 44.5±0.2°C/24 h en caldo EC	NMP/100	210	70	930	90	<b>4600</b>	40	90	<b>1000</b>
Conductividad electrolítica en campo	uS/cm	236.3	411	194	280	287	383	660	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) total	mg/L	13	2	ND	2	2	2	2	<b>30</b>
Demanda química de oxígeno (DQO) total	mg/L	28	5.24	4	10	55	11	10	
Grasas y aceites	mg/L	5	5	ND	5	5	5	5	<b>25</b>
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	212	300	138	196	188	280	382	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	10	10	10	10	10	10	10	<b>60</b>
Sólidos sedimentables	mL/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	<b>2</b>

<b>Arsénico total</b>	mg/L	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	<b>0.2</b>
<b>Cadmio total</b>	mg/L	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	<b>0.2</b>
<b>Cromo total</b>	mg/L	0.228	0.0005	0.0005	0.0025	0.0005	0.0005	0.0008	<b>1</b>
<b>Cobre total</b>	mg/L	0.0051	0.0922	0.0922	0.1597	0.4626	0.0109	0.0028	<b>6</b>
<b>Digestión ácida con horno de microondas</b>	NA	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	
<b>Níquel total</b>	mg/L	0.479	0.0004	0.0004	0.0029	0.0004	0.0004	0.0004	<b>4</b>
<b>Plomo total</b>	mg/L	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	<b>0.4</b>
<b>Zinc total</b>	mg/L	0.0025	0.0153	0.0068	0.0123	0.0086	0.0028	0.0028	<b>20</b>
<b>Digestión nitrógeno total Kjeldhal</b>	NA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	
<b>Nitrógeno total Kjeldhal</b>	mg/L	0.16	0.275	0.758	0.395	0.322	0.269	0.376	
<b>Digestión fósforo total</b>	NA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	
<b>Fósforo total</b>	mg/L	0.052	0.0589	0.1566	0.0383	0.0942	0.0786	0.0555	<b>10</b>
<b>Cianuros totales</b>	mg/L	0.0005	0.0009	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	
<b>Nitritos (Nitrógeno DE)</b>	mg/L	0.023	0.0721	0.0339	0.0121	0.0183	0.0073	0.0295	
<b>Nitratos (Nitrógeno DE)</b>	mg/L	0.1049	0.0961	0.2004	0.0908	0.1532	0.1297	0.1184	
<b>Nitrógeno total</b>	mg/L	0.289	0.444	0.922	0.498	0.494	0.406	0.524	<b>25</b>
<b>Materia flotante en campo</b>	—	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	<b>AUSENTE</b>
<b>pH en campo</b>	U pH	8.1	8.1	8.2	8.2	7.8	8.2	8.1	<b>5 - 10</b>
<b>Temperatura en campo</b>	°C	21	25	25	24	24	22	24	<b>40</b>
<b>alcalinidad a la fenolftaleína</b>	mg/L		25	25	25	25	25	25	
<b>Alcalinidad total</b>	mg/L		153	66.3	101.5	76.7	152.7	203.8	
<b>Bicarbonatos</b>	mg/L		153	66	102	77	153	204	



Carbonatos	mg/L		ND	ND	ND	ND	0	0
Hidróxilos	mg/L		ND	ND	ND	ND	0	0
Cloruros totales	mg/L		9	ND	9	9	9	9
Fluoruros	mg/L		0.2033	0.1892	0.2843	0.1668	0.1986	0.3726

Tabla IV. 24 Resultados analíticos históricos de la calidad del agua del arroyo Palo Verde aguas abajo, durante el periodo (2018-2021).

No. de laboratorio	878522-2	907510-5	977724-2	1006659-2	1073970-4	1126930-1	1146815-2	LMP NOM-001- SEMARNAT- 1996	
Identificación	ARROYO PALO VERDE AGUAS ABAJO								
Fecha de muestreo	2018-12-18	2019-03-21	2019-11-06	2020-02-20	2020-10-09	2021-03-31	2021-06-01		
Hora de muestreo	10:16	12:10	11:48	11:55	14:21	10:36	14:40		
PARÁMETRO	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	
Dureza total	mg/L	313	782.9	494.2	973.6	395.8	956.5	51.7	
Mercurio total	mg/L	0.000027	0.000027	0.000027	0.000027	0.000168	0.000027	0.000027	<b>0.01</b>
Huevos de Helminto	HH/L	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	<b>1</b>
Sulfatos	mg/L	290.9	672.594	412.807	708.682	345.054	1080.265	42.031	
Coliformes fecales a 44.5±0.2°C/24 h en caldo EC	NMP/100	230	430	430	230	930	<b>4600</b>	<b>2400</b>	<b>1000</b>
Conductividad electrolítica en campo	uS/cm	754.3	1562	1062	1893	973	1803	390	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) total	mg/L	9	2	2	2	2	2	2	<b>30</b>
Demanda química de oxígeno (DQO) total	mg/L	39	5.24	7	7	39	20	18	
Grasas y aceites	mg/L	<b>34</b>	5	5	ND	5	5	5	<b>25</b>

Sólidos Disueltos Totales	mg/L	616	1312	847	1580	668	2008	240	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	10	10	33	10	10	10	10	<b>60</b>
Sólidos sedimentables	mL/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	<b>2</b>
Arsénico total	mg/L	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	<b>0.2</b>
Cadmio total	mg/L	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	<b>0.2</b>
Cromo total	mg/L	0.363	0.0005	0.0171	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	<b>1</b>
Cobre total	mg/L	0.0097	0.0137	0.0121	0.2342	0.0919	0.0251	0.0017	<b>6</b>
Digestión ácida con horno de microondas	NA	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	REALIZADO	
Níquel total	mg/L	0.0856	0.0004	0.0081	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	<b>4</b>
Plomo total	mg/L	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	<b>0.4</b>
Zinc total	mg/L	0.0028	0.0064	0.055	0.0028	0.0063	0.0041	0.0028	<b>20</b>
Digestión nitrógeno total Kjeldhal	NA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	
Nitrógeno total Kjeldhal	mg/L	0.56	1.014	0.751	0.943	0.507	1.158	0.533	
Digestión fósforo total	NA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	REALIZADA	
Fósforo total	mg/L	0.101	0.0859	0.1953	0.126	0.1498	0.0878	0.2132	<b>10</b>
Cianuros totales	mg/L	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	
Nitritos (Nitrógeno DE)	mg/L	0.03	0.072	0.0523	0.0662	0.0191	0.0264	0.0335	
Nitratos (Nitrógeno DE)	mg/L	0.422	0.2105	0.6875	0.6174	0.7449	0.7179	0.5415	
Nitrógeno total	mg/L	1.009	1.297	1.491	1.627	1.271	1.902	1.108	<b>25</b>
Materia flotante en campo	—	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	<b>AUSENTE</b>
pH en campo	U pH	7.5	7.6	7.7	7.3	7.5	7.8	7.9	<b>5 - 10</b>
Temperatura en campo	°C	22	29	28	29	25	26	25	<b>40</b>
alcalinidad a la fenoltaleína	mg/L		25	25	25	25	25	25	
Alcalinidad total	mg/L		162.2	86.7	170.5	106.1	188.6	88.8	

<b>Bicarbonatos</b>	<b>mg/L</b>		162	87	171	106	189	89	
<b>Carbonatos</b>	<b>mg/L</b>		ND	ND	ND	ND	0	0	
<b>Hidróxilos</b>	<b>mg/L</b>		ND	ND	ND	ND	0	0	
<b>Cloruros totales</b>	<b>mg/L</b>		30.9	14.4	34	13.27	50.1	9	
<b>Fluoruros</b>	<b>mg/L</b>		0.1418	0.269	0.3121	0.1314	0.2778	0.2599	

Como se puede observar en las tablas anteriores, durante el periodo 2018 – 2021, tanto aguas arriba como aguas abajo del arroyo Palo Verde, todos los parámetros de calidad del agua superficial (a excepción de los coliformes fecales) se encontraron dentro de los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En cuanto a los coliformes fecales, durante el muestreo de octubre de 2020 aguas arriba del arroyo Palo Verde, se registraron valores de 4600 NMP/100. Y aguas abajo del arroyo Palo Verde se registró durante el 2021 valores de 4600 y 2400 NMP/100, siendo el límite máximo permisible de 1000 NMP/100.

## CONCLUSIONES

Los estudios hidrológicos elaborados para el proyecto, proporcionaron información esencial para el diseño de las obras hidráulicas; sobre todo es relevante la estimación de los eventos máximos extraordinarios para diferentes periodos de retorno, incluidos los recomendados por la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR), de la Comisión Nacional del Agua.

Referente a la velocidad calculada en las secciones planas del canal de desvío del arroyo Palo Verde, se estimaron velocidades para el flujo de diseño de 1:100 años (aumentando de 92.5 m<sup>3</sup>/s en la entrada a 120.7 m<sup>3</sup>/s en la salida). Es importante precisar en este punto, que se recomienda la protección con enrocado en las secciones planas del canal para evitar su erosión, mientras que se necesitaría el uso de gaviones para estabilizar las velocidad del flujo del canal.

En cuanto a la calidad del agua del arroyo Palo Verde tanto aguas arriba como aguas abajo, todos los parámetros a excepción de los coliformes fecales se encontraron dentro de los parámetros del límite máximo permisible de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Las obras hidráulicas y de drenaje consideradas para el proyecto, y que son: i) la *cuneta derivadora de agua pluvial*, la cual desalojará toda el agua pluvial fuera del Dry Stack para

incorporarlas aguas abajo al cauce natural de arroyo Palo Verde; ii) el canal *de desvío del arroyo Palo Verde*, cuya derivación del cauce únicamente será en una sección del arroyo y posteriormente aguas abajo retomará su cauce natural, es que se garantizará el funcionamiento hidrológico del sistema, ya que la conexión entre la cuneta derivadora y el canal de derivación permitirán que el agua de las subcuencas fluya hacia el interior del canal de derivación, garantizando con ello que el resto de los escurrimientos sean captados en el canal y se incorporen nuevamente aguas abajo al arroyo Palo Verde, por lo que se concluye el desarrollo del proyecto no generará cambios en la disponibilidad del agua superficial del arroyo Palo Verde.

### **IV.3.6. Hidrología subterránea**

El funcionamiento hidrogeológico del SAR depende en gran medida de la constitución geológica y estructura del subsuelo. Para evidenciar la existencia de un acuífero en una determinada área, es necesario conocer el comportamiento de las rocas con respecto al agua subterránea y superficial; tal comportamiento depende de las características físicas que exhiben las rocas, contándose entre ellas el fracturamiento en las rocas compactas, y en las no consolidadas el tamaño, selección y redondez del componente granulométrico.

Para conocer las características del acuífero Minatitlán y determinar la vulnerabilidad del acuífero, se llevó a cabo un estudio hidrogeofísico. Para mayor detalle el estudio hidrogeofísico se incluye dentro de los anexos digitales del capítulo IV.

#### **IV.3.6.1. Características del acuífero**

El proyecto se ubicará en el Acuífero Minatitlán (ver la siguiente figura), el cual tiene una extensión superficial de 676.04 km<sup>2</sup>, y cuenta con una disponibilidad media anual de agua subterránea de 0.010 Mm<sup>3</sup> anuales (DOF, 2020). El acuífero está formado por rocas ígneas de composición ácida, distribuidas ampliamente en los alrededores de Minatitlán; sobre estas rocas se encuentran tobas de composición ácida a intermedia, las que afloran en la

margen izquierda del río Minatitlán. Sobre las rocas mencionadas se desarrollan depósitos recientes del tipo abanico aluvial y fluvial.

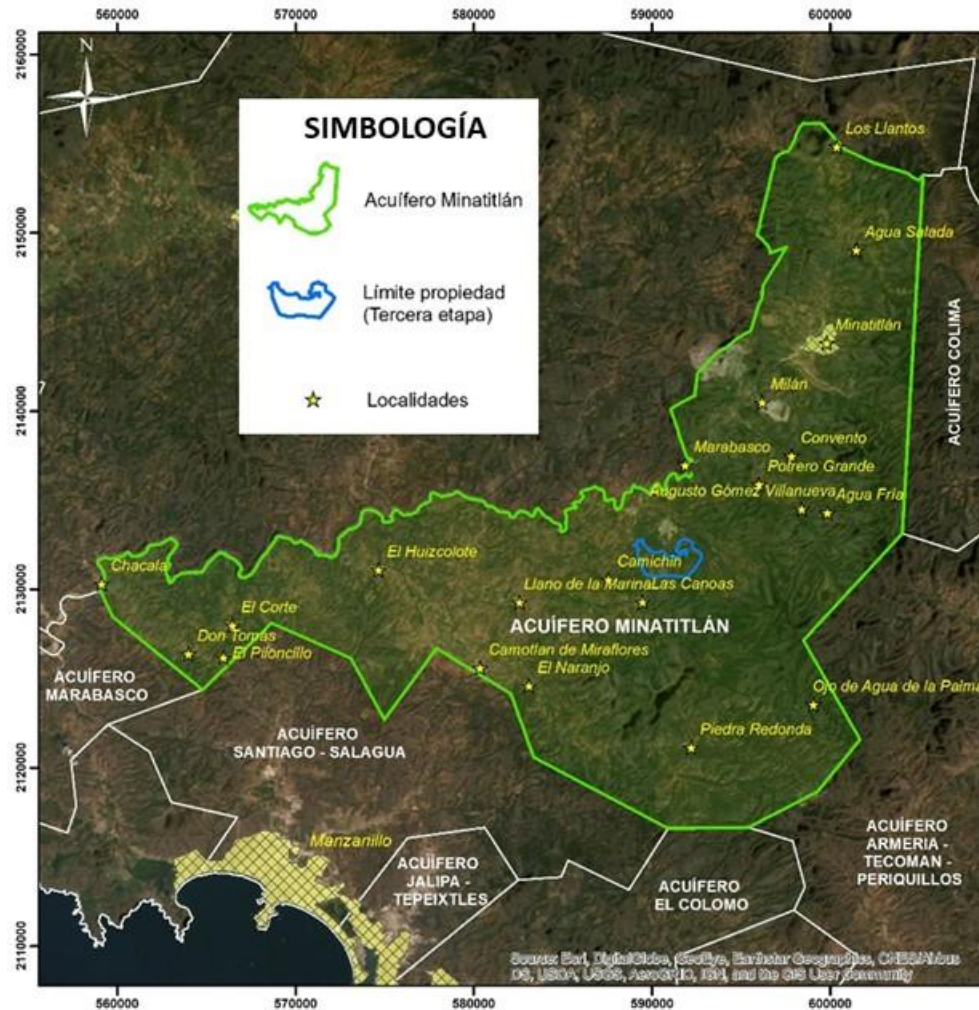


Figura IV. 54 Acuífero de Minatitlán.

El acuífero es de tipo libre, lo constituyen depósitos aluviales formados por mezclas de gravas y arenas en espesores que varían de 10 m a 50 m. Este acuífero se constituye a partir del punto en la estribación sur de la Sierra de Manantlán donde nace el río Minatitlán – Marabasco. Este río, 8 km aguas abajo, cruza el Valle denominado Minatitlán, en el que toda el agua que llueve escurre hacia el centro incrementando el volumen del río. Este río forma una serie de meandros con la erosión mezclándose los depósitos aluviales y fluviales (de gran permeabilidad) poco consolidados.

### IV.3.6.2. Censo de aprovechamientos

Como parte del estudio hidrogeofísico del proyecto, se realizó un censo de aprovechamientos de agua subterránea. Se realizaron recorridos dentro y alrededor del área del proyecto, en la parte Este se visitó el poblado de Arrayanal, al igual que en la parte sur donde se ubica el poblado Las Canoas.

En los recorridos dentro del área del proyecto se encontraron 8 sitios, 5 de agua superficial correspondientes a pequeños escurrimientos y 3 sitios de agua superficial del arroyo Palo Verde, el cual atraviesa el polígono desde la parte esta hasta el oeste, descargando al Rio Minatitlán. En la siguiente figura se muestra el plano de localización de los sitios censados. En general, en el área del proyecto **no** existen aprovechamientos del acuífero.

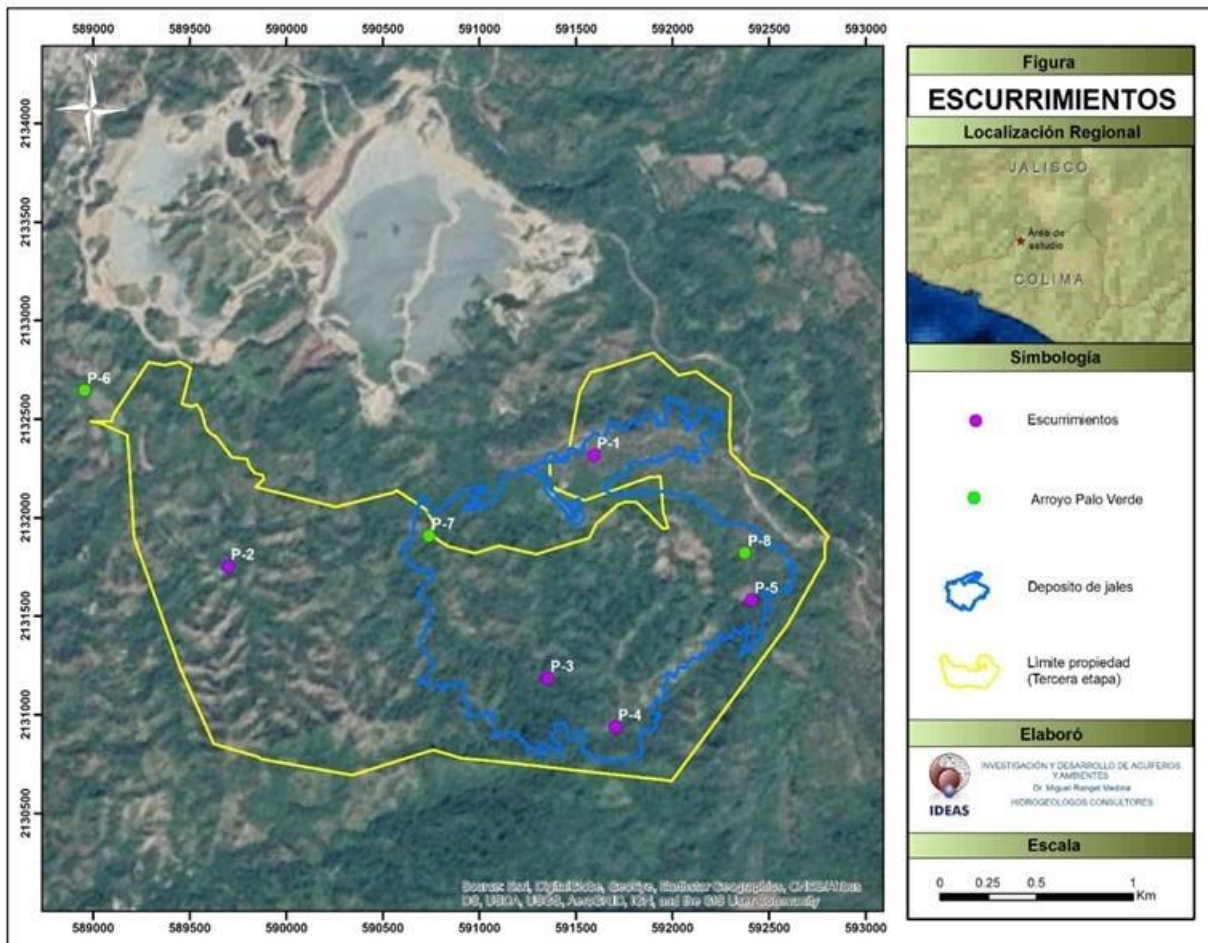


Figura IV. 55 Plano de localización de sitios censados.

En la siguiente tabla se muestran las características de los aprovechamientos censados.

Tabla IV. 25 Características de los aprovechamientos censados.

ID	FECHA	TIPO	COORDENADAS		ALTURA	Q (lps)	OBSERVACIONES
			X	Y	Z		
P-1	14/08/20	Escurrimiento	591595	2132316	601	0.1	En propiedad privada al sur de la presa Arrayanal.
P-2	14/08/20	Escurrimiento	589700	2131751	499	0.03	En propiedad privada, al costado de un camino vecinal en la zona sur de la zona de estudio.
P-3	14/08/20	Escurrimiento	591354	2131183	612	0.1	Dentro la propiedad de la mina Peña Colorada, al sur de presa arrayanal.
P-4	14/08/20	Escurrimiento	591706	2130937	689	0.01	Dentro de propiedad de la mina Peña Colorada, localizado en la parte alta de la zona sur del área de estudio.
P-5	14/08/20	Escurrimiento	592411	2131581	688	0.03	Ubicada en la parte este de la zona de estudio, corresponde a propiedad privada,
P-6	20/08/20	Arroyo Palo Verde	588956	2132646	454	100	Se encuentra en la parte oeste, a la salida del arroyo Palo Verde.
P-7	20/08/20	Arroyo Palo Verde	590739	2131907	526	100	Se encuentra en la parte media de la zona de estudio, arroyo Palo Verde.
P-8	20/08/20	Arroyo Palo Verde	592376	2131820	561	100	Se encuentra en la parte este, a la entrada del arroyo Palo Verde al polígono de estudio.

Los escurrimientos durante la época de lluvias tienen un caudal entre 0.03 y 0.1 l/s y en época de secas prácticamente desaparecen. Estos escurrimientos se encuentran sobre zonas de bajas resistividades, las cuales a su vez subyacen bajo zonas de altas resistividades que representan roca granítica impermeable con espesores mayores a 150 m, por lo que la zona saturada (acuífero) se encuentra entre 200 y 250 m de profundidad. Así, **los escurrimientos indicados no tienen contacto con la zona saturada.**

El funcionamiento de estos escurrimientos es el siguiente: parte de la precipitación se infiltra en el terreno y circula de forma subsuperficial a muy poca profundidad del subsuelo, hasta que aflora a la superficie al encontrar un canal de flujo, **y se integra a la escorrentía superficial poco tiempo después de la lluvia, sin llegar a alimentar el agua subterránea.**

**Por lo anterior, estos escurrimientos son agua infiltrada que atraviesa rápidamente la zona porosa hasta alcanzar el granito compacto y circular aguas abajo, por lo cual es muy**



probable que estos escurrimientos no estén relacionados con la zona saturada (acuífero) que se localiza a más de 150 m de profundidad, como se puede ver en la siguiente figura.

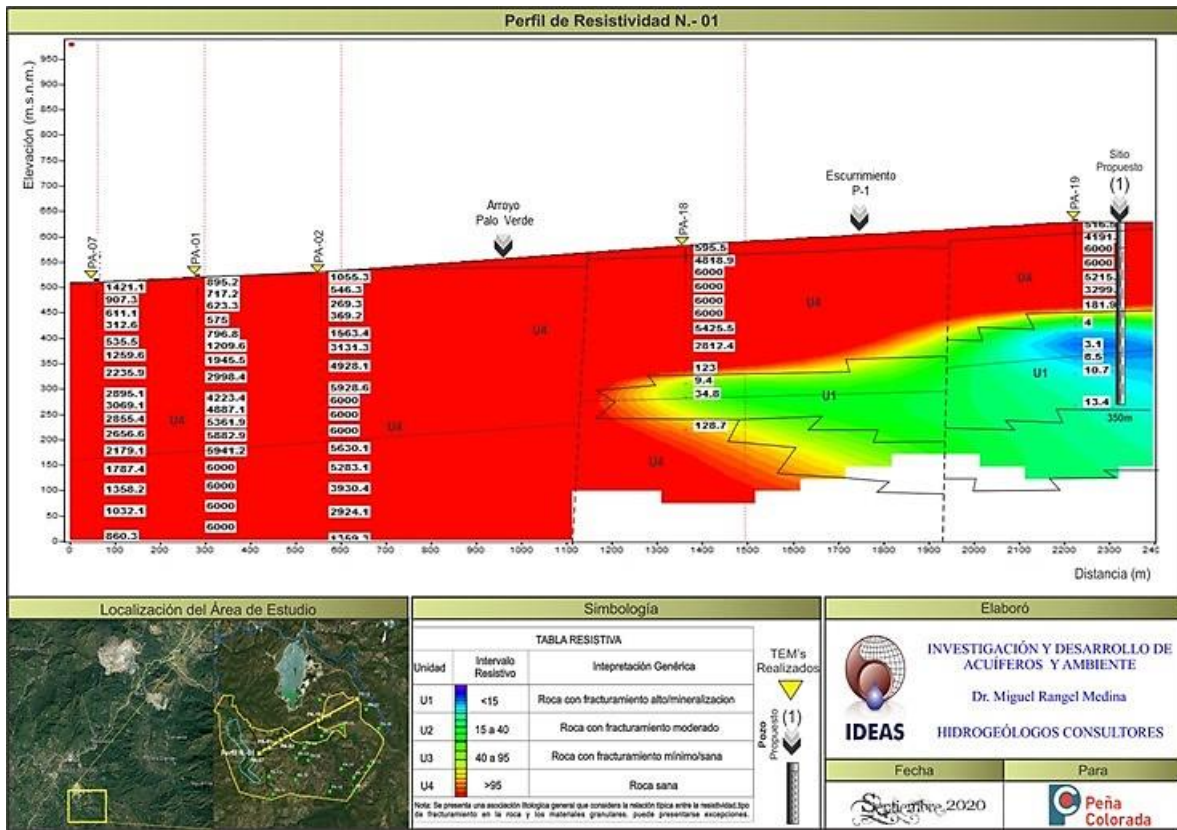
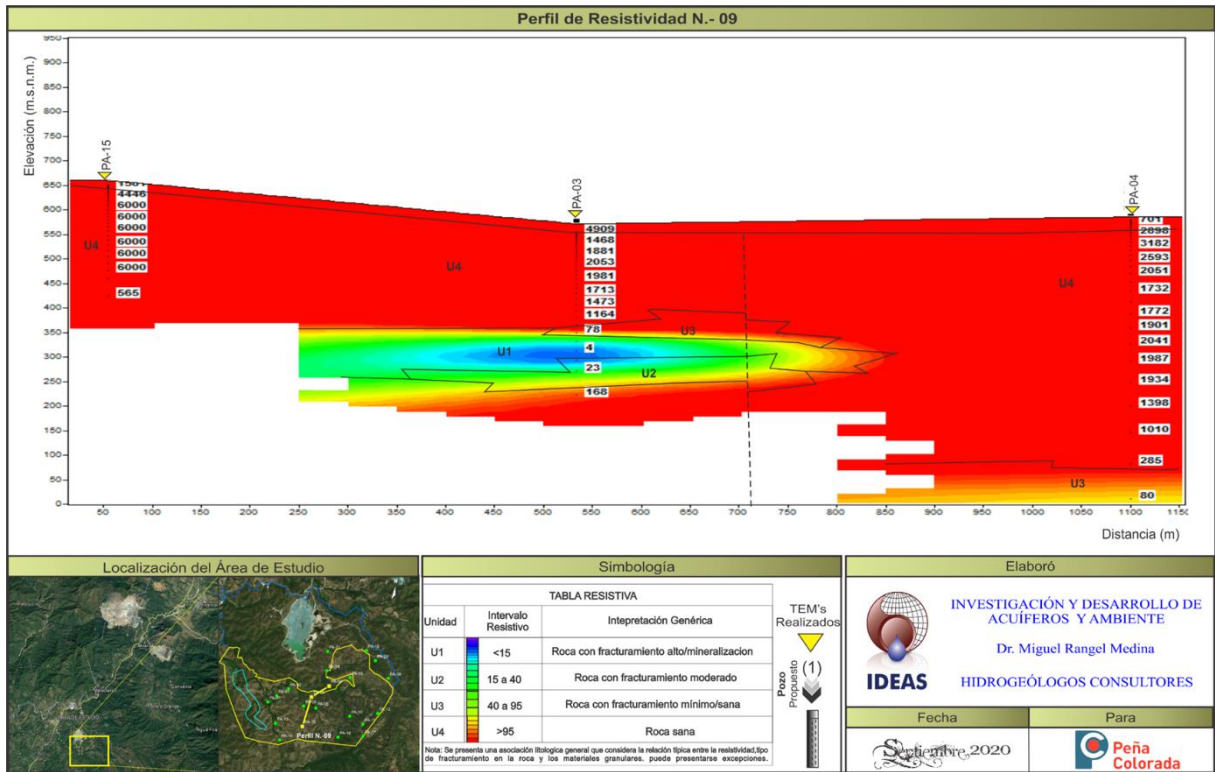


Figura IV. 56 Correlación entre perfiles geoelectricos y escurrimientos.

#### IV.3.6.3. Profundidad del acuífero y dirección del flujo subterráneo

En relación a la profundidad del acuífero y conforme a los resultados de los perfiles de resistividad que se presentaron en el apartado de geología, existe un espesor de roca sana que varía desde 150 m hasta 500 m, dentro de este espesor de roca sana se presentan zonas de fracturamiento con saturación de agua subterránea (acuífero) cuyas profundidades oscilan entre 200 a 250 m (ver la siguiente figura).



**Figura IV. 57 Perfil de resistividad de la roca.**

En cuanto a la dirección de flujo subterráneo presenta una tendencia de Este a Oeste. En la siguiente figura se muestra el plano con curvas equipotenciales de elevación del nivel estático y la dirección de flujo subterráneo.

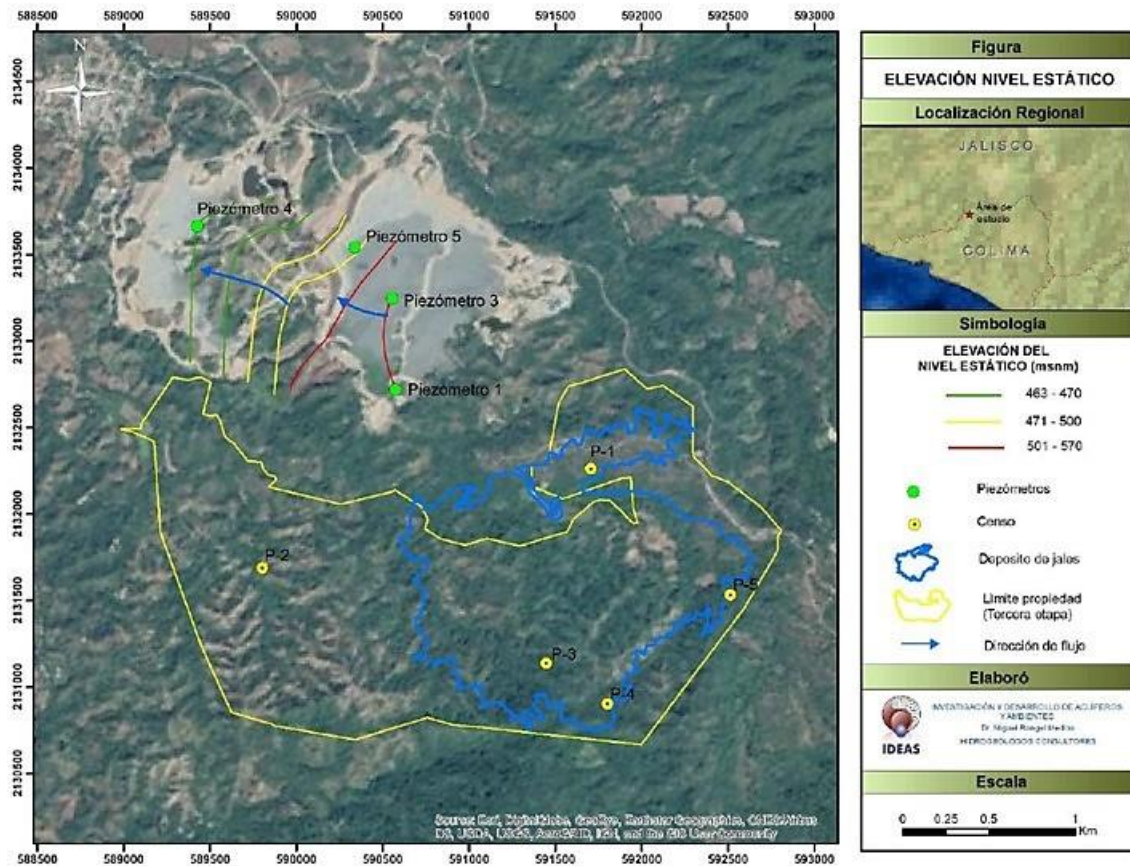


Figura IV. 58 Elevación del nivel estático y dirección de flujo subterráneo.

En el área del proyecto se esperaría que la dirección de flujo tenga la misma tendencia que se presenta hacia el norte del área del proyecto de este a oeste.

#### IV.3.6.4. Características hidráulicas del acuífero

En el acuífero de Minatitlán, el coeficiente de transmisividad varía dentro del rango de 0.15 y 0.30 m<sup>2</sup>/s; los valores mayores se registran en la porción alta de la planicie Costera y en las inmediaciones de los cauces principales, donde predominan clastos gruesos muy permeables. Sin embargo, el valor del coeficiente de transmisividad puede ser mucho menor en aquellas áreas donde los acuíferos están confinados o semiconfinados, como en el caso del área del proyecto.

En campo, se midieron los caudales de descarga aportados por los escurrimientos existentes utilizando el método volumétrico, el cual consiste en la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido.

En la siguiente figura se presenta una gráfica con la comparación de los caudales medidos en campo aportados por los escurrimientos y por el arroyo Palo Verde. Como se puede ver en la gráfica, los caudales de los escurrimientos son del orden de 0.003 a 0.1 l/s.

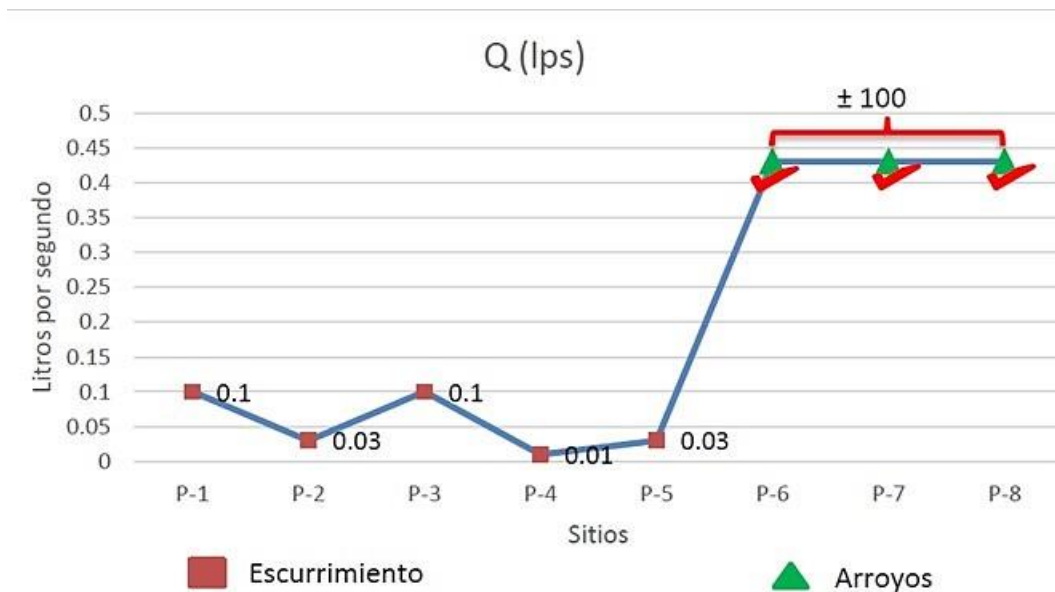


Figura IV. 59 Caudal aportado por los escurrimientos y arroyo Palo Verde.

#### IV.3.6.5. Caracterización física y química del agua subterránea

Con el propósito de obtener la línea base de la calidad del agua subterránea del área del proyecto, e identificar la hidrogeoquímica del sistema, el día 8 de septiembre del 2020 se llevó a cabo la toma de 5 muestras de agua divididas en 3 muestras de agua tomadas de escorrentías subsuperficiales o hipodérmicas, que es el agua que se infiltra en la primera capa del suelo que se genera durante la precipitación y que se mueve de manera subhorizontal por los horizontes superiores del terreno, sin llegar a la zona saturada y que posteriormente reaparece en la superficie del terreno. Así mismo, se tomaron 2 muestras de agua superficial tomadas en el arroyo Palo Verde.

Adicional a lo anterior, estas escorrentías que fueron muestreadas corresponden a un agua de muy reciente infiltración que aún conservan los núcleos de sal del agua de lluvia y por lo cual no está en contacto con la zona saturada de agua subterránea (acuífero). Pues como se ha señalado antes, de acuerdo a la prospección geofísica, existe un espesor de roca sana compacta que varía desde 150 hasta 500 m, por lo cual las zonas de fracturamiento y donde se ubican las zonas de saturación se localizan a profundidades entre 200 a 250 m.

Los diversos componentes químicos disueltos en el agua, sean o no de origen natural, serán benéficos o dañinos de acuerdo con su composición y concentración; además, la química del agua en cualquier punto refleja importantes influencias: litológicas, atmosféricas, climáticas y antropogénicas; por lo que es fundamental poder identificar y cuantificar estas influencias.

En la clasificación de la calidad del agua se comparan los valores medidos de la concentración de un parámetro físico, químico, o biológico, con los estándares de calidad establecidos en algún instrumento legal y definidos de acuerdo con criterios de uso del agua (Kowalkowski et al., 2006); puesto que no existe una Norma Oficial Mexicana que establezca los parámetros de calidad del agua que deben cumplir las zonas aledañas a infraestructura minera, las muestras de agua subterránea fueron comparadas con los estándares estipulados en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

La toma y análisis de las muestras de agua en campo y en laboratorio estuvo a cargo de Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis, S.A. de C.V. Sucursal Guadalajara, el cual se encuentra debidamente acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (EMA) bajo la acreditación No. AG-072-016/11.

La selección de los sitios de muestreo se realizó con base en el censo de aprovechamientos. En la siguiente figura se muestra el plano de localización de las muestras tomadas, en el cual las muestras PJM corresponden a las muestras de agua tomada en escorrentías subsuperficiales o hipodérmicas, mientras que las PJA corresponden a las muestras de agua del arroyo Palo Verde.

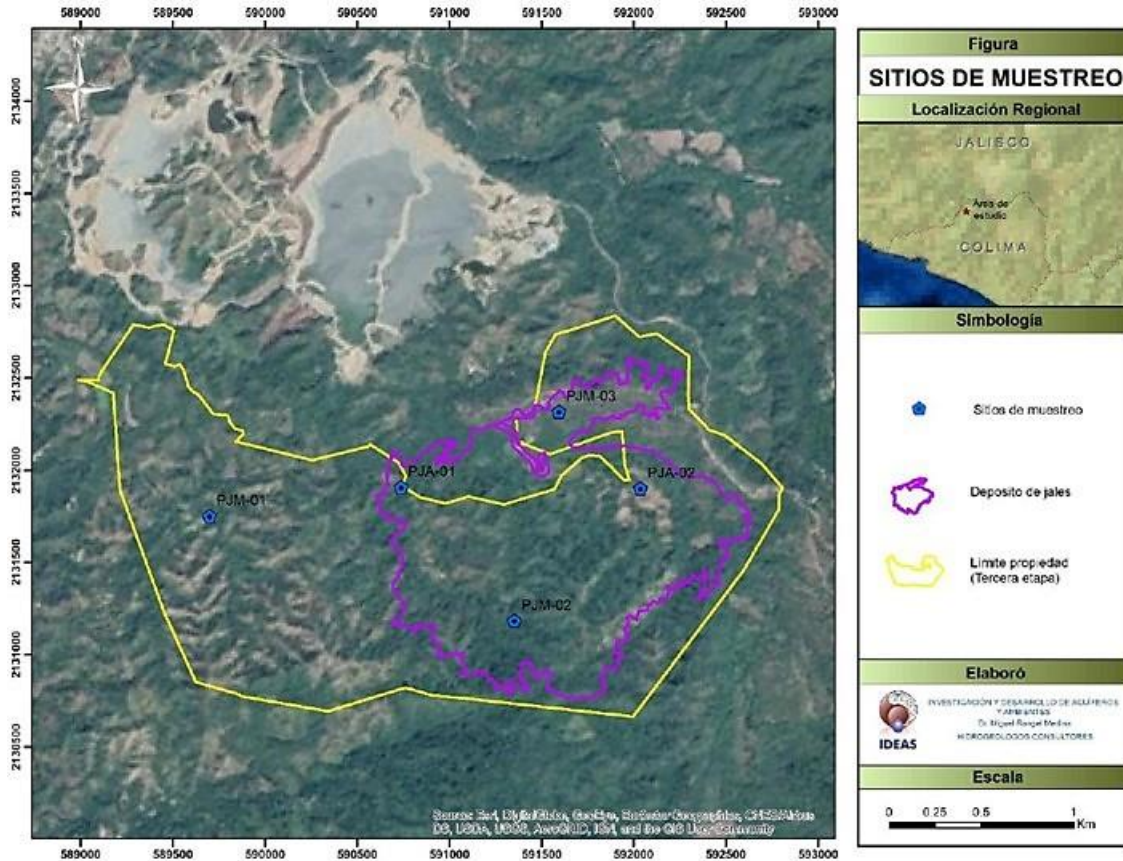


Figura IV. 60 Sitios de muestreo de calidad del agua en el área del proyecto.

En la siguiente tabla se presentan los resultados del laboratorio obtenidos del análisis de las muestras de agua tomadas de escorrentías subsuperficiales o hipodérmicas. A dicha tabla se le agregó una columna que incluye los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996, con la finalidad de comparar los resultados obtenidos e identificar los valores de las muestras que pudieran presentar concentraciones superiores a las permitidas por la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Tabla IV. 26 Resultados de laboratorio de muestras de escorrentías subsuperficiales o hipodérmicas.

PARÁMETRO	UNIDADES	PJM-01	PJM-02	PJM-03	LMP NOM-001-SEMARNAT-1996
<b>Análisis de campo</b>					
pH en campo	U pH	6	6.9	7.2	5 a 10
<b>Análisis de laboratorio</b>					
Calcio total	mg/L	20	10.07		

PARÁMETRO	UNIDADES	PJM-01	PJM-02	PJM-03	LMP NOM-001-SEMARNAT-1996
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	71.7	37.8		
Mercurio total	mg/L	ND	ND	ND	<b>0.01</b>
Potasio total	mg/L	4.76	3.33	3.33	
Magnesio total	mg/L	6.04	3.7	4.42	
SAAM	mg/L	0.0773	0.0358	0.0912	
Sólidos disueltos totales	mg/L	172	100	96	
Trihalometanos totales	mg/L	0.00053	0.00047	0.00063	
<b>Alcalinidad</b>					
Alcalinidad a la fenolftaleína	mg/L CaCO <sub>3</sub>	ND	ND	ND	
Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	124.3	53.3	58.8	
Bicarbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	124.3	53.3	58.8	
Carbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0	0	0	
Hidróxilos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0	0	0	
<b>Biológicos</b>					
Coliformes fecales	NMP/100 mL	>8	>8	>8	<b>1000</b>
Coliformes totales	NMP/100 mL	>8	>8	>8	<b>1000</b>
<b>Fisicoquímicos</b>					
Cianuros totales	mg/L	0.0009	0.0012	0.0019	<b>1</b>
Fenoles totales	mg/L	ND	ND	ND	
Fluoruros	mg/L	0.074	0.0749	0.1447	
Nitrógeno amoniacal	mg/L	0.2295	0.0274	0.0315	
Nitritos	mg/L	0.0172	0.014	0.015	
Nitratos	mg/L	0.2784	0.4879	0.8265	
Sulfatos	mg/L	50.396	28.141	13.297	
Cloruros	mg/L	ND	ND	ND	
Color verdadero	U Pt/Co	>70	20	>70	
Olor	No. UMBRAL	4	1	4	
Sabor	No. UMBRAL	NE	NE	NE	
Turbiedad	UTN	8.2	5.1	>10	
<b>Metales</b>					
Aluminio total	mg/L	0.20302	0.26698	1.0706	
Arsénico total	mg/L	ND	ND	ND	<b>0.2</b>
Bario total	mg/L	0.11038	0.0295	0.05905	
Cadmio total	mg/L	ND	ND	ND	<b>0.2</b>
Cromo total	mg/L	ND	0.00224	0.00268	<b>1</b>
Cobre total	mg/L	0.00703	0.00748	0.01337	<b>4</b>
Fierro total	mg/L	20.733	0.52453	1.6366	
Manganeso total	mg/L	0.96066	0.02517	0.04369	
Sodio total	mg/L	20.69	15.145	14.498	

PARÁMETRO	UNIDADES	PJM-01	PJM-02	PJM-03	LMP NOM-001-SEMARNAT-1996
Plomo total	mg/L	ND	ND	ND	0.5
Zinc total	mg/L	0.00523	0.0035	0.02625	10

Como se puede observar en la tabla anterior, los parámetros que se incluyen dentro de la **NOM-001-SEMARNAT-1996**, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles.

#### IV.3.6.6. Muestreos de agua arroyo Palo Verde

Como se mencionó antes, se recolectaron dos muestras de agua del arroyo Palo Verde, lo que permitió conocer la hidrogeoquímica del lugar y obtener la línea base de la calidad del agua. Los resultados del laboratorio se incluyen en la siguiente tabla, a la cual se le agregó una columna que incluye los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996 con el fin de comparar los resultados obtenidos e identificar los valores de las muestras que pudieran presentar concentraciones superiores a las permitidas por dicha norma. Los números en rojo indican que el parámetro excede el LMP.



Tabla IV. 27 Resultados de laboratorio de muestras de agua superficial tomadas en el arroyo Palo Verde.

PARÁMETRO	UNIDADES	SITIO		LMP NOM-001-SEMARNAT-1996
		PJA-01	PJA-02	
Análisis de campo				
Materia flotante en campo	-	Ausente	Ausente	Ausente
pH en campo	U pH	7.1	7.5	5 - 10
Temperatura en campo	°C	22	23	40
Análisis de laboratorio				
Mercurio total	mg/L	ND	ND	0.01
Coliformes fecales	NMP/100 mL	2400	430	1000
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) total	mg/L	ND	ND	30
Demanda química de oxígeno (DQO) total	mg/L	6	3	
Grasas y aceites	mg/L	ND	ND	25
Huevos de helminto	HH/L	<0.2	<0.2	1
Sólidos sedimentables	mL/L	0.1	ND	2
Sólidos suspendidos totales	mg/L	32	12.5	60
Cianuros totales	mg/L	0.0031	ND	
Nitrógeno total	mg/L	0.848	0.832	25
Nitritos	mg/L	0.0225	0.0223	
Nitratos	mg/L	0.2233	0.1507	
Arsénico total	mg/L	ND	ND	0.2
Cadmio total	mg/L	ND	ND	0.2
Cromo total	mg/L	0.0037	0.0033	1
Cobre total	mg/L	ND	ND	6
Níquel total	mg/L	ND	0.0018	4
Plomo total	mg/L	ND	ND	0.4
Zinc total	mg/L	0.0173	0.0216	20
Nitrógeno total Kjeldhal	mg/L	0.602	0.659	
Fósforo total	mg/L	0.1303	0.0875	10

Como se puede ver en la tabla anterior, el único parámetro que excede el LMP establecido por la NOM-001-SEMARNAT-1996, es el de coliformes fecales en el sitio PJA-01 (ver la siguiente figura).

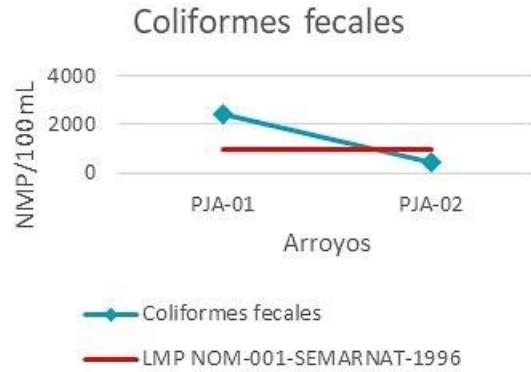


Figura IV. 61 Coliformes fecales presentes en el agua del arroyo Palo Verde, comparado con el LMP de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

El resto de los parámetros se encontraron por debajo del LMP conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996, ver la siguiente figura.

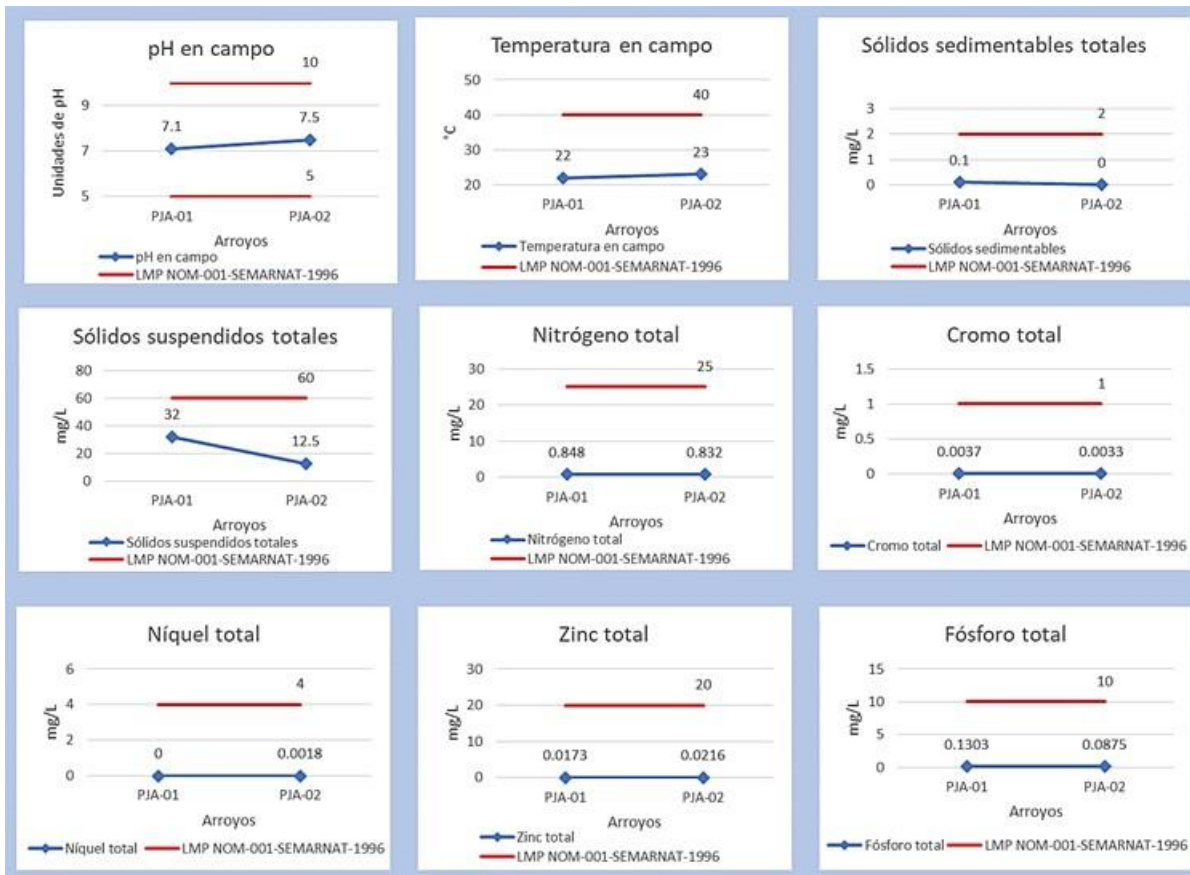


Figura IV. 62 Parámetros de las muestras del arroyo Palo Verde que no excedieron el LMP conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996.

## Conclusión

La calidad del agua muestreada de las escorrentías subsuperficiales o hipodérmicas, así como del arroyo Palo Verde indicó que todos los parámetros, a excepción de coliformes fecales, estuvieron por debajo de los límites establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996. En relación al proyecto, este no generará un cambio en la calidad del agua debido a que se llevará a cabo la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar la contaminación del sitio, así como medidas adicionales enfocadas a prevenir el derrame de hidrocarburos (para mayor detalle ver el Capítulo VI).

### IV.3.6.7. Clasificación del agua subterránea

Para la caracterización de familias de agua se utilizaron los diagramas triangulares de Piper y los diagramas de Stiff, los cuales son gráficos que se basan en la clasificación por balance de masas y permiten zonificar la presencia de diferentes tipos de familias hidrogeoquímicas.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de Piper, en el cual se graficaron los iones mayoritarios de las muestras de agua subterránea presente en los escurrimientos PJM-01, PJM-02 y PJM-03. En él se distingue un solo tipo de familia de agua, la cual corresponde a Bicarbonatada-Sódica-Cálcica ( $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$ ).

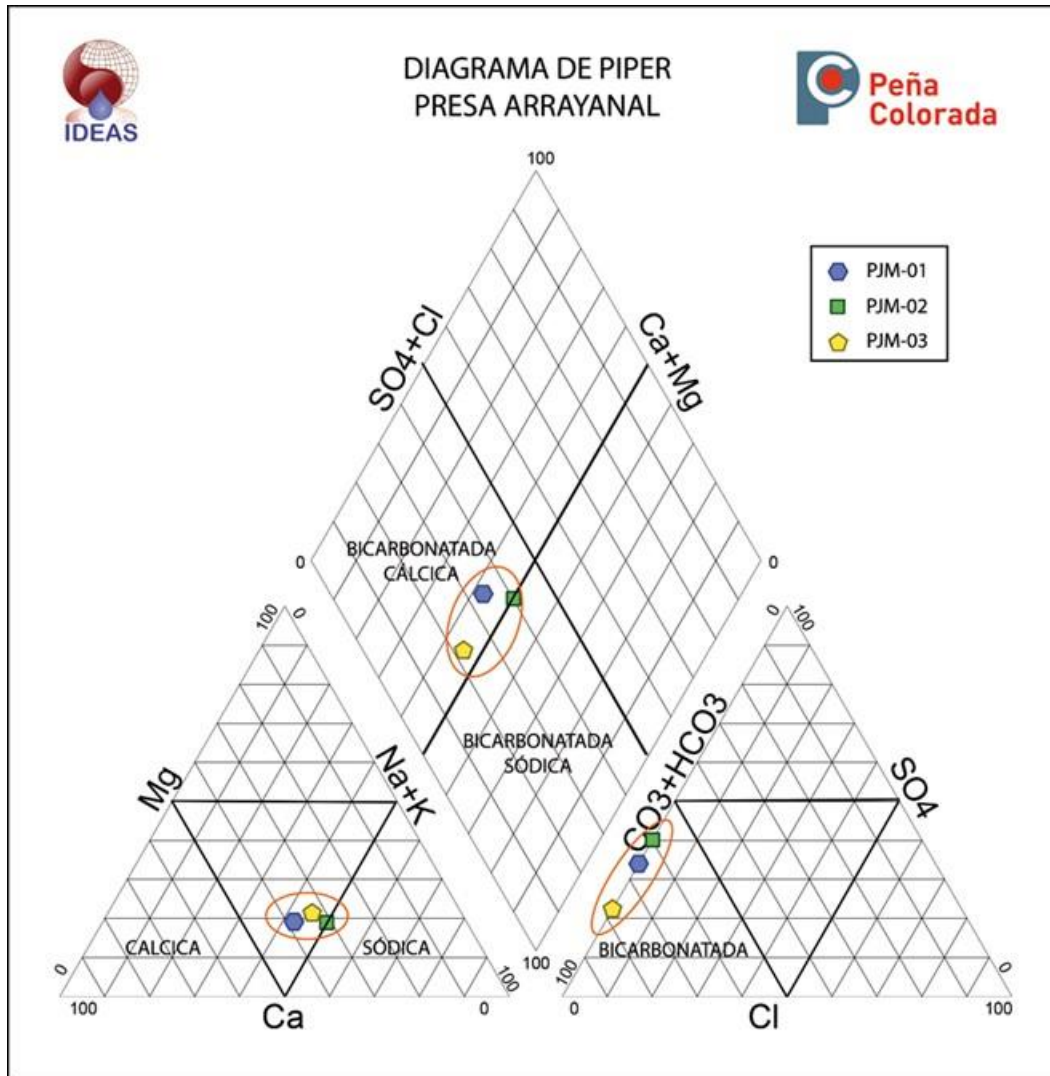


Figura IV. 63 Diagrama de Piper de los escurrimientos en el área del proyecto.

Los iones principales que componen las muestras de agua de los escurrimientos en el área del proyecto son el bicarbonato, el sodio y el calcio.

Según el esquema trazado por Domenico (1972, citado en Freeze y Cherry, 1979) se puede definir que las aguas bicarbonatadas y poco salinas corresponden a una zona superior, con flujo activo, generalmente con recorridos cortos y tiempos de permanencia relativamente cortos (de años o decenas de años), como es el caso del agua de los escurrimientos cercanos al área del proyecto que se encuentran aflorando en la superficie, y se ven influenciados, tanto en cantidad como en calidad, por el agua de lluvia.

#### IV.3.6.8. Vulnerabilidad del acuífero

La vulnerabilidad de un acuífero, se refiere a la sensibilidad en la calidad del agua subterránea ante una carga contaminante impuesta, la cual es determinada por las características intrínsecas del acuífero. Es una propiedad relativa, no medible y adimensional, y su evaluación se realiza admitiendo que es un proceso dinámico e iterativo. El grado de vulnerabilidad puede expresarse mediante índices, los índices más utilizados son GOD y DRASTIC, los cuales consideran las características físicas propias del marco hidrogeológico que afectan a la potencial contaminación del agua. A continuación, se analizan cada uno de estos índices. (GOD y DRASTIC).

##### Método GOD

Por su estructura simple y pragmática, es el método utilizado en primer lugar para estimar la vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero. Entre las desventajas es que toma simplificaciones muy grandes como no tener en cuenta el tipo de suelo, la infiltración efectiva ni la dispersión/dilución de contaminantes dentro del acuífero, por lo que se pierde definición y no es posible diferenciar un tipo de contaminante de otro. El método GOD se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a tres variables, que son las que nominan el acrónimo.

Independientemente de lo anterior, para la determinación de la vulnerabilidad de un acuífero de acuerdo con el Anexo Normativo 2: Método para evaluar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación, de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, se emplea el método GOD el cual es utilizado, para la definir la vulnerabilidad de un acuífero o contaminación, este método es sencillo y sistemático. Se define por la siguiente expresión:

$$VAq = (G) (O) (D)$$

Dónde:

**VAq** = Índice de vulnerabilidad del acuífero

**G** = Confinamiento hidráulico del agua subterránea

**O** = Granulometría y litología sobreyacente

**D** = Profundidad del agua subterránea

En el caso del confinamiento hidráulico del agua subterránea (**G**), su valor se obtiene de la siguiente tabla:

**Tabla IV. 28 Confinamiento hidráulico del agua subterránea.**

CONFINAMIENTO HIDRAULICO	ÍNDICE
Surgente o artesiana	0.0
Confinada	0.2
Semi-confinada	0.4
Libre o freática	0.6
Subálvea o freática aflorante	1.0

**Granulometría y litología sobreyacente (O).** Se refiere a la litología de la zona saturada; es decir, se evalúa teniendo en cuenta el grado de consolidación y las características litológicas; en consecuencia, mide la permeabilidad, así como la porosidad (ver la siguiente tabla).

**Tabla IV. 29 Granulometría y litología sobreyacente.**

ESTRATOS SOBREYACENTES			ÍNDICE
NO CONSOLIDADAS (SEDIMENTOS)	CONSOLIDADAS		
	(ROCAS POROSAS)	(ROCAS DENSAS)	
Arcillas lacustres/estuarinas, suelos residuales			0.4
Limos aluviales, loess, till glacial	Lutitas, pizarras		0.5
Arenas aluviales y fluvioglaciales	Limolitas, toba volcánica	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6
Arena eólica	Areniscas	---	0.7
Gravas aluviales y eluviales	---	Lavas recientes	0.8
---	Caliche, calcarenitas	---	0.9
---	---	Calcretitas y calizas karstificadas	1.0

**Profundidad del agua subterránea (D).** Se utilizará el acuífero menos profundo en la evaluación de la vulnerabilidad, excepto cuando existan pequeños acuíferos colgados (ver la siguiente tabla).

Tabla IV. 30 Profundidad del agua subterránea.

PROFUNDIDAD	ÍNDICE
Mayor a 50 m	0.60
Entre 20 – 50 m	0.70
Entre 5 – 20 m	0.80
Menor a 5 m	0.90

Valoración del índice de vulnerabilidad del acuífero. Se considerará un acuífero vulnerable cuando el valor de dicho índice sea mayor a 0.25.

### Vulnerabilidad del acuífero en el área del proyecto

A continuación, se muestra el cálculo del índice de vulnerabilidad en el área del proyecto, considerando los datos obtenidos para la litología, profundidad del nivel estático y el confinamiento hidráulico. Puesto que en el área de estudio no se cuenta con aprovechamientos para medir directamente las variables necesarias para definir la vulnerabilidad, los datos utilizados para realizar el correspondiente cálculo fueron obtenidos con base en la interpretación de los resultados de los sondeos geofísicos electromagnéticos (TEM's).

**G** = 0.2 (Confinado)

**O** = 0.6 (Formaciones ígneas, granito)

**D** = 0.60 (Mayor a 50 m)

$$VAq = (0.2) (0.6) (0.60)$$

$$VAq = 0.072$$

De acuerdo a la **NOM-141-SEMARNAT-2003**, se considerará un acuífero vulnerable cuando el valor de dicho índice sea mayor a 0.25. **En el caso del acuífero no sobrepasa el LMP que es 0.25, por lo que se considera que el acuífero no es vulnerable en este lugar.**

## Método DRASTIC

El método DRASTIC es el más utilizado y suele ser muy útil cuando se quiere construir mapas de vulnerabilidad con datos de profundidad de agua, recarga neta, litología del acuífero, tipo de suelo, topografía, naturaleza de la zona no saturada y conductividad hidráulica. Estos datos son mayores a los que considera el método GOD.

Es un método usado tanto para la cualificación como para la cartografía y se basa en la asignación de índices que van de 1 (mínima vulnerabilidad) a 10 (máxima vulnerabilidad), de acuerdo a las características y el comportamiento de las variables consideradas en el acrónimo DRASTIC:

**D: depth.** Profundidad del agua subterránea

**R: recharge.** Recarga neta

**A: aquifer.** Litología del acuífero

**S: soil.** Tipo de suelo

**T: topography.** Topografía

**I: impact.** Naturaleza de la zona no saturada

**C: hydraulic conductivity.** Conductividad hidráulica del acuífero

Además de la valoración de 1 a 10 que se da a cada parámetro, se pondera su influencia dentro de la evaluación de la vulnerabilidad mediante la asignación de unos pesos de 1 a 5. Ambos índices se multiplican y se suman los siete resultados para obtener una valoración final, según se indica en la siguiente expresión:

$$\text{DRASTIC} = (Dr \cdot Dw) + (Rr \cdot Rw) + (Ar \cdot Aw) + (Sr \cdot Sw) + (Tr \cdot Tw) + (Ir \cdot Iw) + (Cr \cdot Cw)$$

**r:** indica factor de clasificación o valoración

**w:** indica factor de ponderación

**D:** Se refiere a la distancia que existe entre la superficie del suelo y el nivel freático. Este valor se obtiene de los monitoreos piezométricos mensuales en el área del proyecto.



Los valores que adoptan los factores de clasificación y de ponderación para cada parámetro se resumen en las siguientes tablas:

**Tabla IV. 31 Valoración de la profundidad agua subterránea.**

PROFUNDIDAD (m)	VALORACIÓN Dr
0 - 1.5	10
1.5 - 4.6	9
4.6 - 9.1	7
9.1 - 15.2	5
15.2 - 22.9	3
22.9 - 30.5	2
>30.5	1

**R:** Se refiere al volumen de agua total que recarga el acuífero. Este valor se obtiene al realizar el balance hidrológico.

**Tabla IV. 32 Valoración de la Recarga neta.**

RECARGA (mm)	VALORACIÓN Rr
0 - 50	1
50 - 103	3
103 - 178	6
178 - 254	8
>254	9

**A:** Se refiere al tipo de material que conforma el acuífero. La estratigrafía de los piezómetros detalla esta información.

**Tabla IV. 33 Valoración del tipo de acuífero.**

TIPO DE ACUÍFERO	RANGO DE CLASIFICACIÓN AR
Lutita masiva	1 – 3
Metamórfica / Ígnea	2 – 5
Metamórfica / Ígnea meteorizada	3 – 5
Till glacial	4 – 6
Secuencias de arenisca, caliza y lutitas	5 – 9
Arenisca masiva	4 – 9
Caliza masiva	4 – 9
Arena o grava	4 – 9
Basaltos	10 – 2
Caliza kárstica	9 – 10

**S:** El tipo de suelo es la cobertura que tiene la superficie en estudio. Esta información también se obtiene de la estratigrafía de los piezómetros.

Tabla IV. 34 Valoración del tipo de suelo.

TIPO DE SUELO	VALORACIÓN SR
Delgado o ausente	10
Grava	10
Arena	9
Agregado arcilloso o compactado	7
Arenisca margosa	6
Marga	5
Limo margoso	4
Arcilla margosa	3
Estiércol – cieno	2
Arcilla no compactada y no agregada	1

**T:** Se refiere a la pendiente topográfica de la zona de estudio. Esta información se obtiene a partir de las curvas topográficas.

Tabla IV. 35 Valoración del porcentaje de pendiente.

PENDIENTE (%)	VALORACIÓN TR
0 – 2	10
2 – 6	9
6 – 12	5
12 – 18	3
>18	1

**I:** Se refiere al material que conforma la zona superior del acuífero que no está saturada de agua. Esta información se obtiene de la estratigrafía de los piezómetros.

Tabla IV. 36 Valoración de la naturaleza de la zona no saturada

NATURALEZA DE LA ZONA NO SATURADA	VALORACIÓN IR
Capa confinante	1
Cieno – arcilla	2 – 6
Lutita	2 – 5
Caliza	2 – 7
Arenisca	4 – 8
Secuencias de areniscas, caliza y lutita	4 – 8
Arena o grava con contenido de cieno y arcilla significativo	4 – 8
Metamórfica / Ígnea	2 – 8
Grava y arena	6 – 9
Basalto	2 – 10
Caliza kárstica	8 – 10

**C:** La conductividad hidráulica es la facilidad que un cuerpo ofrece a ser atravesado por un fluido, en este caso agua. La conductividad se obtiene de las pruebas de permeabilidad efectuadas en campo.

Tabla IV. 37 Valoración de la conductividad hidráulica

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA		VALORACIÓN CR
cm/día	m/día	
0.04 – 4.08	$4.6 \times 10^{-5} - 4.7 \times 10^{-3}$	1
4.08 – 12.22	$4.7 \times 10^{-3} - 1.4 \times 10^{-2}$	2
12.22 – 28.55	$1.4 \times 10^{-2} - 3.4 \times 10^{-2}$	3
28.55 – 40.75	$3.4 \times 10^{-5} - 4.7 \times 10^{-2}$	6
40.75 – 81.49	$4.7 \times 10^{-2} - 9.5 \times 10^{-2}$	8
>81.49	$>9.5 \times 10^{-2}$	10

Tabla IV. 38 Factor de ponderación del método DRASTIC

Dw	Rw	Aw	Sw	Tw	Iw	Cw
5	4	3	2	1	5	3

La valoración de los parámetros mostrados en las tablas anteriores indica: 1 la mínima vulnerabilidad y el 10 la máxima. Además de lo expresado, a cada variable se le asigna un peso o ponderación, de acuerdo a la influencia respecto a la vulnerabilidad. Para el peso ponderado se emplean índices entre 1 y 5, adoptando los valores del mayor (5) para la profundidad del agua (D) y la litología de la sección subsaturada (I) y el menor (1) para la topografía (T).

Ambos índices se multiplican, y luego se suman los 7 resultados para obtener un valor final o índice de vulnerabilidad, cuyos extremos son 23 (mínima) y 230 (máxima), aunque en la práctica el índice dominante varía entre 50 y 200.

En la siguiente tabla se indica el grado de vulnerabilidad en función del valor obtenido por el método DRASTIC.

Tabla IV. 39 Vulnerabilidad general.

GRADO DE VULNERABILIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD
Muy bajo	23 – 64
Bajo	65 – 105
Moderado	106 – 146
Alto	147 – 187
Muy alto	188 - 230

### Vulnerabilidad en el área del proyecto

A continuación se muestra el cálculo de vulnerabilidad a través del método DRASTIC, considerando todos los factores de ponderación anteriormente descritos:

$D_r = 1$  (>30.5 m)

$R_r = 9$  (>254 mm)

$A_r = 5$  (Rocas ígneas)

$S_r = 5$  (Regosol, feozem, cambisol)

$T_r = 5$  (6 - 12 %)

$I_r = 5$  (Ígnea)

$C_r = 3$  (12.22 – 28.55 cm/día)

$$DRASTIC = (1*5)+(9*4)+(5*3)+(5*2)+(5*1)+(5*5)+(3*3)$$

$$DRASTIC = 105$$

**El acuífero se localiza en el rango de valor DRASTIC de 65 a 105 lo que significa una vulnerabilidad baja.**

Adicional a lo anterior, y con la finalidad de demostrar que la pila de jales secos no generará contaminantes al subsuelo y en consecuencia al acuífero, se realizó un **Estudio Geoquímico** específico para el proyecto. Los resultados se muestran a continuación.

Para mayor referencia de la metodología, el estudio completo se incluye dentro de los anexos de la MIA.

#### IV.3.6.9. Análisis geoquímico de la pila de jales

Con la finalidad de demostrar que el apilamiento de jales secos no implicará un riesgo para el agua subterránea por la generación de drenaje ácido de roca (ARD), ni lixiviación de metales (ML), se llevó a cabo el estudio de geoquímica, cuyos resultados se muestran a

continuación. Para mayor detalle, se incluye el estudio de geoquímica, dentro de los anexos digitales del capítulo IV.

### Geoquímica de los jales

El mineral de hierro se ha clasificado localmente como de dos tipos: masivo y diseminado, con diferentes asociaciones minerales y texturales. Ambos tipos de mineral están relacionados y los cambios se producen gradualmente entre sí en direcciones verticales u horizontales. El mineral diseminado muestra los efectos de diversos períodos de actividad hidrotérmica, lo que ha resultado en una reducción de la calidad y cantidad del mineral de hierro (Alva-Valdivia, 1996 et al.).

El mineral está presente en tres diferentes horizontes de mineralización, dos estratos confinados, y el tercero es un cuerpo de brechas subvertical. Conforme a los análisis de laboratorio los jales están compuestos por la presencia de minerales (magnetita, hematita) y pirita, el cual fue el mineral sulfurado principal. La calcita estuvo presente en todas las muestras con una concentración promedio de 6.6%wt.

La información mineralógica para los jales históricos se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 40 Resultados Históricos de la Mineralogía de los Jales.**

Mineral	Formula	ML Rivas S. 2009				ML Rivas S. 2011			ML Rivas S. 2015			Instituto de Geología UNAM (Feb. 2020)							
		Fila 1 " Dia. Min.		Fila 2 " Dia. Min.		M-1	M-2	M3	Fila			Caracterización de los jales							
		Sílice en Conc.		Sílice en Conc.					Fino	Fino	Arrea	Presa de Jales Guasimas							
		Interior	Alto	Interior	Alto	UF Cableteq	Ciclones de reboso	Flujo de descarga inferior	PC-V-18	PC-V-43	PC-V-60	PC-V-69	PC-T-11	PC-T-18	PC-T-21	PC-T-23			
Magnetita	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0.69	1.9	0.97	0.83	7.25	5.12	3.53	2	6.22	2.76	7.9	7.8	6.9	10.1	7.5	10.2	9	9.8
Pirita	FeS <sub>2</sub>	4.82	4.04	3.76	6.11	8.25	21.06	13.48	3.69	3.26	3.66	2.1	2.4	1.6	2.5	3.7	3.2	3.4	2.6
Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.38	0.77	0.49	0.08	0.29	1.16	0.51	2.1	2.2	1.5	1.9					3	1.8
Piroxenos (Augita-Enstatita)	(AlSi) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> Ca (Mg, Fe, Al)								5.92	12.1	5.94	29.7	32.1	30.8	28.5	22.3	15.2	18.8	33.7
Plagioclasa (Albita)	(Si <sub>3</sub> AlO <sub>8</sub> )Na	48.03	41.18	38.82	38.63	17.28	16.86	15.28		8.14	5.7	34.1	30.9	36.5	33.8	39.8	42.2	38.5	27.1
Feldespatos (Ortoclasa)	(Si <sub>4</sub> O <sub>8</sub> )Na <sub>2</sub> Mg(Si <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub>	15.55	13.26	32.67	29.81	13.22	6.22	10.55	13	4.49	10.54	7.3	7.9	5.6	5.7	7.6	9.6	5.8	8.2
Calota	CO <sub>3</sub> Ca	3.58	7.78	4.12	8.16	16.05	5.11	9.96	12.78	10.80	8.08	3.4	4	2.9	4.5	3.1	5.1	5.2	3.4
Aragonita	CO <sub>3</sub> Ca											3.4	4	2.9	4.5	5.7	6.8	7.8	4
Clasito	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O													2.8	3.2	3.3		2.9	2.7
Filossilicato (Clorita, Berlemu, Chamosita)	S <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (Mg, Fe) <sub>5</sub> (Al, Fe) <sup>+</sup> <sub>2</sub> (OH) <sub>8</sub>	12.87	11.8	12.9	8.16	9.09	14.1	11.29	32.6	35.3	34.6	6.7	6.9	8	6.5	3.9	7.8	5.4	6.7
Cuadro y sílice amorfo	SiO <sub>2</sub>			1.15	0.98	4.15	1.67	3.21	0.83	5.06	6.13								

### Riesgo de drenaje ácido de roca (ARD), y lixiviación de metales (ML)

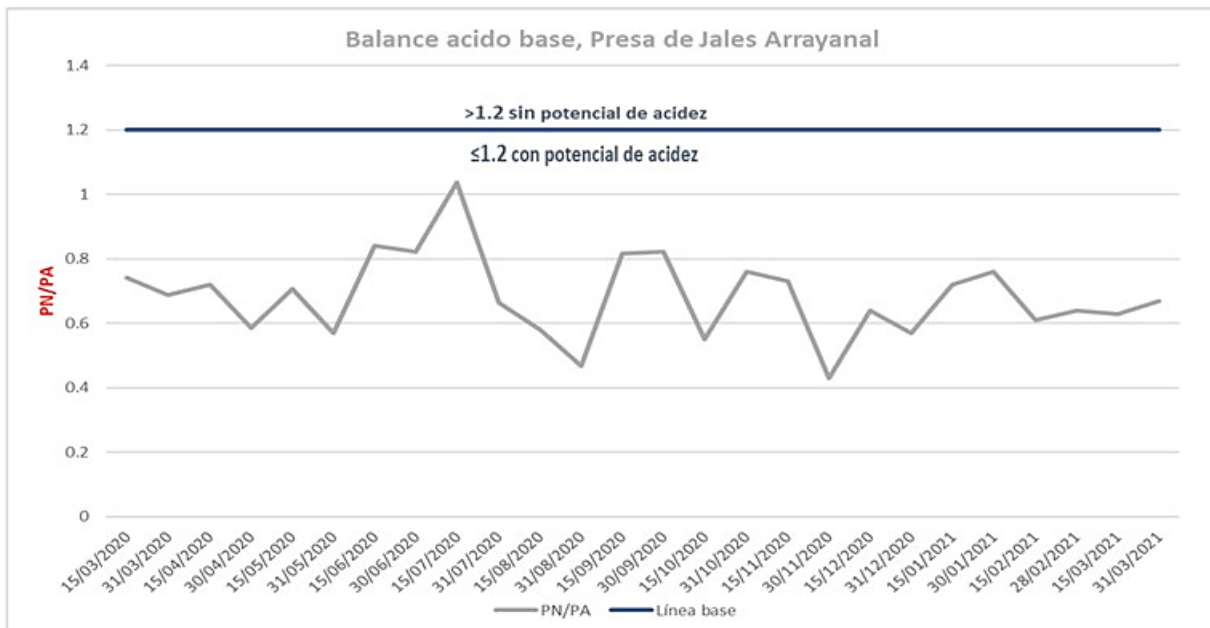
SRK (2020), revisó el riesgo de ARD/ML de los jales tomando como base las pruebas de laboratorio de 30 muestras de jales completadas por la empresa de Peña Colorada. Estas pruebas comprendieron análisis elementales para cuantificar el contenido de metales,

pruebas de lixiviación a corto plazo (para evaluar el riesgo de lixiviación de metales a corto plazo), y balance ácido-base (ABA), para evaluar el riesgo de drenaje ácido.

Los resultados de las pruebas indicaron que los jales no estaban clasificados como peligrosos en base al contenido de metales y las concentraciones de lixiviado (de acuerdo con las normas mexicanas). No obstante, 19 de las 30 muestras se clasificaron como PAG<sup>3</sup>, clasificándose otras ocho (8) muestras como con un riesgo incierto de drenaje ácido (por ejemplo podría ser PAG o NPAG). Solo dos (2) muestras se clasificaron como NPAG.

Adicional a lo anterior, se encontró que las muestras tenían un contenido de sulfuro variable entre 0.4%wt. y 3.3%wt, así como poca capacidad para neutralizar cualquier acidez que genere la oxidación de sulfuros; es decir, la concentración de sulfuros fue el factor principal al determinar si una muestra se clasificaba como PAG o no.

En 2020-2021, la empresa de Peña Colorada llevó a cabo pruebas ABA adicionales en otras 26 muestras de jales (ver la siguiente figura), (PeCo 2021c).



**Figura IV. 64 Riesgo de drenaje ácido de las 26 muestras de jales adicionales.**

<sup>3</sup> Generador Potencial de Drenaje Ácido

La información de las pruebas de ABA indicó que todas las muestras de jales se clasificaron como PAG en base a una relación de Potencial de Neutralización (NP, por sus siglas en inglés) con Potencial de Acidez (AP, por sus siglas en inglés) menor a 1.2<sup>3</sup>. Las concentraciones de sulfuro-azufre fueron moderadas en las 26 muestras, oscilando entre 1.6 y 3.5%wt, con una concentración promedio de 2.2% wt.

### **CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO DE GEOQUÍMICA**

La información geoquímica indica que los jales históricos en la presa son PAG. Se asume que la combinación de un nivel freático elevado dentro de la instalación de almacenamiento de jales Arrayanal y la presencia de calcita reactiva dentro de los jales, ha retrasado el desarrollo de drenaje ácido hasta la fecha.

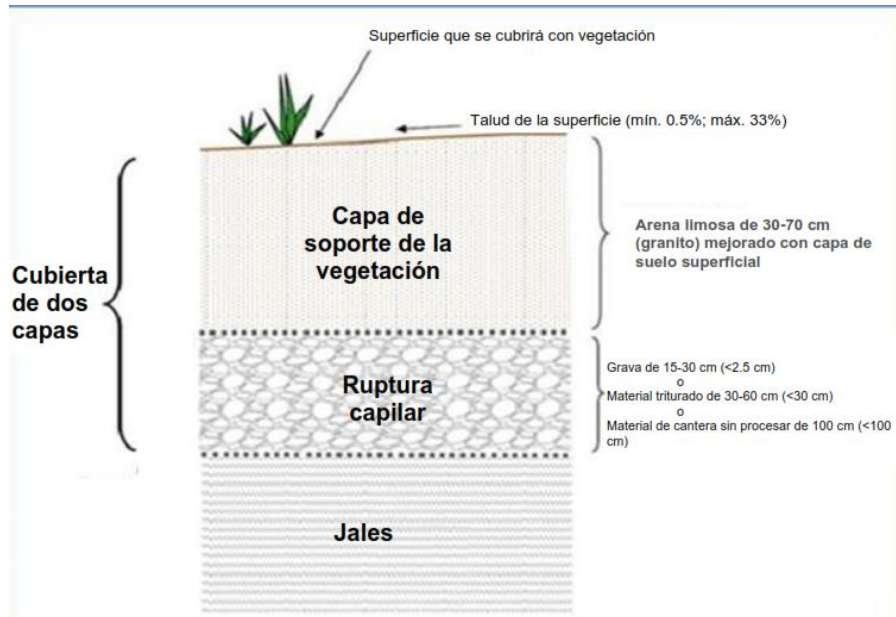
La oxidación de sulfuros está relacionada con mayores concentraciones de sulfato en el agua de contacto, aunque el pH del agua puede permanecer neutral por un período de tiempo considerable hasta que se agote toda la calcita reactiva. Por lo tanto, se puede usar el monitoreo de concentraciones de sulfato en las aguas del emplazamiento como una herramienta de aviso previo indicando que se está produciendo la oxidación de sulfuros y que en algún momento se generará lixiviado ácido en los jales PAG.

En relación al depósito de jales secos (Dry Stack), con el objeto de mantener los jales el menor tiempo posible en contacto con el ambiente, y evitar con ello la generación de drenaje ácido, se tiene considerado el recubrimiento del depósito con los siguientes materiales:

- ✚ Balastre. Grava arenosa y clastos del tamaño de cantos rodados (posible material para la capa de ruptura capilar);
- ✚ Granito. Material de limo arenoso con baja plasticidad (posible capa superior); y
- ✚ Suelo natural. Este material se obtendrá de lo que resulte de la actividad de despalme que se realizará en el sitio. Este material podrá utilizarse para mejorar el balastre a fin

de producir una capa de grano más fino (para contribuir a la retención de humedad) y promover el crecimiento de la vegetación.

La siguiente imagen muestra el concepto de cubierta seca propuesto, diseñado para prevenir la generación del drenaje ácido de rocas reteniendo la humedad en la capa superior.



**Figura IV.1 Propuesta de Cubierta seca para jales secos**

Es importante resaltar, que para evitar el riesgo de que los jales experimenten una oxidación significativa (permitiendo que el hierro férrico, en vez del oxígeno, actúe como el principal agente oxidante en la oxidación de sulfuros), la cubierta se colocará de forma gradual, a medida que las diferentes áreas del depósito alcancen su elevación final. Esto minimizará el tiempo que los jales estarían expuestos al aire y la lluvia.

**Mediante las medidas antes señaladas se prevé disminuir el riesgo de generación de drenaje ácido, evitando con ello cualquier tipo de contaminación por la presencia de jales secos, los cuales no representarían un riesgo ni para el suelo ni el subsuelo.**



## IV.4. Paisaje

El paisaje se describe como todo aquello que forma un conjunto de elementos visuales sobre el horizonte. Se conforma por un conjunto de elementos de tipo fisiográficos o naturales, antrópicos o artificial, sociales o culturales que al ser delimitados por el observador configuran una escena en armonía, con un orden y un significado.

El presente apartado se encarga de analizar la *visibilidad* del paisaje y su *fragilidad*. Para ello se retoman los aspectos físicos del medio abiótico del territorio.

🚦 **Visibilidad:** La visibilidad o pautas de visibilidad (Español Echaniz, 1988) está relacionada con las propiedades visuales de un territorio y se refieren a la relación que existe entre la localización de un objeto y la capacidad que esta ubicación tiene de distribuir su aspecto por la totalidad de dicho territorio.

Para determinar la visibilidad del proyecto se tomará como punto de partida: la identificación y delimitación de **cuencas visuales**, el alcance visual, la accesibilidad visual, así como la configuración del relieve.

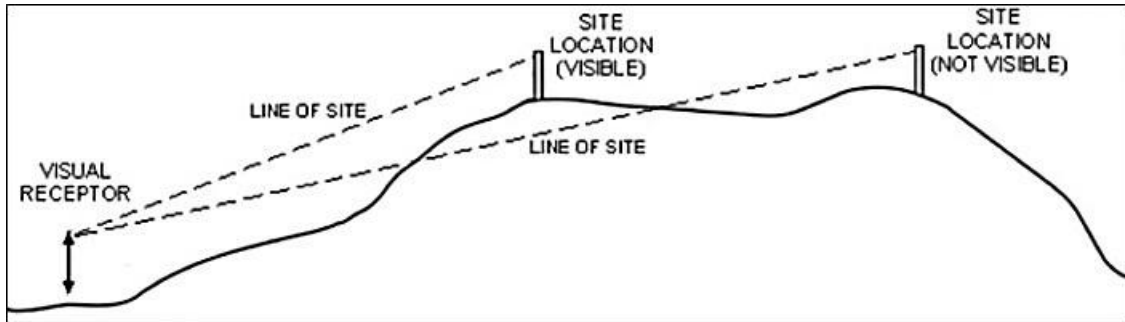
🚦 **Fragilidad del paisaje.** La fragilidad del paisaje está definida como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él; es decir, es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Para determinar la fragilidad se consideró la vegetación y el uso de suelo como los principales indicadores entre un paisaje natural y uno fragmentado.

### IV.4.1. Visibilidad del paisaje

El análisis de visibilidad se ha realizado a partir de las cuencas visuales contempladas por un observador desde carreteras y localidades del SAR.

## Cuencas Visuales

Se define la cuenca visual como el área geográfica que es visible para el ojo humano desde un punto de observación (ver la siguiente figura).



**Figura IV. 65** Esquema de superficies visibles del observador mediante las cuencas visuales.  
Para su mayor apreciación se incluye dentro de los anexos del apartado abiótico.

Con la finalidad de analizar el alcance visual que tendrá el proyecto con respecto a las principales vías de comunicación y localidades, es que se generó la cuenca visual a partir de un Sistema de Información Geográfica (Arc GIS 10.5).

La generación de cuencas visuales permite determinar qué zonas son visibles desde un observador dentro de un Modelo Digital del Terreno (MDT). Para ello se eligieron 2 puntos de observación, que fueron seleccionados por ser los sitios más cercanos al área del proyecto, y desde donde transitan o habita la población. Estos dos puntos fueron los siguientes (ver la siguiente figura):

1. Punto de observación 1 (PO1) desde la carretera Minatitlán Manzanillo, localizado a una distancia de 1.5 km del proyecto.
2. Punto de observación 2 (PO2) desde la localidad El Arrayanal, localizada a una distancia de 1 km del área del proyecto.

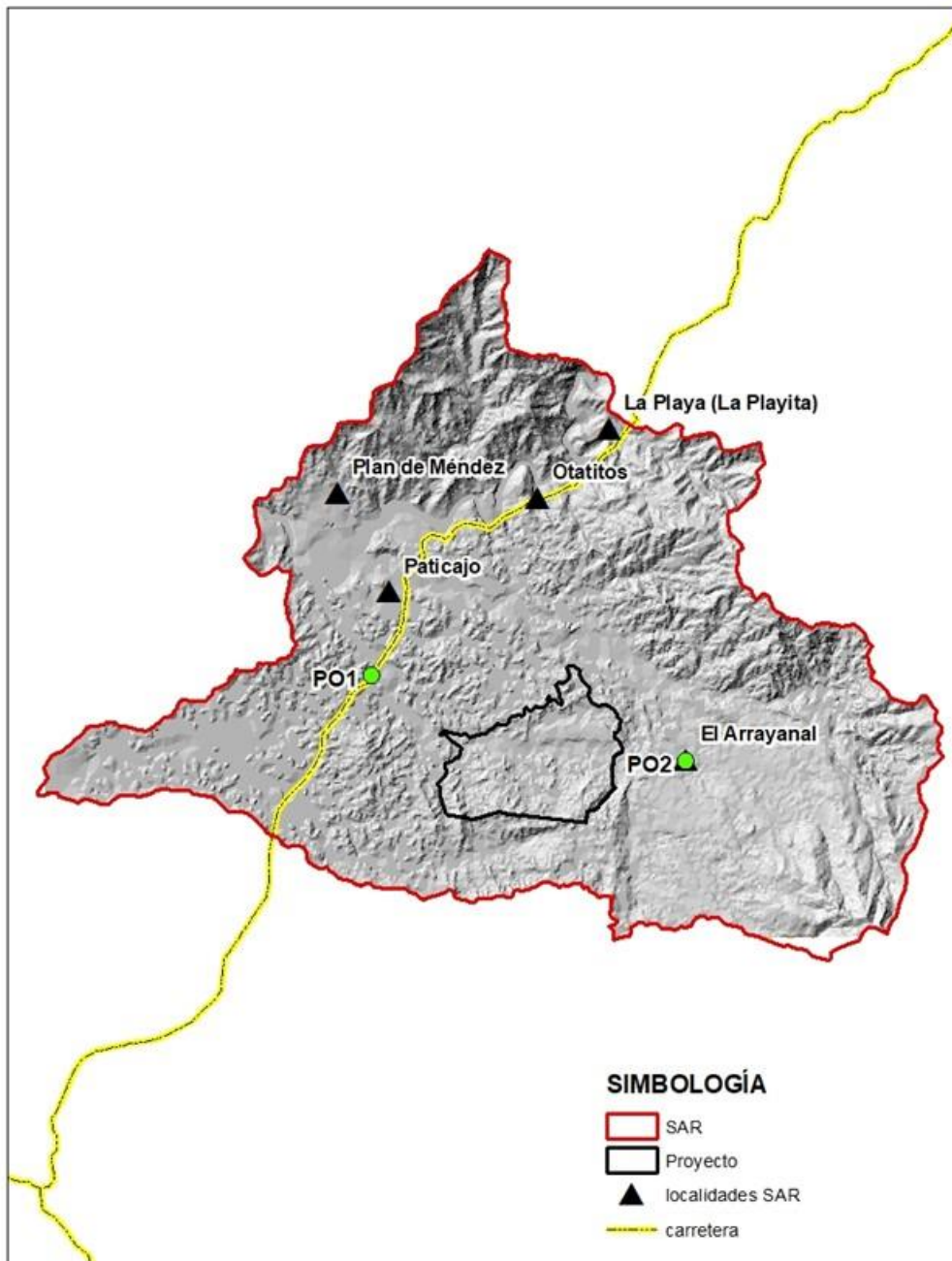


Figura IV. 66 Puntos de observación más próximos al área del proyecto.

Posteriormente, se calcula la visibilidad de los puntos de observación (PO) seleccionados.

El resultado es un mapa en formato ráster donde cada celda adquiere un valor numérico, que indica la visibilidad desde los puntos de observación. El valor 0 corresponde a las celdas

no visibles desde ningún punto de observación (PO1 y PO2). El valor 1 corresponde al área visible desde el PO1, y el valor 2 corresponde al área visible desde el PO2.

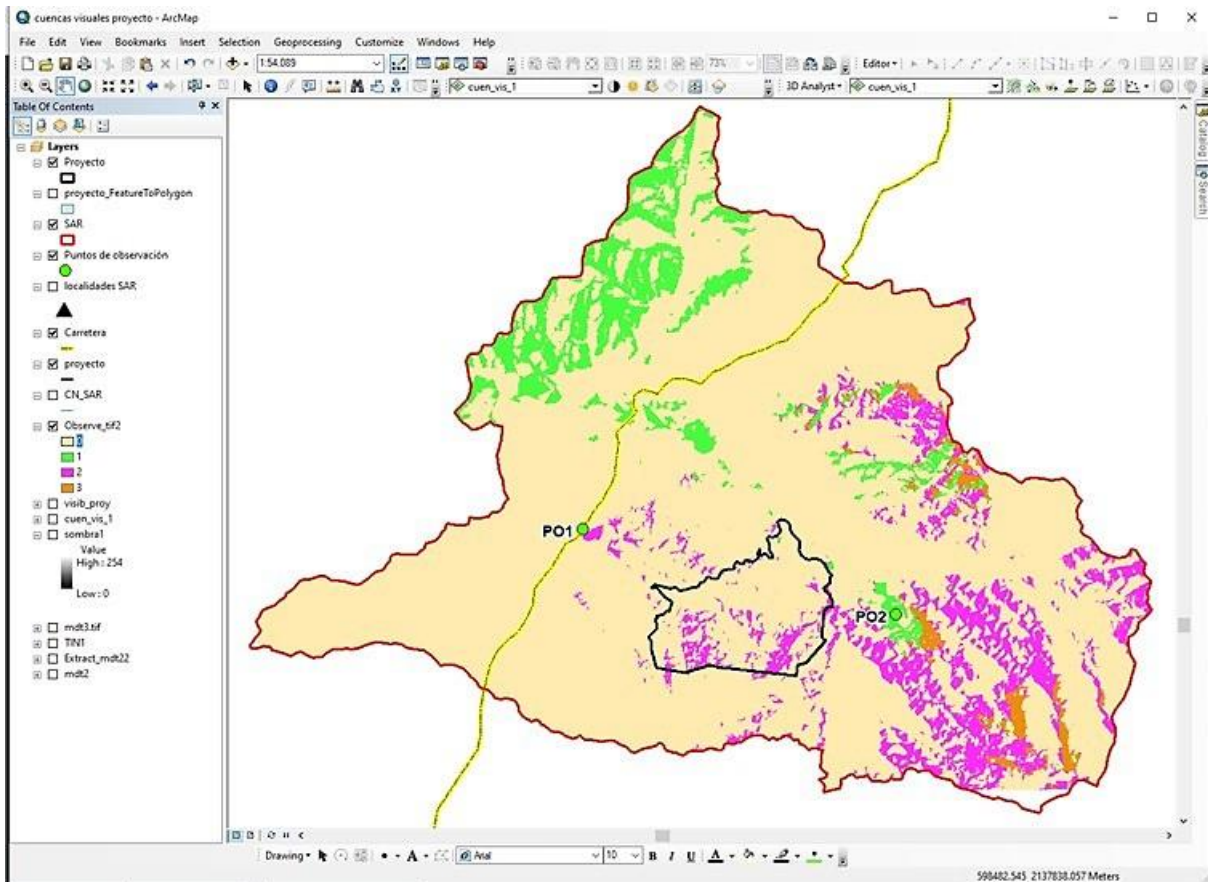
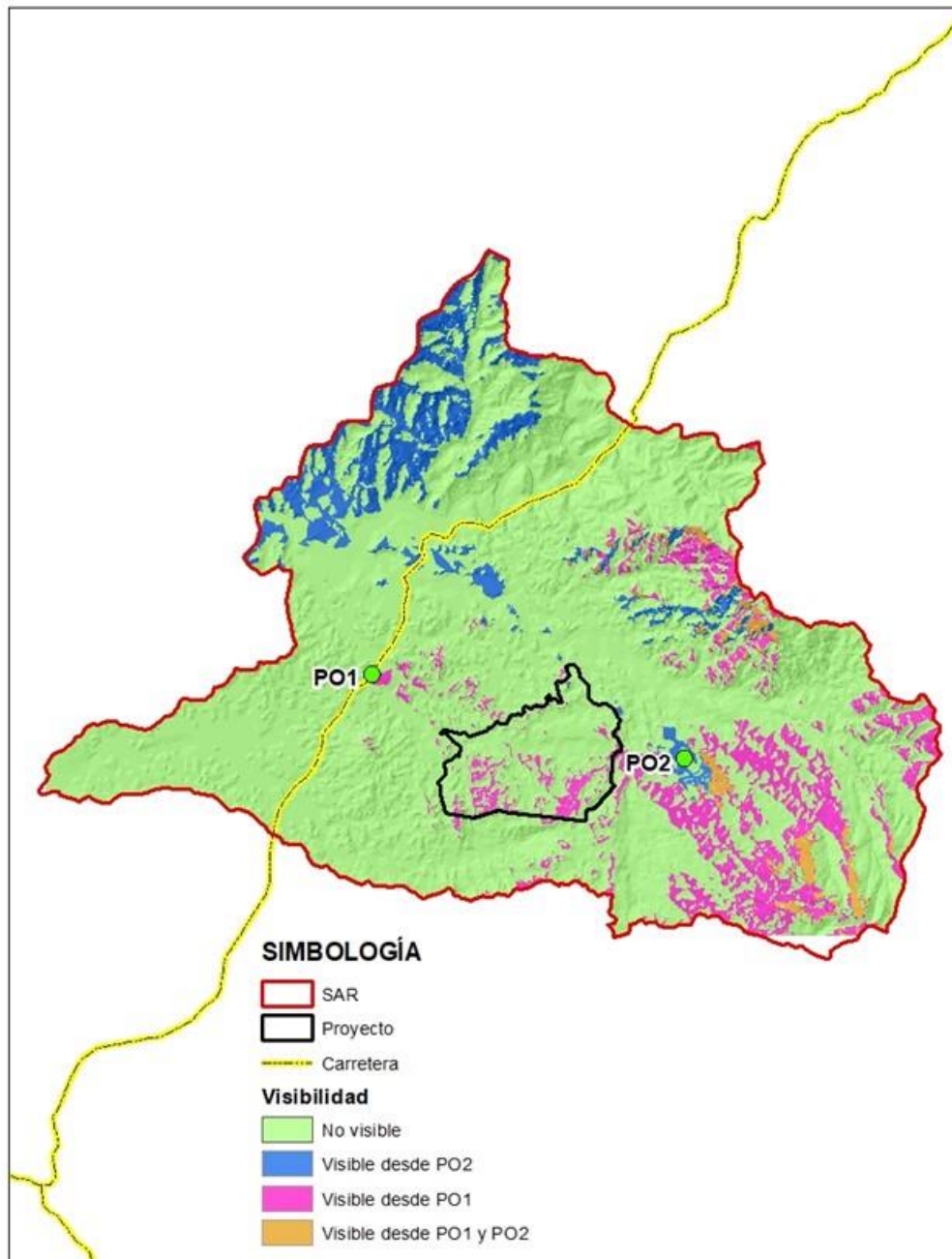


Figura IV. 67 Resultado de las cuencas visuales del SAR, mediante Arc Gis 10.5.

#### IV.4.1.1. Resultados de la modelación de la cuenca visual

En la siguiente figura se pueden ver los resultados para cada uno de los puntos de observación.

- A nivel del SAR, la mayor parte de la superficie no es visible (color verde) desde los puntos de observación seleccionados, esto es debido principalmente a la topografía.
- Las superficies visibles dentro de todo el SAR, corresponde principalmente a las porciones más altas del relieve.



**Figura IV. 68** Visibilidad del SAR desde los puntos de observación seleccionados

En la siguiente figura es posible observar que la mayor parte de la superficie del proyecto (84.82%) no será visible desde los puntos de observación. Desde el PO1 (carretera Minatitlán Manzanillo) se alcanzará a percibir el 15.06% de la superficie del proyecto y desde el PO2 (localidad de El Arrayanal, tan solo se percibirá el 0.12%. Por lo anterior, **sólo**

el 15.18 % de la superficie del proyecto será visible desde los dos puntos más cercanos donde habita y transita la población.

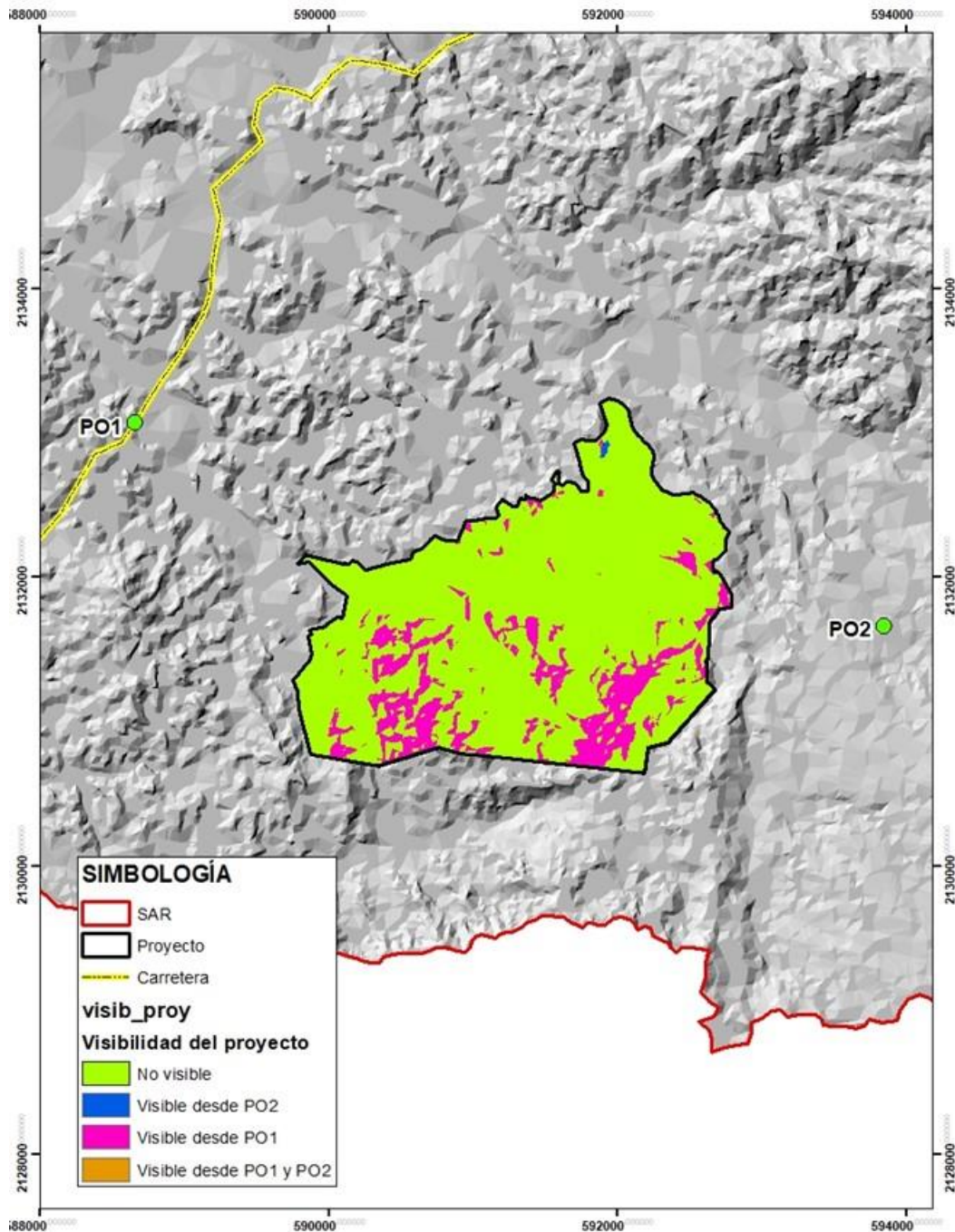


Figura IV. 69 Visibilidad del proyecto desde los puntos de observación seleccionados.

Los principales factores que influyen en la baja visibilidad del proyecto, desde los puntos de observación seleccionados, son básicamente la presencia de vegetación arbórea a lo largo de la carretera, así como el relieve de lomeríos y sierras, lo que limitará la visibilidad del proyecto (ver las siguientes figuras).



**Figura IV. 70** Presencia de vegetación arbórea a lo largo de la carretera Minatitlán Manzanillo.



**Figura IV. 71** Relieve de lomeríos y sierras que limitarán la visibilidad del proyecto.

En conclusión y conforme a los resultados de la modelación de la cuenca visual del proyecto, es posible afirmar que su desarrollo si bien generará un cambio en el paisaje visual, éste solamente podrá ser percibido en un 15.06 % de su superficie desde la carretera Minatitlán Manzanillo.

#### IV.4.2. Fragilidad del paisaje

De forma adicional, se analizó la fragilidad del paisaje a partir del estudio de fragmentación, lo cual permitió identificar el cambio que generará el proyecto en la cobertura vegetal, desde el punto de vista del paisaje.

Al respecto, y de acuerdo con los resultados del estudio de fragmentación, actualmente dentro del área del proyecto se muestra un complejo patrón de fragmentación compuesto por una mezcla de parches de vegetación natural de bosque y selva, con las coberturas no forestales (ver la siguiente figura).

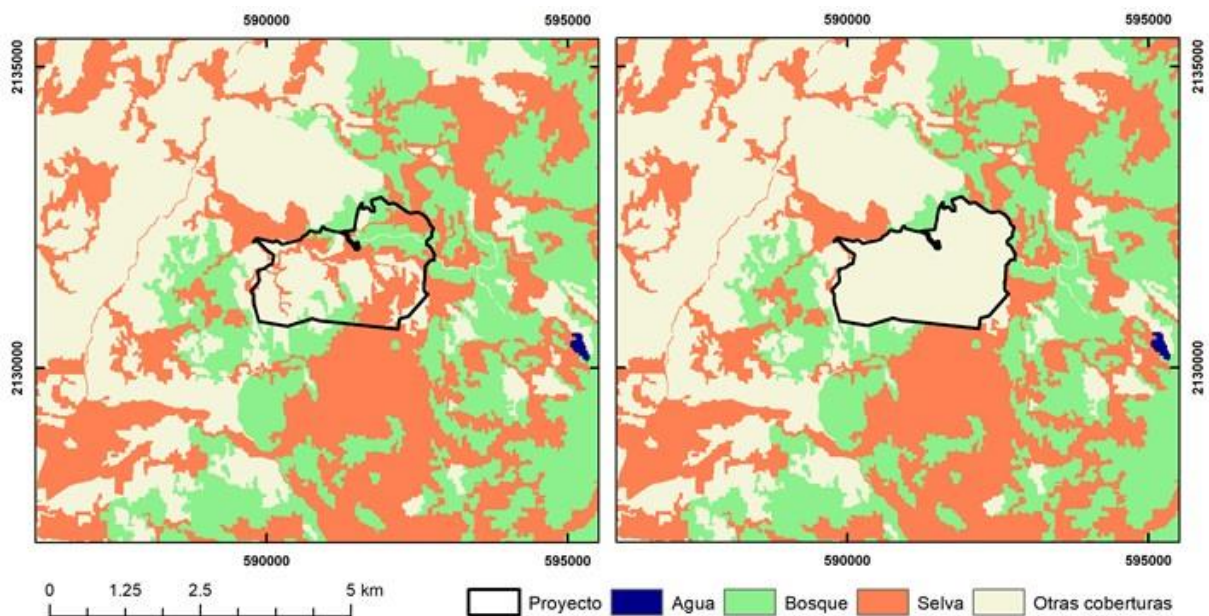


Figura IV. 72 Los grupos de cobertura en el escenario línea base (izquierda) y en el escenario de implementación del proyecto (derecha).



Adicional a lo anterior, el área del proyecto desde el punto de vista de la conectividad del paisaje, no se ubicará sobre alguna ruta considerada como corredor natural, pues como se mencionó antes, dentro del área del proyecto existe una franja de coberturas de vegetación no forestales que rompen con la continuidad de la conectividad del paisaje natural.

Otro dato relevante del estudio de fragmentación es que el desarrollo del proyecto causará una incidencia menor en los parches alejados del sitio del proyecto, aunque incidirá directamente en el paisaje visual del área del proyecto, debido a que aumentará la fragmentación de varios parches de tipo forestal; sin embargo, estos parches, conforme al estudio de fragmentación, fueron valorados como zonas de **muy alta fragmentación** preexistente de los ecosistemas naturales, por lo que con la presencia del proyecto **no se espera un cambio importante en el paisaje considerando el estado actual de fragmentación en el área del proyecto.**

Por lo anterior, el proyecto generará un cambio en el paisaje directamente en el área pretendida para su desarrollo, donde se espera un paisaje natural de carácter antrópico; sin embargo, este nuevo paisaje será acorde al paisaje actual de la presa de Jales Arrayanal, por lo que el proyecto no generará elementos distintos a los ya existentes.

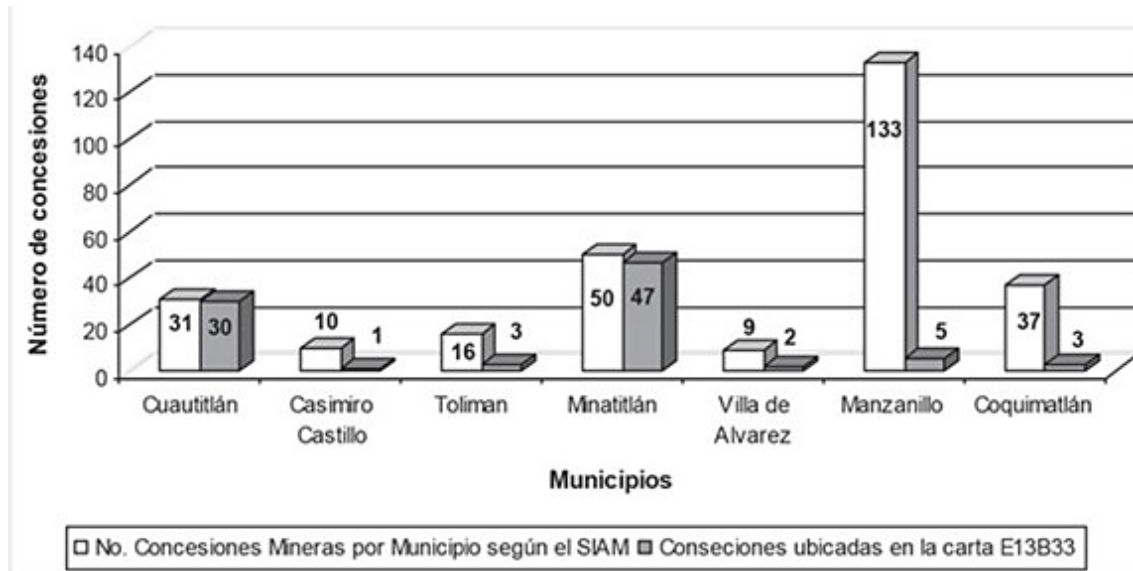
## IV.5. Medio socioeconómico

El objetivo de este apartado es describir las características más relevantes que definen el medio social, económico y cultural del municipio de Minatitlán, que es donde se ubicará el proyecto.

### IV.5.1. Actividades económicas

La producción minera es una de las actividades más importantes, ya que ocupa el tercer lugar en la producción de hierro a nivel nacional (el primer lugar lo ocupa Sonora, seguido por Coahuila). Minatitlán produce el 24.04% del fierro a nivel nacional, y el 100% a nivel estatal para el caso de Colima.

En la siguiente gráfica se muestra el número de concesiones mineras en diferentes municipios del Estado de Jalisco, siendo Minatitlán uno de los municipios que más concesiones tiene.



**Figura IV. 73 Concesiones mineras en los municipios del Estado de Jalisco.**

En 1967 se fundó el consorcio minero “Benito Juárez, Peña Colorada S.A. de C.V.”. Desde la década de los 50, en el municipio de Minatitlán se explotan minerales de las minas Las Pesadas, El Astillero y Cerro del Ocote. Es importante mencionar que el municipio de Minatitlán cuenta con otros minerales aun sin explotar como algunos cuerpos de oro, granate, cobre, calizas y barita pero principalmente caolín (COPLADEM 2009-2012).

También es importante resaltar que el consorcio minero “Benito Juárez, es una de las unidades económicas que más empleos generan dentro del ramo de las actividades industriales y tecnológicas en el municipio de Minatitlán, tal y como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla IV. 41 Actividades industriales y tecnológicas en el municipio de Minatitlán.

Nombre de Unidad Económica	Actividad	Ubicación	Personal ubicado
Compañía minera Suizo-Mexicana S.A. de C.V. (Ardica)	Minería de Hierro	Carretera Colima-Minatitlán Km. 49	51-100
Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada S.A. de C.V. (Mina)	Minería de Hierro	Colonia Cerro de los Juanes C.P. 28750	251 y más
Agua Purificada Cristamina	Purificación y embotellado de agua	Calle Pino Suárez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Cafetaleros Del Arrayanal	Beneficio del café	Carretera Minatitlán-El Arrayanal margen izquierdo	0-5
Lonchería La Cajita	Panificación tradicional	Calle Álvaro Obregón Colonia Rastro C.P. 28750	0-5
Molino de nixtamal	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Benito Juárez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Molino de nixtamal	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Cuauhtémoc 45 Col. Centro C.P. 28750	0-5
Molino de nixtamal	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Melchor Ocampo 7 Barrio Monumento C.P. 28750	0-5
Peletería Oasis	Elaboración de helados y paletas	Calle Benito Juárez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Paletería Ringo's	Elaboración de helados y paletas	Calle Benito Juárez Col. Centro C.P. 2850	0-5
Panadería El Cisne	Panificación tradicional	Calle El Minero 11 Col. Carlos de la Madrid Veja C.P. 28750	0-5
Panadería Los Angeles	Panificación tradicional	Av. Miguel Hidalgo Barrio El Rastro C.P. 28750	0-5
Panadería	Panificación tradicional	Calle Constitución 6 Col. Centro C.P. 28750	0-5
Pizzería y pastelería "Nelly"	Panificación tradicional	Calle Elías Arias Figueroa 8 Col. Centro C.P. 28750	0-5
Rastro municipal	Matanza de ganado, aves y otros animales comestibles	Calle Pipila Barrio El Rastro C.P. 28750	0-5
Taller de Costurera Quiñonez	Confección de prendas de vestir sobre medida	Calle Ignacio Zaragoza Barrio La Lomita C.P. 28750	0-5
Tortillería La Guadalupana	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Benito Juárez Col. Centro CP. 28750	0-5
Tortillería Mina 1	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Benito Juárez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Tortillería Mina 2	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Independencia Col. Centro C.P. 28750	6-10
Carpintería Castillo	Fabricación de muebles	Calle Manuel Álvarez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Herrería El Chivo	Fabricación de productos de herrería	Calle Nicolás Bravo 28 Barrio Rastro C.P. 28750	0-5
Herrería	Fabricación de productos de herrería	Barrio Rastro C.P. 28750	0-5
Herrería	Fabricación de productos de herrería	Calle Florentino Michel 5 Barrio Los Mangos C.P. 28750	0-5
Taller de carpintería Vázquez	Fabricación de muebles	Colonia Monumento C.P. 28750	0-5
Taller de Herrería Don Memo	Fabricación de productos de herrería	Calle 20 de Noviembre Barrio Los Mangos C.P. 28750	0-5
Taller de Herrería El Tabachín	Fabricación de productos de herrería	Calle Juan Álvarez 13 Barrio El Progreso C.P. 28750	0-5
Taller de soldadura, pailería y montaje	Fabricación de otros productos metálicos	Calle Francisco Javier Mina Barrio Rastro C.P. 28750	6-10
Taller de soldadura y pailería Zúñiga	Fabricación de productos de herrería	Col. Centro C.P. 28750	6-10
Taller TCEO	Transporte colectivo foráneo de pasajeros de ruta fija	Calle Florentino Michel 13 Barrio Los Mangos C.P. 28750	11-30
TRUCAFI S.A. de C.V.	Autotransporte Foráneo de Carga General	Calle Quincuagésima Legislatura 21 Interior 1 Col. Centro C.P. 28750	6-10
Montaje de estructuras de acero prefabricadas	Montaje de estructuras de acero prefabricadas	Calle Nicolás Bravo 25 Col. Centro C.P. 28750	31-50
Servicios generales en mantenimiento	Trabajos de pintura y otros cubrimientos de paredes	Calle Melchor Ocampo Col. Centro C.P. 28750	11-30

Por otro lado, la agricultura es la segunda actividad importante a nivel municipal, principalmente por la producción de maíz, café, naranja, caña de azúcar, hortalizas, aguacate, durazno y manzana (COPLADE 2009-2012).

A nivel municipal, dentro de la actividad ganadera predomina la producción bovina, porcina, equina, caprina y de aves. Cabe resaltar que no existe una raza pura ni explotación sistemática de leche y carne. El área del proyecto, por su parte no se emplazará sobre áreas con uso agrícola ni de pastizal inducido, por lo que no afectará las actividades económicas antes mencionadas.

Cabe mencionar que antiguamente existían otras actividades económicas en el municipio de Minatitlán, las cuales surgieron debido al aislamiento del municipio sobre el resto del estado de Colima; debido a este hecho, los habitantes se vieron obligados a desarrollar pequeñas industrias sin tomar en cuenta la producción de cereales. Dichas actividades fueron la curtiduría de pieles de diferentes animales, para utilizarlos en la hechura de huaraches, sillas de montar a caballo, albaradones, cubiertas, armas de cuero, arreos, etc. Actualmente, sólo se conservan las pilas en donde se curtían las pieles. Otra actividad importante para el municipio de Minatitlán fue la producción de alcohol y azúcar en la hacienda de Agua Zarca, la cual fuera clausurada después de un tiempo; con este suceso en la región se inició con el funcionamiento de los “trapiches” o “molinos” para caña, cuya producción básica era la panocha o piloncillo, miel y otros derivados.

Actualmente, se siguen practicando algunas actividades económicas que desde hace muchos han existido, como es el caso de la apicultura, cuya miel que se produce es de alta calidad, debido a la floración de la vegetación en la región. En menos escala existen otras actividades productivas para el consumo del municipio y dentro del estado como artesanías de otate y cerámica, sin dejar de mencionar la alfarería y la orfebrería, para las cuales se cuenta con el yacimiento más importante de este material en el país.

El turismo es otra de las actividades económicas del municipio de Minatitlán, pues cuenta con varios paisajes turísticos como la cascada “El Salto” y “El Terrero”; además, es posible encontrar un pequeño vaso lacustre llamado el Ojo de Mar, ubicado a cuatro kilómetros al

sur de la cabecera municipal. Existen otros sitios turísticos como el Rebaje, Agua Fría, Peñitas y Juanillos; en estos, y los anteriores sitios, los turistas pueden realizar diversas actividades, tales como: el senderismo, campismo, rappel y escalada, caminata, ciclismo de montaña, espeleísmo, observación de fósiles de flora y fauna.

Finalmente, por la naturaleza del proyecto, esta se suma como una actividad complementaria a la minería de la región.

---

## **IV.5.2. Factores socioculturales**

Esta sección tiene el propósito de identificar los recursos y características culturales que definen a la población que habita en el municipio donde se ubicará el proyecto. De forma general esta caracterización pretende reconocer aquellos elementos que tanto por el peso, como por el valor, o el interés que los habitantes de la zona les otorgan.

### **IV.5.2.1. Tradiciones culturales**

En el municipio de Minatitlán, sus tradiciones culturales son La Feria del Café y la Minería, que se celebra del 8 al 16 de enero. La artesanía del municipio de Minatitlán es otra tradición que por años se ha conservado, se basa principalmente en la elaboración de artículos de barro, además del tejido y tallado de canastos de otate de madera, así como la fabricación de cabezas reducidas, estilo amazonas, hechas de piel de chivo.

La gastronomía forma parte importante de la distinción del municipio de Minatitlán, en donde se aprovecha el potencial de la región para desarrollar platillos compuestos la cual es típica del occidente del país. Se cocina principalmente la birria, el pozole y la cecina, además de la elaboración de dulces hechos a base de arrayán y limón, así como la degustación de café, arábigo y de mojo.

### **IV.5.2.2. Localidades**

De acuerdo con la carta de localidades del INEGI, el SAR presenta seis localidades de tipo rural, entre las que se pueden mencionar El Arrayanal, Paticajo, Plan de Méndez, Otatitos,

la Playa (Playita) y Camichín. En la siguiente figura se muestra la distribución de cada una de las localidades dentro del SAR.

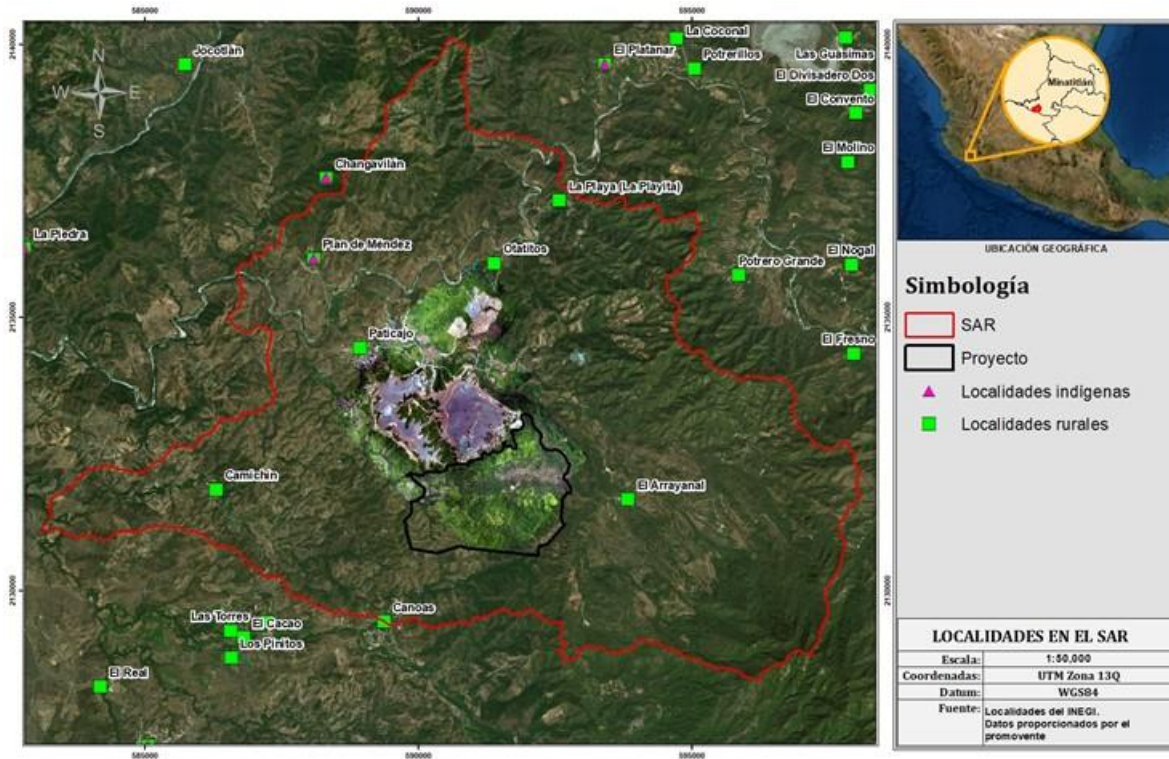
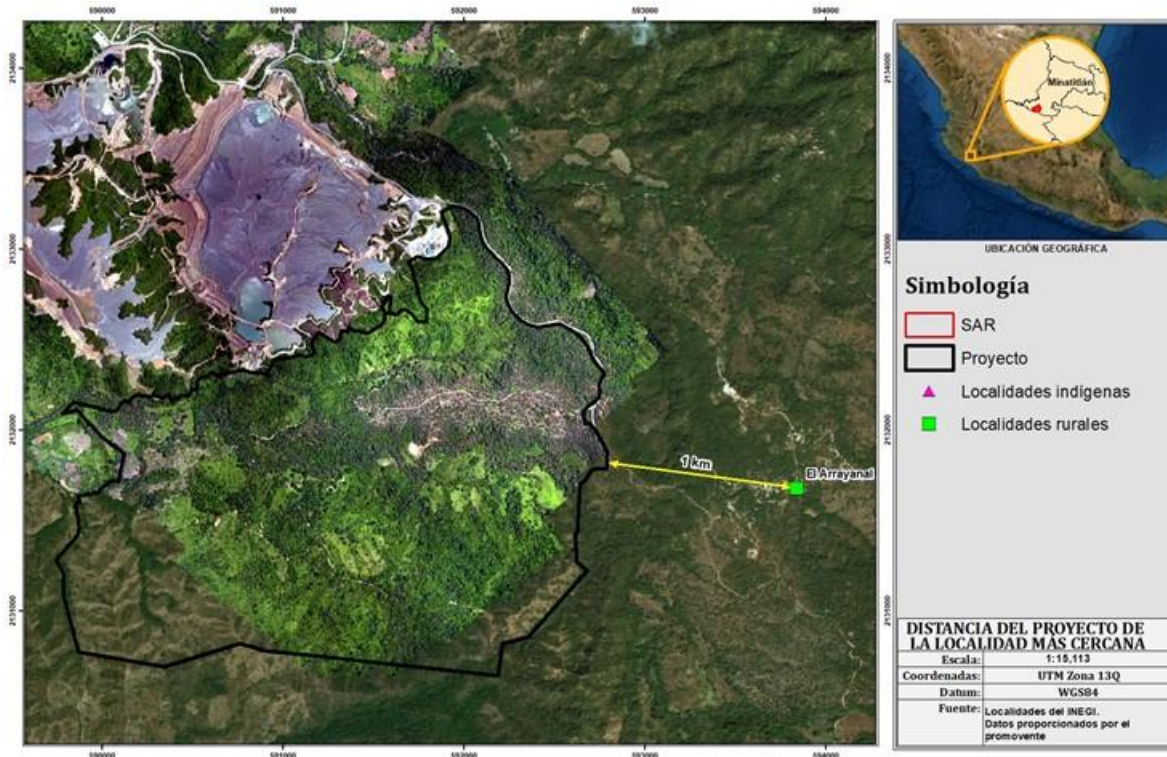


Figura IV. 74 Localidades dentro del SAR.

De las localidades antes señaladas, la principal localidad es Patitcajo. Esta localidad es de tipo rural, ya que de acuerdo con el INEGI al año 2010 contaba con 718 habitantes. Presenta un grado de marginación medio. La población económicamente activa en la localidad es del 28.08%, de la cual el 57.07% está dedicada a las actividades primarias como son la ganadería, agricultura, la explotación forestal y la minería. El 22.28% de la población se encuentra ocupada en el sector terciario correspondiente al sector comercio y servicios, y el restante 20.65% se ubica dentro del sector secundario.

Por otro lado, el poblado más cercano al área del proyecto es Arrayanal, cuya distancia es de 1 km aproximadamente (ver la siguiente figura).



**Figura IV. 75** Distancia del proyecto con respecto a la localidad más cercana del proyecto.

En cuanto a la población indígena, se reconoce que dentro del SAR existe solo una localidad de tipo indígena denominada Plan de Méndez. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI (2010), las lenguas indígenas más habladas en Colima son el primer lugar la náhuatl, que es la lengua materna, seguida por la mixteca, purépecha y la zapoteca.

La población indígena existente en el SAR pertenece a la familia lingüística Yuto – Nahua. La familia Yuto – Nahua abarca una superficie considerable del territorio en el continente americano y que comprende uno de los conjuntos de idiomas más numerosos (ver la siguiente figura).

Ahora bien, de acuerdo con las cifras del INEGI en el estado de Colima menos del 1% de la población habla su lengua materna, el náhuatl. En la escala del SAR, dentro de la localidad de Patitaco sólo hay 3 personas mayores de 5 años que hablan una lengua indígena, lo cual refleja el bajo porcentaje de población indígena no sólo en el SAR, sino a nivel estatal.

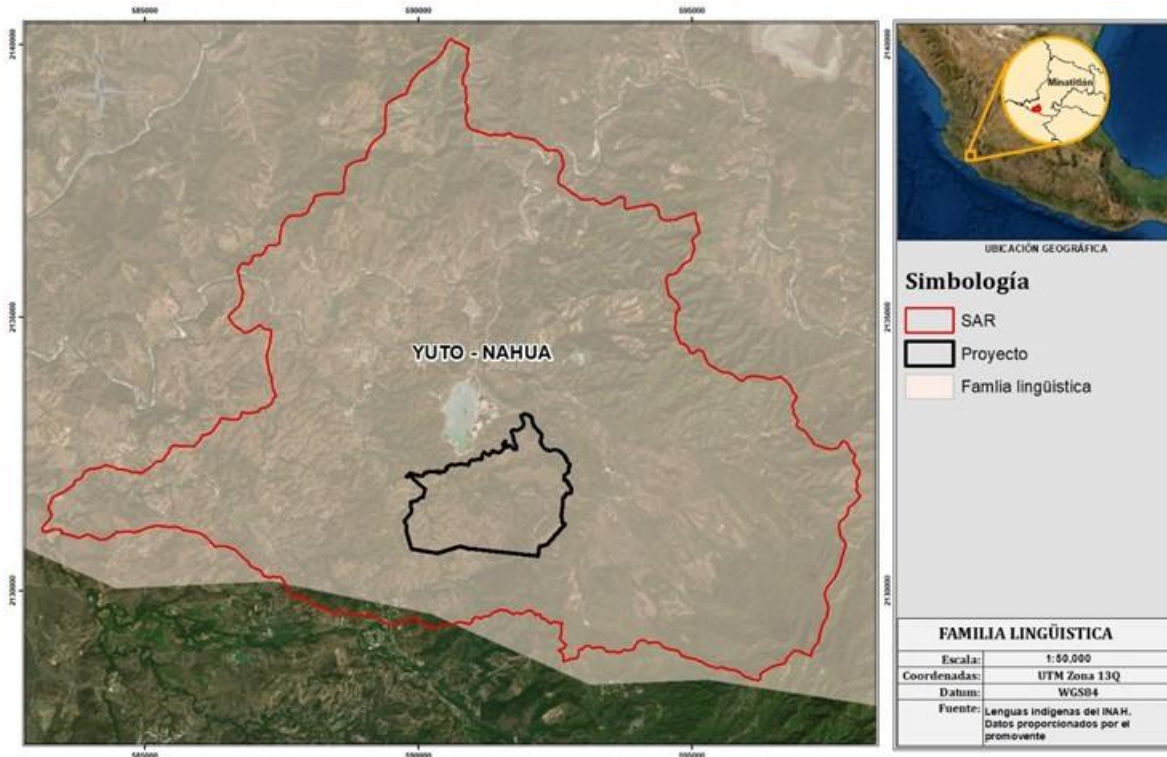


Figura IV. 76 Lenguas indígenas en el SAR.

Por lo anterior, se concluye que el proyecto no incidirá sobre las localidades indígenas, así mismo con el bajo porcentaje de habitantes considerados indígenas, se asume que el proyecto no afectará los usos y costumbres de las localidades o grupos indígenas existentes.

## IV.6. Diagnóstico Ambiental

Dentro del SAR, los procesos y componentes más relevantes en su funcionamiento son los procesos geológico-geomorfológicos, los climáticos y los hidrológicos superficiales.

El clima se encuentra influenciado por el relieve de la Sierra Madre Oriental, lo cual a su vez determina los altos valores de precipitación. La distancia del SAR con respecto al mar es de 28 km aproximadamente, lo que influye en la entrada de la brisa marina.



En relación al funcionamiento hidrológico de la cuenca del río Marabasco y Minatitlán, donde inciden el SAR y el proyecto, el estudio de la calidad del agua y sedimentos de la cuenca del río Minatitlán – Marabasco, permitió reconocer que las operaciones de Peña Colorada no han generado afectaciones sobre los sedimentos, suelos y aguas superficiales de la Cuenca. Así mismo, el estudio concluyó que la geoquímica de los sedimentos de esta cuenca está influenciada principalmente por la naturaleza geológica de la región. Esta conclusión es consistente con lo afirmado por otros autores (Marmolejo et al., 2007) quienes reportan que el impacto de la Mina de Hierro de Peña Colorada en el sistema fluvial del Marabasco es más bajo de lo esperado comparado con otros sistemas fluviales influenciados por actividades mineras alrededor del mundo. Mediante esta conclusión se prevé que el desarrollo del proyecto no genere cambios en las características de los suelos, sedimentos y aguas superficiales del SAR ni de la cuenca.

Referente a la hidrología superficial del SAR, destacan los arroyos El Chico, Palo Verde y Las Peras, estas corrientes nacen en las estribaciones de la Sierra Perote, el cual representa la parte más alta del SAR, y desembocan en su incorporación con el río Marabasco. Son arroyos de régimen perenne.

De acuerdo con el Estudio hidrológico, se determinó un orden de corriente 4 para la cuenca donde se ubicará el proyecto. La cuenca del arroyo Palo Verde tiene un área de 11.218 km<sup>2</sup>, una longitud de 10.606 km entre sus orígenes y la salida, un desnivel de 1,233 m y una pendiente media del 7.81%. Utilizando las precipitaciones medias obtenidas en la estación San José de Lumber, a partir del método del Coeficiente de Escurrimiento con un factor K de 0.25, **se obtuvo un volumen de 2.468 millones de m<sup>3</sup> para la cuenca del arroyo Palo verde.**

Referente a la calidad del superficial del arroyo Palo Verde, durante el periodo 2018-2021, tanto aguas arriba como aguas abajo. todos los parámetros de calidad del agua superficial se encontraron dentro de los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996, a excepción de los coliformes fecales, donde se registraron niveles de 4600 y 2400 NMP/100, siendo el límite máximo permisible de 1000 NMP/100.

En cuanto a las condiciones hidrogeológicas, y con la finalidad de comprobar la existencia de agua subterránea en el área del proyecto, se realizaron recorridos en donde no se identificaron pozos perforados para el abastecimiento de la población, solamente se encontraron pequeños escurrimientos donde se acumula el agua, con caudales muy bajos desde 0.03 a 0.1 l/s. Por otra parte, el arroyo Palo Verde que atraviesa el área del proyecto presenta caudales de más de 100 l/s.

Los escurrimientos identificados se conocen como **escorrentía subsuperficial o hipodérmica**, que es el agua que se filtra en el suelo generada durante la precipitación y que se mueve de manera subhorizontal por los horizontes superiores del terreno, sin llegar a la zona saturada para reaparecer en superficie.

En cuanto al tipo de agua identificada que es Bicarbonatada-Sódica-Cálcica, confirma que el agua de los escurrimientos corresponde a un agua de muy reciente infiltración que aún conservan los núcleos de sal del agua de lluvia y por lo cual **no está en contacto con la zona saturada (acuífero)**. De acuerdo a la prospección geofísica, existe un espesor de roca sana compacta que varía desde 150 hasta 500 m, por lo cual las zonas de fracturamiento, y donde se ubican las zonas de saturación de agua subterránea, se localizan a profundidades entre 200 a 250 m.

De acuerdo a los perfiles de resistividad de la roca que se realizaron como parte del Estudio hidrogeofísico del proyecto, **la zona saturada de agua se localiza a profundidades entre 200 a 250 m, incrementándose del oeste al este, ya que la topografía del terreno es en ese sentido.**

Referente a la calidad del agua muestreada de escorrentías subsuperficiales o hipodérmicas, así como del arroyo Palo Verde, se encontró que el único parámetro que excede el LMP establecido por la NOM-001-SEMARNAT-1996, es el de coliformes fecales.

En lo relativo a la vulnerabilidad del acuífero por contaminación, a lo largo del apartado abiótico se describen las condiciones geológicas, hidrogeológicas y geofísicas que permiten

concluir que el desarrollo del proyecto no generará una afectación en el acuífero, los cuales se resumen a continuación:

- ✚ De acuerdo con la prospección geofísica que se realizó para el proyecto, se encontró que existe un espesor de roca sana compacta que varía desde 150 hasta 500 m, entre éstas profundidades se presentan zonas de fracturamiento donde se ubican las zonas de saturación de agua subterránea (acuífero), estimándose a profundidades entre 200 a 250 m, por lo que el desarrollo del proyecto no tendría incidencia en el componente hidrológico subterráneo.
- ✚ Los muestreos de calidad del agua en las escorrentías subsuperficiales o hipodérmicas, que es el agua que se infiltra en la primer capa del suelo que se genera durante la precipitación y que se mueve de manera subhorizontal por los horizontes superiores del terreno, sin llegar a la zona saturada y que posteriormente reaparece en la superficie del terreno, indica que se trata de agua de muy reciente infiltración que aún conservan los núcleos de sal del agua de lluvia y por lo cual no está en contacto con la zona saturada de agua subterránea (acuífero), la cual se encuentra a una profundidad entre 200 a 250 m.
- ✚ De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad del acuífero, aplicando los índices GOD y DRASTIC, se determinó conforme a la **NOM-141-SEMARNAT-2003**, la cual considera un acuífero vulnerable cuando el valor de dicho índice sea mayor a 0.25. En el caso del acuífero no sobrepasa el LMP que es 0.25, por lo que el acuífero no es vulnerable en el área del proyecto. En el caso del índice DRASTIC, se obtuvo un valor de 65 a 105 lo que significa una vulnerabilidad baja.
- ✚ En relación al riesgo de contaminación al suelo y en consecuencia al subsuelo por la generación de drenaje ácido, se tiene considerado el recubrimiento del depósito de jales secos, dicha cubierta se colocará de forma gradual, a medida que las diferentes áreas del depósito alcancen su elevación final. Esto minimizará el tiempo que los jales estarían expuestos al aire y la lluvia. Mediante su recubrimiento se prevé disminuir el riesgo de generación de drenaje ácido, evitando con ello cualquier tipo

de contaminación por la presencia de jales secos, los cuales no representarían un riesgo para el suelo, ni el subsuelo.

Por otro lado, los estudios geológicos, sísmicos, y geotécnicos que se presentan en el apartado abiótico permiten concluir que técnicamente el desarrollo del proyecto se encuentra en una zona estable y por lo tanto no representará un riesgo para las condiciones ambientales del sitio. Las conclusiones de los estudios se resumen a continuación:

- ✚ De acuerdo con el estudio geológico, acerca de la clasificación del macizo rocoso, y la interpretación de lineamientos de discontinuidades, se obtuvo que el material es de buena calidad geotécnica y por tanto se considera “apto” como apoyo de cimentación para el desarrollo del proyecto, lo cual también se corrobora mediante los perfiles geoeléctricos del estudio de geofísica, en donde se evidenció la presencia de un macizo rocoso que corresponde a roca sana.
- ✚ En cuanto al estudio sísmico, para la evaluación del riesgo se adoptó una aceleración máxima del suelo de 0.65 g, la cual se consideró apropiada para los análisis pseudoestáticos y sísmicos de la consecuencia “Muy Alta” a largo plazo del Depósito. El uso del Movimiento Sísmico de Diseño del Suelo del Sismo Máximo Creíbles permitió demostrar que la estructura del Dry-Stack podrá soportar un fuerte sismo sin colapsar y proporcionar el nivel de seguridad pública mínimo requerido.
- ✚ En relación a los resultados de estabilidad de taludes, se cumple con el FoS mínimo en la condición posterior al sismo de la configuración estructural propuesta de la FCS. Es así que los resultados del análisis indican que el apilado de jales secos propuesto proporcionaría una configuración segura y estable después de un sismo importante.
- ✚ Referente a los resultados del análisis del desplazamiento de los jales (potencial de daño), las zonas de cultivo, las líneas eléctricas, las construcciones aisladas y estructuras mineras cercanas (vaso 1 y 2 del depósito de jales Arrayanal) no serían afectadas por la huella máxima de deslizamiento de los jales filtrados, porque se

ubicar en zonas más elevadas al cauce del arroyo Palo Verde y más alejadas del área de impacto. Asimismo, no se encontraron poblaciones afectadas.

#### **IV.6.1. Tendencias de desarrollo y deterioro de la región**

En cuanto a las tendencias de desarrollo y deterioro de la región, como se puede observar en la siguiente figura, durante el periodo de 2004-2010, los únicos elementos antrópicos que prevalecían dentro del SAR eran la presencia de la localidad de Patitcajo y la carretera Minatitlán-Manzanillo, por lo que durante estos años el SAR se mantuvo estable sin cambios importantes.

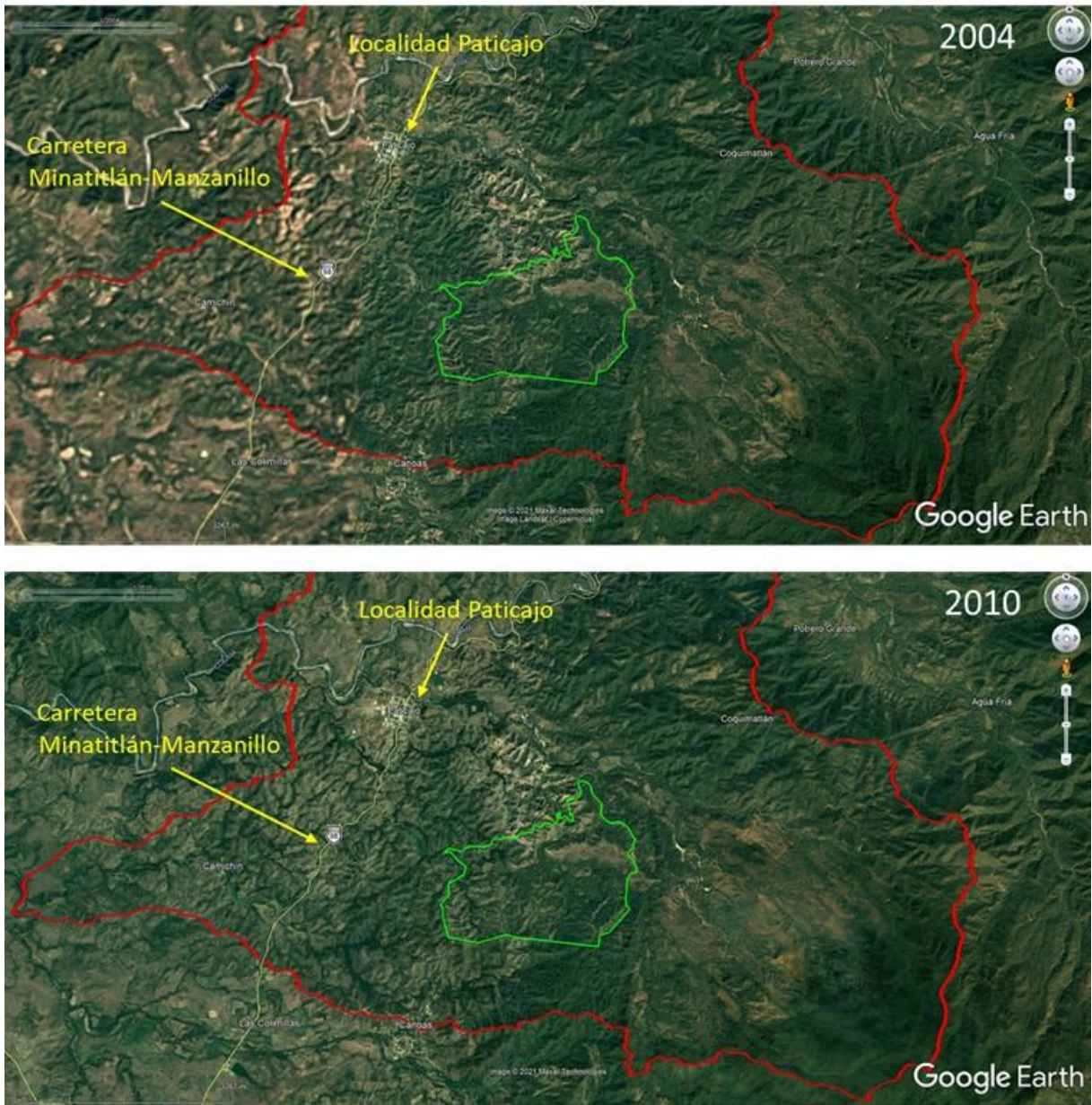


Figura IV. 77 Imágenes del SAR durante el periodo 2004-2010.

Durante el año 2010, se autoriza la construcción de la Presa de Jales Arrayanal, cuyo objetivo fue conformar un depósito de jales convencional con nuevas reservas de mineral de hierro. Durante el año 2012, se observa como parte de la primera fase de la preparación del sitio de la presa de jales, el desmonte de algunas áreas con vegetación y la apertura de caminos (ver la siguiente figura).

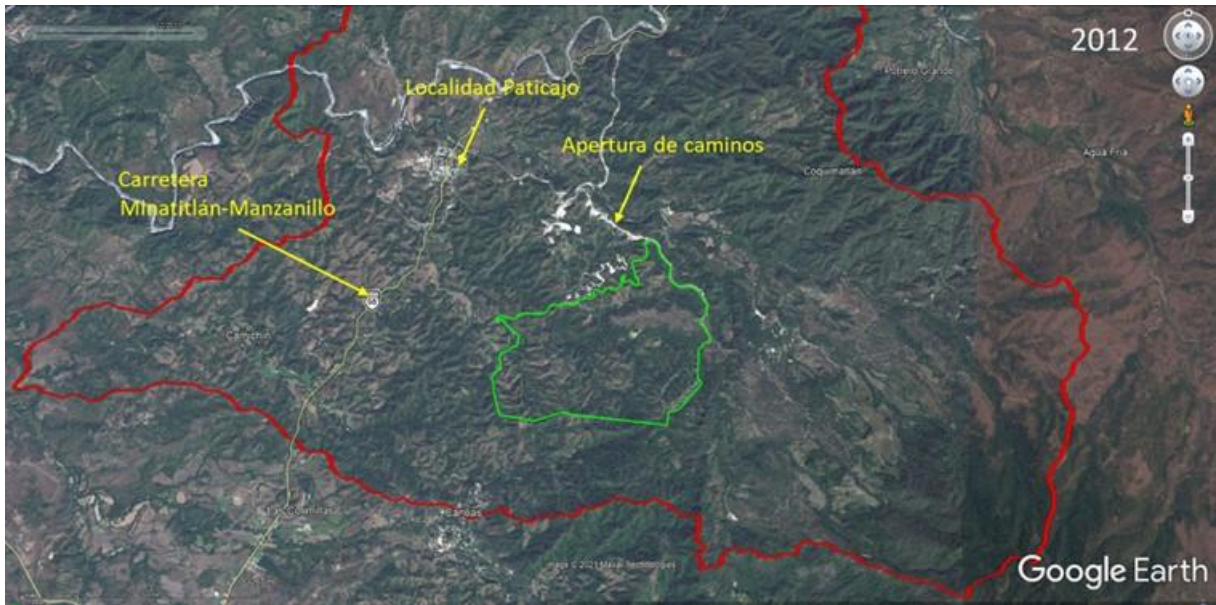


Figura IV. 78 Imágenes del SAR durante el año 2012.

Ya durante el año 2013, es posible observar la primera etapa de conformación del vaso I de la Presa de Jales Arrayanal (ver la siguiente figura).

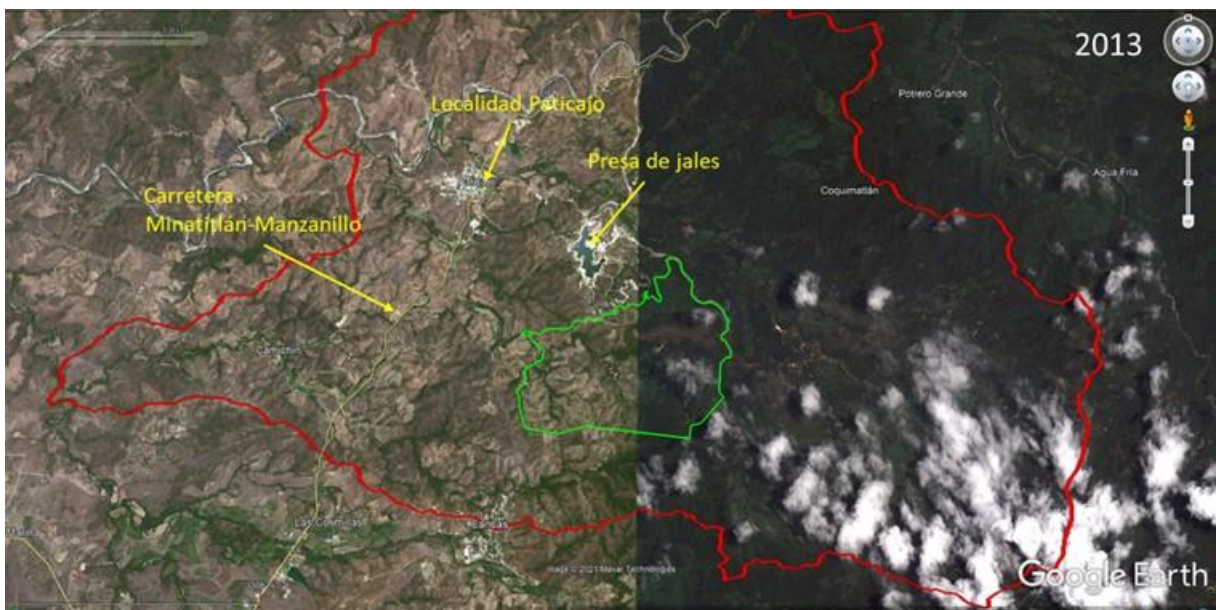


Figura IV. 79 Imágenes del SAR durante el año 2013.

Durante los años posteriores, se construyeron el vaso II, así como la conformación de bordos, generando con ello un cambio paulatino en el paisaje (ver la siguiente figura), y la

modificación de algunos de los componentes ambientales como son la vegetación, el suelo y el paisaje.

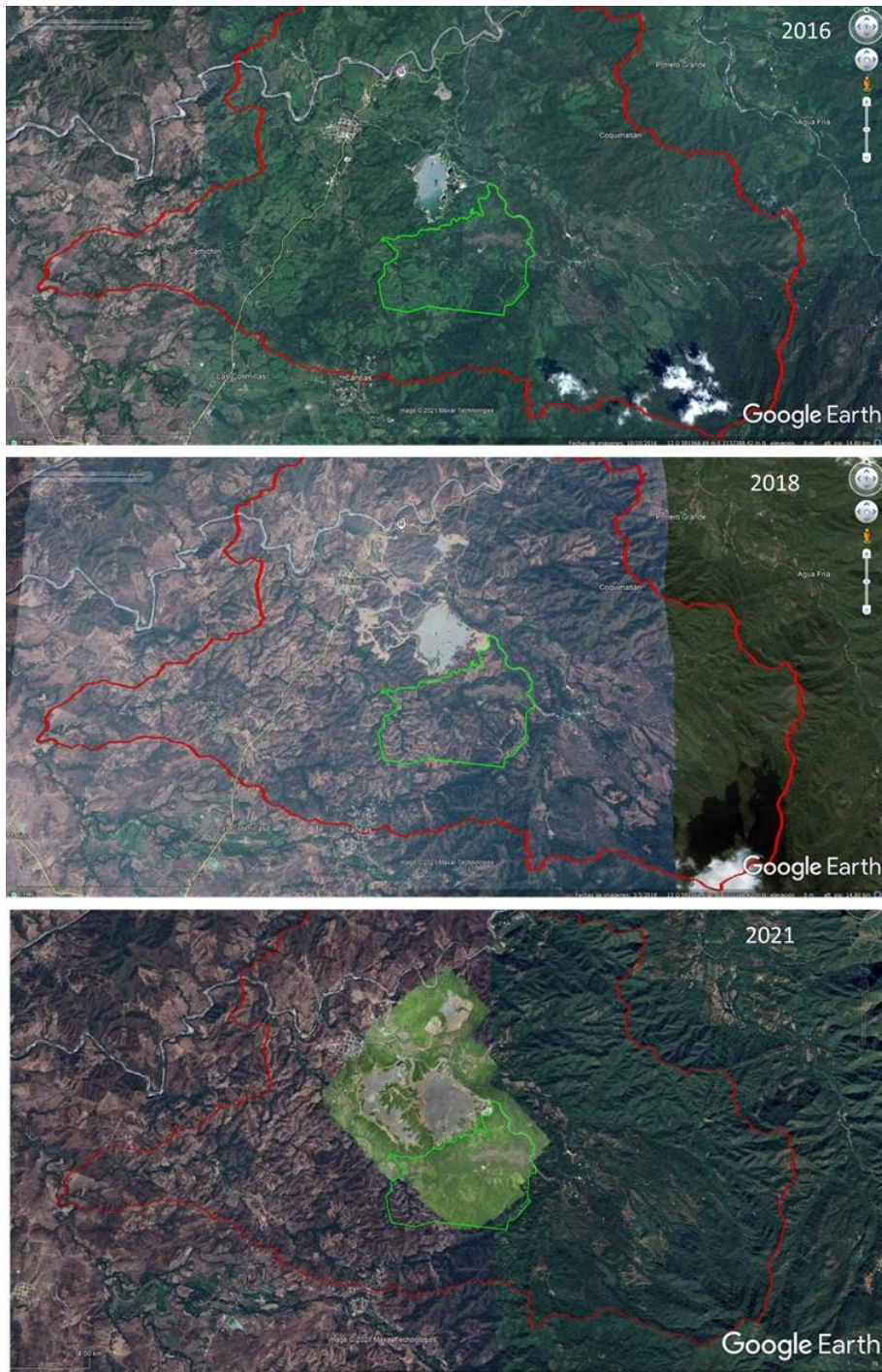
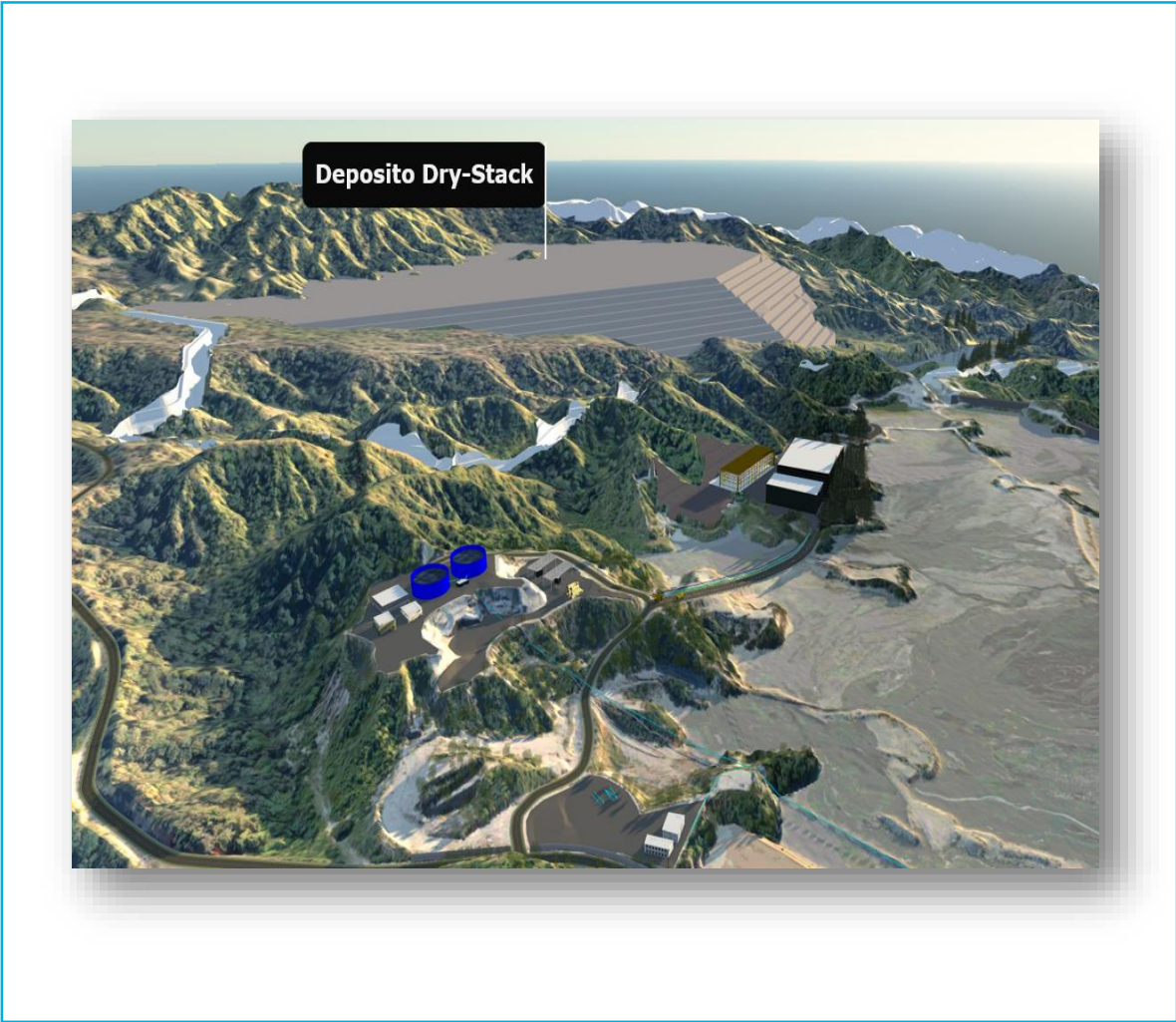


Figura IV. 80 Avance paulatino de la presa de jales Arrayanal (2016-2021).



Es importante mencionar, que aún con el avance progresivo de la presa de jales, el funcionamiento del ecosistema se ha mantenido estable debido a que se han desarrollado, como parte de la presa Arrayanal, una serie de medidas de mitigación, por mencionar alguna se encuentra la desviación de escurrimientos hacia arroyos cercanos, lo cual garantiza que el flujo hidrológico se mantenga aguas abajo hacia el río Marabasco.



MIA-R "Ampliación Centro Industrial Patcajo"

# CAPÍTULO IV

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

Apartado Biótico

**CONTENIDO**

**IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. ----- 8**

**IV.1. MEDIO BIOTICO ----- 8**

IV.1.1. Regiones Prioritarias para la conservación de la Biodiversidad ----- 8

**IV.2. Vegetación-----14**

IV.2.1. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR conforme a INEGI -----14

IV.2.2. Revisión bibliográfica y bases de datos de especies de flora registradas en el SAR -----18

IV.2.3. Usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto conforme a INEGI -----20

IV.2.4. Usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto conforme a trabajo de campo  
23

IV.2.5. Metodología del trabajo de campo -----25

IV.2.6. Resultados del Trabajo en campo para flora terrestre en el SAR -----35

IV.2.7. Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva baja caducifolia (VSa/SBC) en el SAR -----49

IV.2.8. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ) en el SAR -----70

IV.2.9. Resultados del Trabajo en campo para el área del proyecto -----76

IV.2.10. Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC) en el Área del proyecto.  
88

IV.2.11. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ) en el área del proyecto----- 102

IV.2.12. Comparación de la comunidad florística del área del proyecto y del Sistema Ambiental Regional  
108

IV.2.13. Curva de acumulación de especies e Índice de Morisita para el Área del proyecto y SAR----- 118

IV.2.14. Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 ----- 121

IV.2.15. Estatus de distribución ----- 132

**IV.3. Fauna ----- 135**

IV.3.1. Especies de fauna registradas bibliográficamente en el SAR ----- 135

IV.3.2. Corredores biológicos ----- 138

IV.3.3. Descripción del método de muestreo para fauna en el SAR y polígono del proyecto. ----- 140

IV.3.4. Análisis de datos ----- 150

IV.3.5. Especies Protegidas ----- 155

IV.3.6. Especies Endémicas ----- 155

IV.3.7. Estacionalidad de Aves ----- 156

IV.3.8. Resultados del trabajo en campo para fauna en el SAR y área del proyecto. ----- 157

IV.3.9. Comparación entre el área del proyecto y el SAR----- 164

IV.3.10.	Diversidad general-----	178
IV.3.11.	Curva de acumulación de especies -----	184
IV.3.12.	Especies en NOM-059 SEMARNAT-2010 -----	186
IV.3.13.	Especies endémicas-----	202
IV.3.14.	Madrigueras y Nidos-----	206
IV.3.15.	Caracterización de fauna -----	211
<b>IV.4.</b>	<b>Diagnostico ambiental -----</b>	<b>219</b>

**FIGURAS**

FIGURA IV.1	REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS MÁS CERCANAS AL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO. ....	9
FIGURA IV.2	REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS MÁS CERCANAS AL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO.....	10
FIGURA IV.3	REGIONES MARINAS PRIORITARIAS MÁS CERCANAS AL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO.....	12
FIGURA IV.4.	AICA’S MÁS CERCANAS AL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO. ....	13
FIGURA IV.5	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL CONFORME A INEGI DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL SAR.....	15
FIGURA IV.6	ÍNDICE COMPUESTO GEOESPACIAL DE FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES IFRAGM EN LA TOTALIDAD DEL PAISAJE. EL RECTÁNGULO ROJO REFIERE AL ÁREA DEL PROYECTO. IMAGEN TOMADA DEL ESTUDIO DE FRAGMENTACIÓN. ....	17
FIGURA IV.7.	DISTRIBUCIÓN DE CLASES EN EL SAR CONFORME A LOS REGISTROS BIBLIOGRÁFICOS. ....	18
FIGURA IV.7.	NÚMERO DE REGISTROS BIBLIOGRÁFICOS POR ORDEN PRESENTES EN EL SAR.....	19
FIGURA IV.9.	USO DE SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL POLÍGONO DEL PROYECTO CONFORME A INEGI.....	21
FIGURA IV.10.	INDICE COMPUESTO GEOESPACIAL DE FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES IFRAGM EN EL ÁREA DEL PROYECTO. IMAGEN TOMADA DEL ESTUDIO DE FRAGMENTACIÓN. ....	23
FIGURA IV.11.	MAPA DE VEGETACIÓN EN EL POLÍGONO DEL PROYECTO CONFORME A LOS RECORRIDOS DE CAMPO.....	25
FIGURA IV.10.	ESTRUCTURA DE LOS SITIOS DE MUESTREO. ....	32
FIGURA IV.13	DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL SAR.....	37
FIGURA IV.14.	ESPECIES CON MAYOR VALOR DE IMPORTANCIA EN LA VSA/SBC DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....	59
FIGURA IV.15	ESPECIES CON MAYOR VALOR DE IMPORTANCIA EN LA VSA/BQ EN EL SAR.....	73
FIGURA IV.16.	DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DEL PROYECTO DE ACUERDO A LOS USOS DE SUELO DE INEGI (2017). ....	79
FIGURA IV.17.	DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DEL PROYECTO DE ACUERDO A LOS USOS DE SUELO DETERMINADOS MEDIANTE LOS TRABAJOS DE CAMPO. ....	80
FIGURA IV.18.	ESPECIES CON MAYOR IVI DE CADA ESTRATO EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA. ....	95
FIGURA IV.19	ESPECIES CON MAYOR VALOR DE IMPORTANCIA EN LA VSA/BQ EN EL PROYECTO.....	105
FIGURA IV.20	CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL ÁREA DEL PROYECTO. ....	119
FIGURA IV.21	CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL SAR.....	120
FIGURA IV.22	DENDROGRAMA DE SIMILITUD EN LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES ENTRE LA COMUNIDAD DEL PROYECTO Y DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....	121
FIGURA IV.23.	DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES EN CATEGORÍA DE RIESGO REGISTRADAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	122

FIGURA IV.24 DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES EN CATEGORÍA DE RIESGO REGISTRADAS EN EL SAR.....	123
FIGURA IV.25. ZAMIA LODDIGESII. LADO IZQUIERDO ESPECIES PRODUCIDAS EN EL VIVERO DE LA UNIDAD MINERA PEÑA COLORADA. LADO DERECHO ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN CON ZAMIA LODDIGESII. ....	124
FIGURA IV.26. CALOPHYLLUM BRASILIENSE (BRASIL). ....	124
FIGURA IV.27 CONDICIONES DEL SITIO DONDE SE ENCONTRÓ EL ÁRBOL BRASIL (C. BRASILIENSE). ....	125
FIGURA IV.28. CEDRELA ODORATA (CEDRO). ....	125
FIGURA IV.29. CONDICIONES DEL SITIO DONDE SE ENCONTRÓ EL CEDRO (C. ODORATA). ....	126
FIGURA IV.30. PLATYMISCIUM LASIOCARPUM (GRANADILLA). ....	126
FIGURA IV.31. CONDICIONES DEL SITIO DONDE SE ENCONTRÓ LA ESPECIE GRANADILLA (P. LASIOCARPUM). ....	127
FIGURA IV.32. SAPIUM MACROCARPUM (AMATILLO). ....	128
FIGURA IV.33 CONDICIONES DEL SITIO DONDE SE ENCONTRÓ EL AMATILLO (S. MACROCARPUM). ....	129
FIGURA 34. CONDICIONES DEL SITIO DONDE SE ENCONTRÓ EL CAMOTILLO (Z. LODDIGESII). ....	130
FIGURA 35.. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES ENDÉMICAS DENTRO DEL PROYECTO.....	134
FIGURA 36.. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES ENDÉMICAS DENTRO DEL SAR.....	135
FIGURA 37. PATRÓN DE CONECTIVIDAD FUNCIONAL DEL HÁBITAT FORESTAL EN EL PAISAJE EN EL ESCENARIO “LÍNEA BASE”. EL POLÍGONO DEL PROYECTO ESTÁ REPRESENTADO POR LA LÍNEA NEGRA. LAS LÍNEAS ROJAS PUNTEADAS REPRESENTAS LOS CORREDORES POTENCIALES PARA DESPLAZAMIENTO DE LAS ESPECIES VENADO COLA BLANCA Y PUMA. IMAGEN TOMADA DEL ESTUDIO DE FRAGMENTACIÓN. ....	139
FIGURA 38.. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO PARA FAUNA SILVESTRE DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	144
FIGURA 39. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO PARA LA FAUNA SILVESTRE DENTRO DEL SAR. ....	146
FIGURA 40. BITÁCORA EMPLEADA PARA EL REGISTRO DE VERTEBRADOS SILVESTRES. ....	146
FIGURA 41. ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LA CLASE AMPHIBIA PARA EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR.....	165
FIGURA 42. ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LA CLASE REPTILIA PARA EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR.....	168
FIGURA 43. ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LA CLASE AVES DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR.....	173
FIGURA 44.. ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LA CLASE MAMMALIA PARA EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR.....	176
FIGURA 45..DENDROGRAMA DE SIMILITUD EN LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES ENTRE EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	180
FIGURA 46. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL MUESTREO REALIZADO DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	185
FIGURA 47. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA EL MUESTREO REALIZADO DENTRO DEL SAR....	186
FIGURA 48. <i>ASPIDOSCELIS COMMUNIS</i> . ....	188
FIGURA 49 <i>ASPIDOSCELIS LINEATTISSIMUS</i> . ....	188
FIGURA 50. <i>BUTEOGALLUS ANTHRACINUS</i> . ....	188
FIGURA 51. <i>CAMPEPHILUS GUATEMALENSIS</i> . ....	188
FIGURA 52. <i>CROTALUS BASILISCUS</i> . ....	189
FIGURA 53. <i>CTENOSAURA PECTINATA</i> . ....	189
FIGURA 54.. <i>ELEUTHERODACTYLUS NITIDUS</i> . ....	189
FIGURA 55. <i>EUPSITTULA CANICULARIS</i> . ....	189
FIGURA 56.. <i>GEOETHLYPIS TOLMIEI</i> . ....	190
FIGURA 57. <i>KINOSTERNON INTEGRUM</i> . ....	190
FIGURA 58. <i>MYCTERIA AMERICANA</i> . ....	190

FIGURA 59. <i>RHINOCEMMYS PULCHERRIMA</i> .....	190
FIGURA 60. <i>SMILISCA BAUDINII</i> .....	191
FIGURA 61. <i>TIGRISOMA MEXICANUM</i> .....	191
FIGURA 62 ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	201
FIGURA 63. ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL ÁREA DEL SAR. ....	202
FIGURA 64. ESPECIES ENDÉMICAS REGISTRADAS DENTRO EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	204
FIGURA 65. ESPECIES ENDÉMICAS REGISTRADAS DENTRO EL ÁREA DEL PROYECTO (CONTINUACIÓN). ....	205
FIGURA 66. ESPECIES ENDÉMICAS REGISTRADAS DENTRO DEL SAR.....	205
FIGURA 67.ESPECIES ENDÉMICAS REGISTRADAS DENTRO DEL SAR.....	206
FIGURA 68.UBICACIÓN DE LAS MADRIGUERAS REGISTRADAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	208
FIGURA 69.UBICACIÓN DE LAS MADRIGUERAS REGISTRADAS EN EL SAR. ....	208
FIGURA 70 UBICACIÓN DE NIDOS ENCONTRADOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	210
FIGURA 71. UBICACIÓN DE NIDOS ENCONTRADOS EN EL ÁREA DEL SAR. ....	211
FIGURA 72.PORCENTAJE DE ESPECIES RESIDENTES, MIGRATORIAS DE INVIERNO Y MIGRATORIA DE VERANO DEL TOTAL REGISTRADO.....	213
FIGURA 73. NÚMERO DE ESPECIES DE ACUERDO A LA CATEGORÍA DE ABUNDANCIA. ....	214
FIGURA 74. PORCENTAJE DE ESPECIES DE ACUERDO CON SUS CATEGORÍAS DE SOCIABILIDAD.....	215
FIGURA 75. PORCENTAJE DE ESPECIES DE ACUERDO CON SUS ÁMBITOS ALIMENTICIOS DENTRO DEL PROYECTO Y DEL SAR.....	216
FIGURA 76. PORCENTAJE DE ESPECIES DE ACUERDO A LOS TIPOS DE HÁBITAT PREFERENCIALES.....	217
FIGURA 77. PORCENTAJE DE ESPECIES DE ACUERDO A LA DISTRIBUCIÓN VERTICAL REGISTRADA DENTRO DEL PROYECTO Y DEL SAR.....	219
FIGURA IV.78. VISTA ÁREA DE LA SUPERFICIE DEL SAR, DESTACÁNDOSE LA PRESENCIA DE ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACION (FUENTE GOOGLE EARTH). ....	221

**TABLAS**

TABLA IV.1. SUPERFICIES DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL SAR CONFORME A INEGI.....	15
TABLA IV.2 ÍNDICE SINTÉTICO DE FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT FORESTAL PARA LA MICRO CUENDA HIDROLOGICA. TABLA TOMADA DEL ESTUDIO DE FRAGMENTACIÓN. ....	17
TABLA IV.3 LISTADO DE ESPECIES BIBLIOGRÁFICAS BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	20
TABLA IV.4. SUPERFICIES DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO CONFORME A INEGI .....	21
TABLA IV.5. USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL AREA DEL PROYECTO DE ACUERDO A INEGI (2017) Y LO OBSERVADO EN CAMPO.....	24
TABLA IV.6 INTENSIDAD DE MUESTREO.....	27
TABLA IV.7 ERROR DE MUESTREO POR TIPO DE VEGETACIÓN DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	28
TABLA IV.8. COORDENADAS DE UBICACIÓN Y USO DEL SUELO DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL SAR. ....	35
TABLA IV.9 LISTADO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA PARA EL SAR.....	38
TABLA IV.10 LISTADO DE ESPECIES NO MADERABLES OBSERVADAS DURANTE EL MUESTREO. ....	48
TABLA IV.11 ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL SAR. ....	50
TABLA IV.12 ESPECIES CON MAYOR VALOR DE IMPORTANCIA EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....	58

TABLA IV.13. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA PRESENTE EN EL SAR.....	61
TABLA IV.14 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....	71
TABLA IV.15 ESPECIES CON MAYOR VALOR DE IMPORTANCIA EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO EN EL SAR. ....	73
TABLA IV.16 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO (VSA/BQ) DEL SAR.....	74
TABLA IV.17 TABLA DE COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	77
TABLA IV.18. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA PARA EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	81
TABLA IV.19. LISTADO DE ESPECIES NO MADERABLES OBSERVADAS DURANTE EL MUESTREO DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO. ....	87
TABLA IV.20. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL PROYECTO .....	89
TABLA IV.21. ESPECIES CON MAYOR IVI DE CADA ESTRATO DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL PROYECTO. ....	94
TABLA IV.22 ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL ÁREA DEL PROYECTO .....	96
TABLA IV.23 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO EN EL PROYECTO.....	103
TABLA IV.24 ESPECIES CON MAYOR VALOR DE IMPORTANCIA EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO EN EL PROYECTO.....	104
TABLA IV.25 ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO EN EL PROYECTO. ....	106
TABLA IV.26 COMPARACIÓN DE ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO.....	110
TABLA IV.27 COMPARACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA. ....	113
TABLA IV.28 COMPARACIÓN DE ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO EN EL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO. ....	115
TABLA IV.29 COMPARACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO. ....	118
TABLA IV.30. NÚMERO DE ESPECIES OBSERVADAS Y ESPERADAS DENTRO DEL PROYECTO. ....	119
TABLA IV.31. NÚMERO DE ESPECIES OBSERVADAS Y ESPERADAS DENTRO DEL SAR. ....	120
TABLA IV.32. ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DENTRO DEL NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	121
TABLA IV.33.. COORDENADAS DE LOS SITIOS DONDE SE ENCONTRÓ EL AMATILLO ( <i>S. MACROCARPUM</i> ). ..	127
TABLA 34. COORDENADAS DE LOS SITIOS DONDE SE ENCONTRARON LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 DEL SAR. ....	130
TABLA 35. LISTA DE ESPECIES CON ESTATUS DE DISTRIBUCIÓN ENDÉMICA.....	132
TABLA IV.36 LISTADO DE ESPECIES REPORTADAS EN LA BIBLIOGRAFÍA QUE ESTAN LISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 PRESENTES EN EL SAR (FUENTE GBIF).....	136
TABLA IV.37 INTENSIDAD Y ERROR DE MUESTREO PARA EL MUESTREO DE FAUNA. ....	143
TABLA IV.38 COORDENADAS DE LOS TRANSECTOS REALIZADOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO DATUM: WGS84 ZONA 13Q. ....	143
TABLA IV.39. COORDENADAS DE LOS TRANSECTOS REALIZADOS EN EL SAR.....	145
TABLA IV.40. ESPECIES REGISTRADAS DENTRO EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....	159

TABLA IV.41. NÚMERO DE ESPECIES E INDIVIDUOS POR CLASES REGISTRADAS DENTRO EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	164
TABLA IV.42. ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LA CLASE AMPHIBIA PARA EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	165
TABLA IV.43. ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA LA CLASE AMPHIBIA EN EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	166
TABLA IV.44.. VALORES DE ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LA CLASE REPTILIA PARA EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	167
TABLA IV.45.. ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA LA CLASE REPTILIA EN EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	169
TABLA IV.46.. VALORES DE ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LA CLASE AVES PARA EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	170
TABLA IV.47. ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA LA CLASE AVES EN EL POLÍGONO DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	174
TABLA IV.48. VALORES DE ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LA CLASE MAMMALIA PARA EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	175
TABLA IV.49.. ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA LA CLASE MAMMALIA EN EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	177
TABLA IV.50. ÍNDICES DE DIVERSIDAD GENERAL PARA EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	178
TABLA IV.51. COMPARATIVO ENTRE LOS ÍNDICES CALCULADOS PARA EL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ...	179
TABLA IV.52. LISTADO DE ESPECIES REGISTRADAS EXCLUSIVAMENTE EN EL SAR. ....	180
TABLA IV.53. LISTADO DE ESPECIES COMPARTIDAS ENTRE EL PROYECTO Y EL SAR. ....	182
TABLA IV.54. NÚMERO DE ESPECIES OBSERVADAS Y ESPERADAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	184
TABLA IV.55. NÚMERO DE ESPECIES OBSERVADAS Y ESPERADAS PARA EL SISTEMA AMBIENTAL (SAR). ....	185
TABLA IV.56. ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010. MODIFICACIÓN AL ANEXO NORMATIVO III. ....	187
TABLA IV.57. COORDENADAS, TIPO DE REGISTRO Y CONDICIONES EN QUE SE REGISTRARON LAS ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	195
TABLA IV.58 COORDENADAS, TIPO DE REGISTRO Y CONDICIONES EN QUE SE REGISTRARON LAS ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL ÁREA DEL SAR. ...	197
TABLA IV.60 ESPECIES CON ALGUNA CATEGORÍA DE ENDÉMISMO REGISTRADAS DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SAR. ....	202
TABLA IV.60. MADRIGUERAS GEORREFERENCIADAS DENTRO DE LOS TRANSECTOS DEL ÁREA DEL PROYECTO. ....	206
TABLA 61. MADRIGUERAS GEORREFERENCIADAS DENTRO DE LOS TRANSECTOS DEL ÁREA DEL SAR. ....	207
TABLA IV.62. NIDOS GEORREFERENCIADOS DENTRO DE LOS TRANSECTOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	209
TABLA IV.63. NIDOS GEORREFERENCIADOS DENTRO DE LOS TRANSECTOS EN EL ÁREA DEL SAR. ....	209
TABLA IV.64. PROPORCIÓN DE ESPECIES RESPECTO A SUS ÁMBITOS ALIMENTICIOS. ....	216



## **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.**

### **IV.1. MEDIO BIOTICO**

Con el fin de contar con información específica para demostrar la estructura de los ecosistemas, su funcionamiento y el grado de conservación del SAR y del área del proyecto, en este apartado se presentan los resultados de la revisión de diversas fuentes bibliográficas, así como bases de datos especializadas en biodiversidad, tales como: Global Biodiversity Information Facility (Gbif), Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO) y Naturalista (CONABIO). En complemento a lo anterior, mediante el trabajo de campo, se determinaron los componentes ambientales, en particular las especies de flora y fauna que están presentes dentro del SAR y área del proyecto.

Asimismo, fueron consultadas las diferentes bases de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), con el fin de identificar si el proyecto y SAR tendrían incidencia sobre algún área de importancia para la biodiversidad.

#### **IV.1.1. Regiones Prioritarias para la conservación de la Biodiversidad**

Como se refirió en el párrafo anterior, se revisaron las áreas de importancia ecológica establecidas por la CONABIO, y mediante dicha revisión fue posible contar con elementos para identificar la incidencia del proyecto sobre algún área de importancia ecológica. En este sentido, a continuación, se analizan cada una de las áreas en las que incidiría el área del proyecto o el SAR.

##### **IV.1.1.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)**

Considerando la información vectorial de CONABIO con respecto a las RTP, en la siguiente figura, y misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se evidencia que el área del proyecto no incidiría sobre ninguna RTP, siendo la más próxima la denominada “Manantlán-Volcán de Colima” misma que se encuentra a 10 km de distancia del proyecto.

Respecto al SAR, este incidiría en una porción (564 ha) sobre dicha RTP, sin que esto conlleve a la afectación de sus componentes.

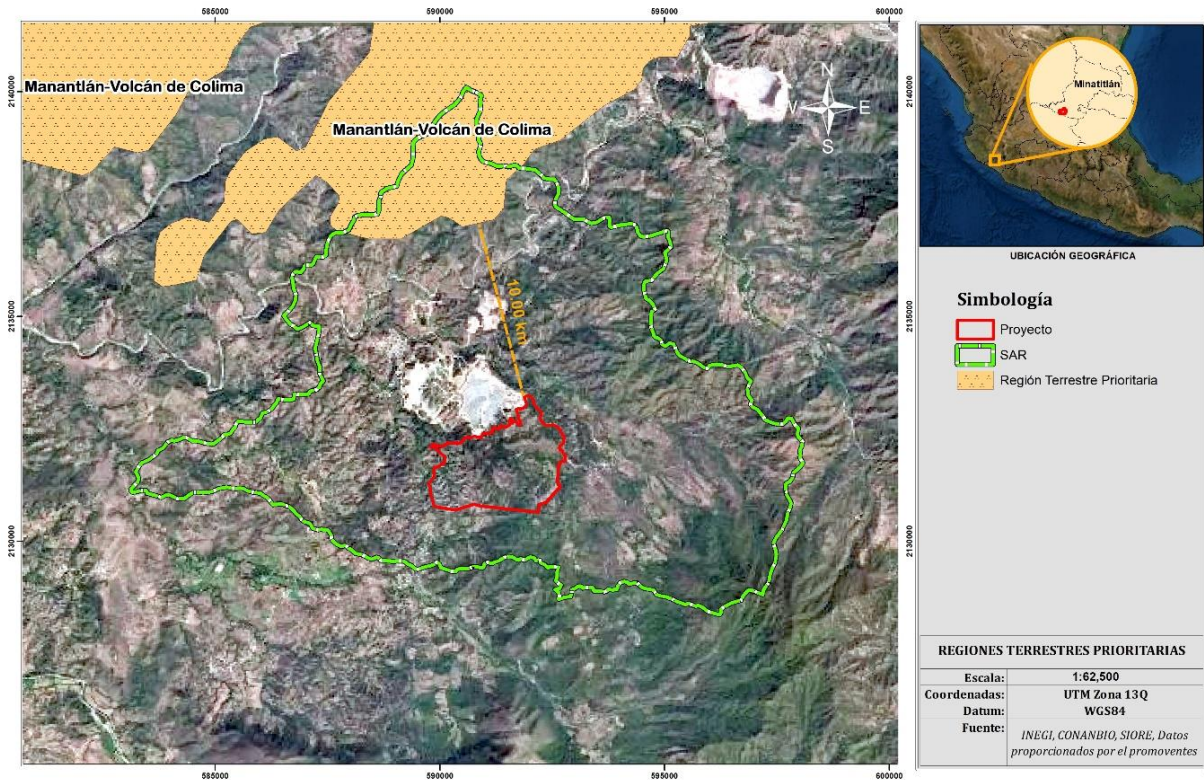


Figura IV.1 Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al SAR y área del proyecto.

#### IV.1.1.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Como se puede apreciar en la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, tanto el SAR como el área del proyecto incidirían dentro de la RHP “Ríos Purificación Armería”.

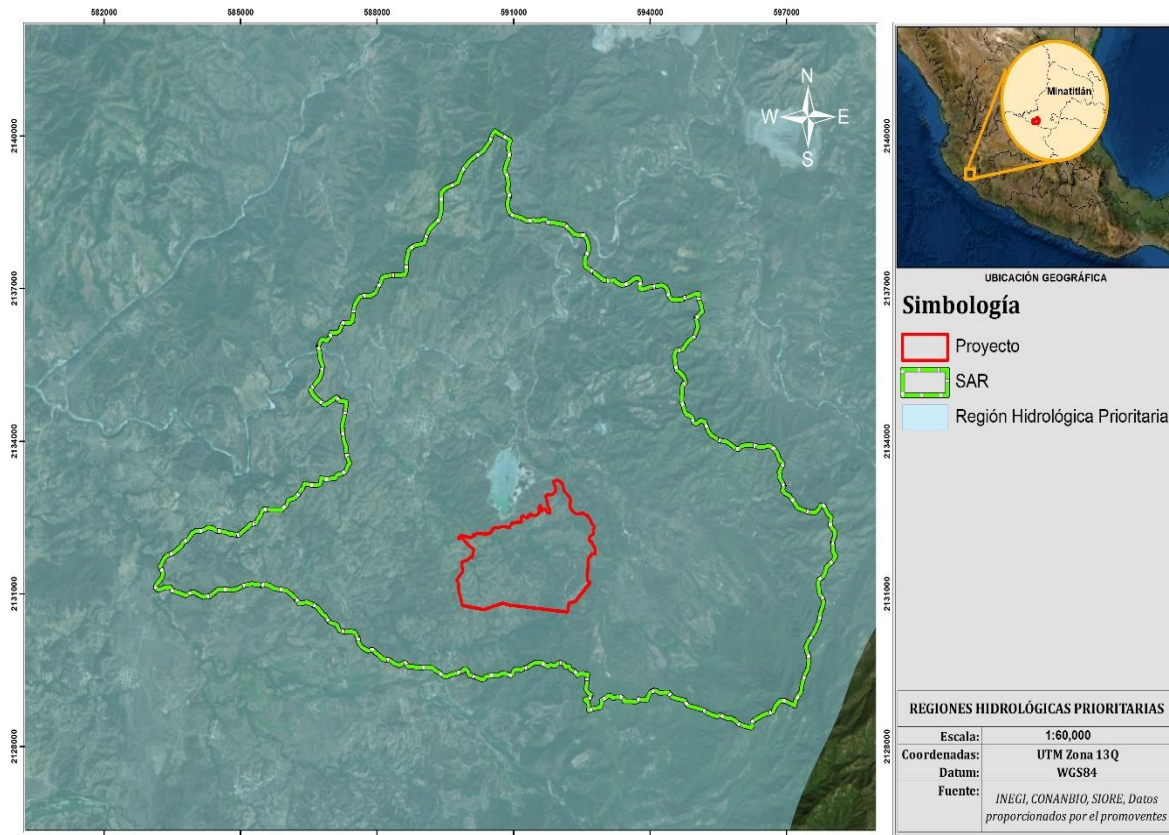


Figura IV.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias más cercanas al SAR y área del proyecto.

Esta RHP se encuentra distribuida entre los estados de Jalisco y Colima, con una extensión de 15,052.41 km<sup>2</sup>, es decir el SAR del proyecto incidiría en tan solo el 0.56% de dicha RHP, mientras el área del proyecto en un 0.032%. Dentro de esta región se encuentra el río Ayuquila-Armería, con una superficie de 9803 km<sup>2</sup>, este es uno de los 15 ríos más importantes de los 100 existentes en la vertiente del Pacífico y se encuentra entre los 43 ríos más importantes a nivel nacional. Presenta una longitud total desde la cabecera de la cuenca hasta su desembocadura en el mar de 240 km, con un volumen total anual de escurrimiento de 2,076 Mm<sup>3</sup>.

En lo que corresponde a vegetación, esta RHP se caracteriza por presentar diversos ecosistemas constituidos por selva baja caducifolia, matorral xerófito, bosques de pino-encino, de oyamel, de encino, de pino y mesófilo de montaña, selva mediana subcaducifolia y vegetación riparia. La presencia de estos tipos de vegetación, son el resultado de factores

topográficos y edáficos, en donde se incluyen las dinámicas de los macizos montañosos de la Sierra de Manantlán y del Nevado de Colima, los cuales generan condiciones ambientales propicias para una alta diversidad florística.

Por otro lado, se tiene que la principal problemática de esta región es la modificación del entorno debido a la deforestación y explotación de acuíferos en la parte media y baja de la cuenca, y en menor medida en la parte alta correspondiente a la Reserva de Manantlán. Por otro lado, el crecimiento demográfico, y los conflictos por tenencia de la tierra con respecto al uso de suelo urbano, ganadero y agrícola, también representan factores que inciden en el deterioro de la región, al igual que la contaminación por la suspensión de sedimentos y las descargas del drenaje a los cuerpos de agua. A estas problemáticas se suma la introducción de especies como la tilapia, el uso inadecuado de redes de pesca, cacería furtiva, cultivo de estupefacientes y explotación forestal comercial no controlada.

Considerando lo anterior, es importante mencionar que el emplazamiento del proyecto no será dentro de áreas frágiles o sensibles de la RHP; es decir, la ubicación pretendida no corresponde a la parte alta de la cuenca o zonas de recarga. Asimismo, no tendrá incidencia o modificación en los principales escurrimientos que drenan dentro de la RHP, y en donde únicamente se pretende una rectificación del cauce del arroyo Palo Verde, re-orientando sus aguas al cauce natural una vez librada la zona del proyecto, sin que esto implique un uso o aprovechamiento del mismo. Aunado a lo anterior, se tiene que el objetivo del proyecto es la conformación de un depósito de jales secos, lo que permite el re aprovechamiento del recurso hídrico que ya se emplea en el proceso de explotación del mineral. En este sentido **no** considera incrementar el aprovechamiento o extracción de agua, por lo que no se ejercerá una presión adicional sobre el acuífero y/o los escurrimientos superficiales.

Por otro lado, el proyecto prevé el desarrollo e implementación de medidas específicas, entre las que destacan la recuperación de zonas erosionadas, la reforestación y el rescate y reubicación de especies con valor de importancia o aquellas sujetas bajo una categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de forma tal, que el proyecto no solo **no** suma a la atención

de las problemáticas identificadas por la CONABIO, sino que su desarrollo contribuya de manera efectiva en la conservación y mantenimiento de la RHP.

En lo que respecta a la contaminación del acuífero, el proyecto llevará a cabo una serie de medidas tendientes al manejo integral de residuos con el objetivo de evitar en todo momento la contaminación de cuerpos de agua o suelo.

### IV.1.1.3. Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

Como se evidencia en la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, tanto el SAR como el área del proyecto no incidirán en ninguna RMP, siendo la más cercana la denominada “Cuyutlán-Chupadero”, misma que se encuentra a una distancia de 26 y 28 km del área del proyecto y SAR respectivamente.

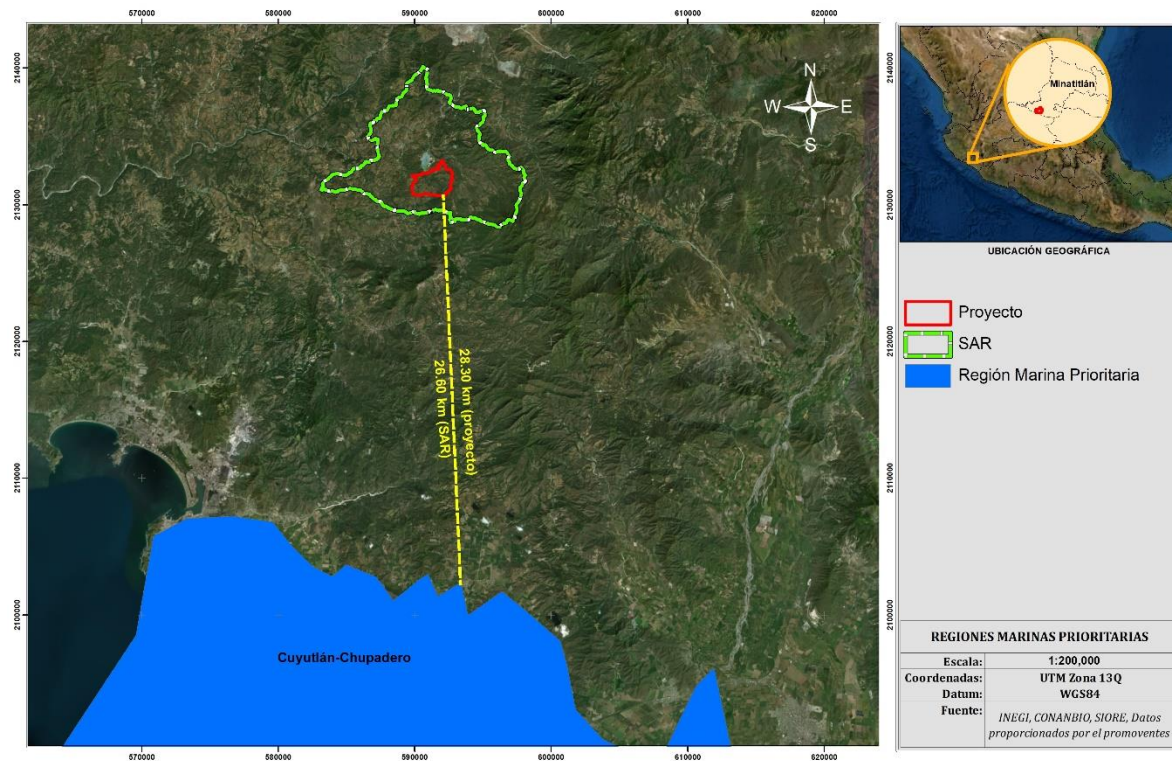


Figura IV.3 Regiones Marinas Prioritarias más cercanas al SAR y área del proyecto.

#### IV.1.1.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Como se puede apreciar en la siguiente figura, misma que se anexa para mayor apreciación, tanto la superficie del proyecto como el SAR no tendrían incidencia dentro de algún AICA, encontrándose la más cercana a 15 km aguas arriba del SAR y 20 km aguas arriba del área del proyecto. En este sentido, su desarrollo e implementación no comprometen o afecta las condiciones ambientales del AICA.

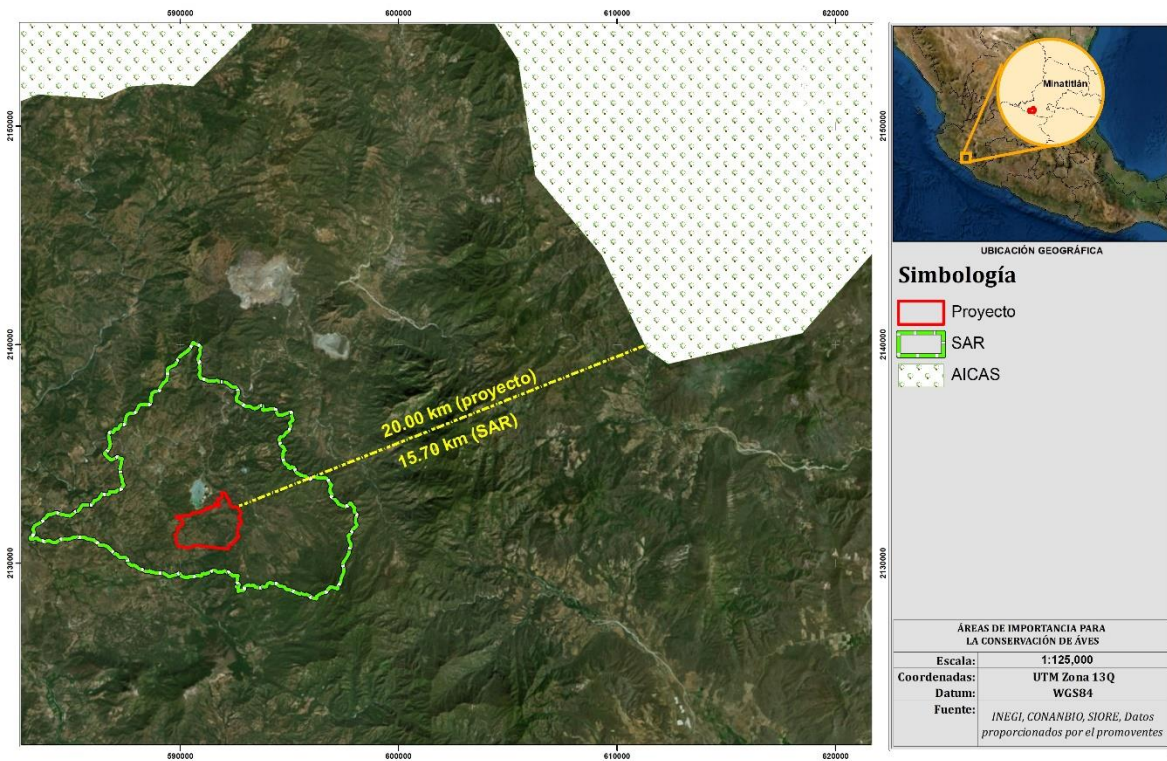


Figura IV.4. AICA's más cercanas al SAR y área del proyecto.

Una vez identificadas las Regiones prioritarias en las que incidirá el proyecto, a continuación, se presenta la caracterización de la flora y fauna presente dentro del SAR y área del proyecto, esto mediante información bibliográfica y recorridos en campo

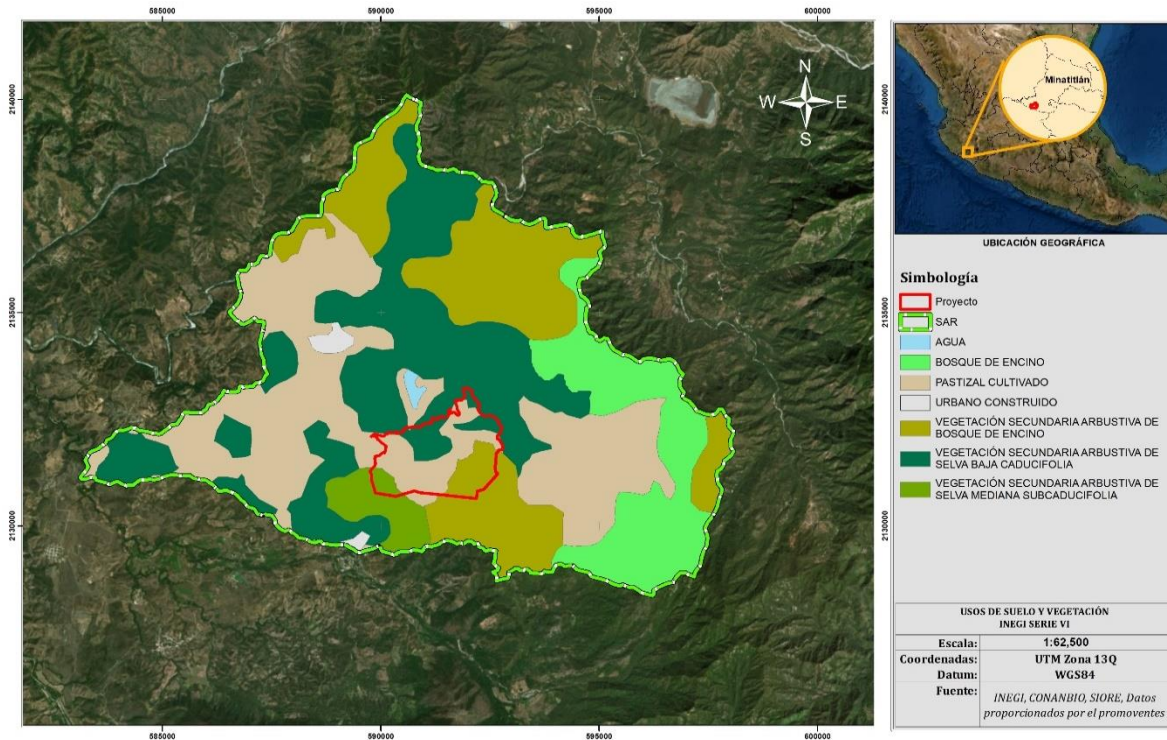
## IV.2. Vegetación

### IV.2.1. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR conforme a INEGI

En primer instancia, para la identificación de la vegetación presente en el SAR se consultó la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (escala 1:250,000), Serie VI. y se realizó la interpretación de imágenes digitales multiespectrales LandSat TM8 del año 2014 y respaldada con los respectivos trabajos de verificación de campo.

Considerando tal información vectorial, en la superficie del SAR se presentan bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia, así como, usos de suelo urbano construido y pastizal cultivado. Cabe mencionar que como información complementaria en el SAR, INEGI señala la presencia de un cuerpo de agua, el cual es la presa de jales “Arrayanal”, que corresponde a una parte de la infraestructura de la Unidad Minera Peña Colorada, y **no** a un cuerpo de agua natural. En la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se puede apreciar la distribución espacial de los tipos de vegetación y usos de suelo en el SAR.

Figura IV.5 Distribución espacial conforme a INEGI de los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR.



Como se evidencia en la imagen anterior, los usos del suelo y vegetación (USV) muestran una distribución heterogénea.

En la siguiente tabla se muestran las superficies de ocupación para cada uso de suelo y vegetación dentro del SAR conforme a INEGI.

Tabla IV.1. Superficies de los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR conforme a INEGI

DESCRIPCIÓN	ha	%
Urbano construido	60.74	0.71
Bosque de Encino	1175.92	13.74
Agua	23.44	0.27
Pastizal cultivado	2633.9	30.77
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	1989.73	23.24
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	2406.6	28.11
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	269.94	3.15
<b>Total</b>	<b>8,560.33</b>	<b>100</b>



En complemento de lo anterior, se retoma un estudio de Fragmentación y Conectividad del paisaje realizado por la propia promotora (se incluye de manera anexa), el cual define como área de estudio la micro cuenca hidrológica, dentro de la cual se incluye el SAR del proyecto y la Unidad Minera Peña Colorada. Aunque este estudio no se limita al SAR del proyecto, es una fuente de información fiable y actualizada que coadyuva en la caracterización ambiental y proporciona elementos para la elaboración del diagnóstico ambiental del SAR.

En dicho estudio, con base en el índice compuesto geoespacial de fragmentación de ecosistemas forestales, se identificó la presencia de zonas continuas de hábitat forestal en el paisaje. Se determinó que dentro de la micro cuenca hidrológica (en donde se incluye el SAR) más del 46% del paisaje cuenta con coberturas del bosque extremadamente fragmentados o sin presencia de bosque. Es decir, las superficies forestales se encuentran aún más fragmentadas de como lo señala INEGI Serie VI. Es probable que esta diferencia se deba a que el trabajo de fragmentación se realizó a una escala con mayor detalle que el mapa de INEGI.

En la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, y la cual se retoma del estudio en cuestión, se observa el grado de fragmentación dentro de la microcuenca hidrológica.

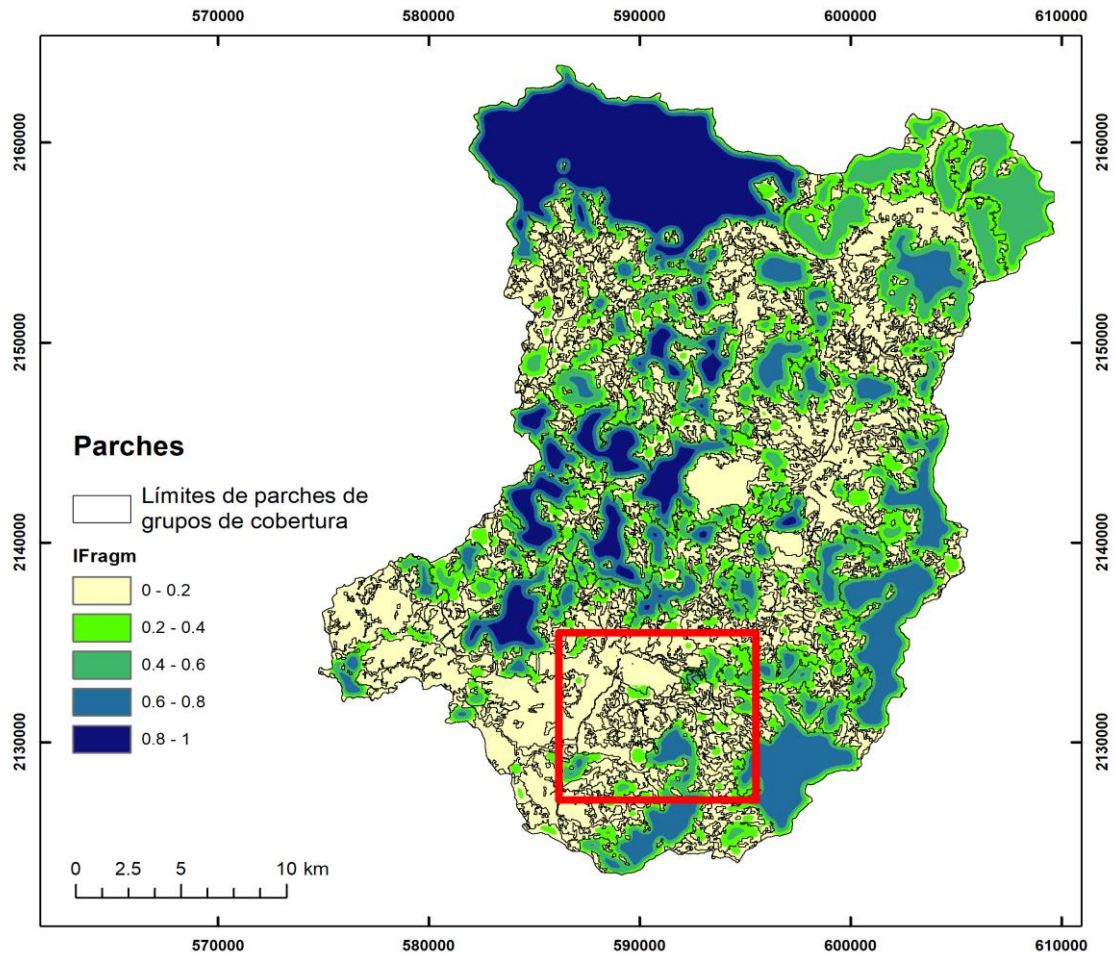


Figura IV.6 Índice compuesto geoespacial de fragmentación de ecosistemas forestales IFragm en la totalidad del paisaje. El rectángulo rojo refiere al área del proyecto. Imagen tomada del estudio de fragmentación.

En la siguiente tabla se presentan los índices de fragmentación para la micro cuenca hidrológica. En la misma se puede identificar que más del 78% de la superficie de estudio son áreas en las que la vegetación va de medianamente fragmentadas a altamente fragmentadas.

Tabla IV.2 Índice sintético de fragmentación de hábitat forestal para la micro cuenda hidrologica. Tabla tomada del estudio de fragmentación.

Valores de <i>lfragm</i>	Interpretación de fragmentación de ecosistemas naturales	Totalidad del paisaje	
		Ha	%
0 – 0.2	Muy alta, sin áreas continuas forestales	37241	46.4
0.2 – 0.4	Alta, bordes	14237	17.7
0.4 – 0.6	Intermedia, bordes	11641	14.5
0.6 – 0.8	Baja, áreas núcleo	8933	11.1
0.8 – 1	Muy baja, áreas núcleo	8238	10.3

## IV.2.2. Revisión bibliográfica y bases de datos de especies de flora registradas en el SAR

La base de datos GBIF.org (GBIF Occurrence) reporta que en el SAR se han registrado 184 especies de flora distribuidas en 6 clases, 34 órdenes y 71 familias. La clase que obtiene el mayor número de registros es Magnoliopsida (177), seguida de Liliopsida (47) y Florideophyceae (14), las tres restantes clases tuvieron registros menores a 5. El orden mejor representado fue Malpighiales y la familia fue la Poaceae.

Mediante la siguiente gráfica, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se presenta la distribución de las clases.

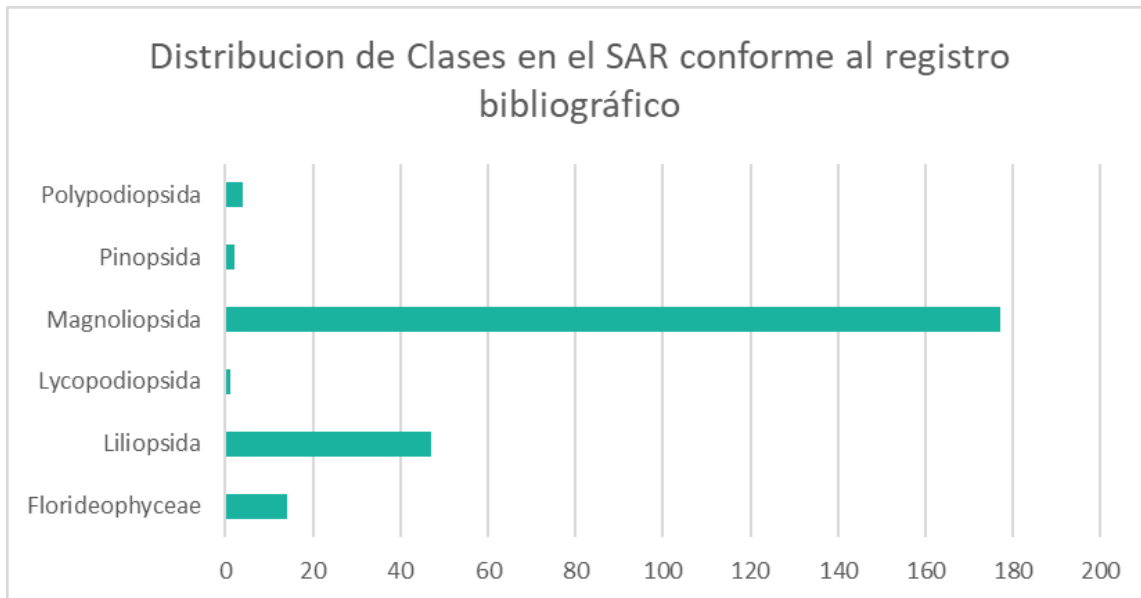


Figura IV.7. Distribución de Clases en el SAR conforme a los registros bibliográficos.

Por otro lado, mediante la siguiente gráfica, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se resumen los registros que se presentaron por orden, en donde se puede apreciar que los órdenes Malpighiales, Poales y Asterales presentaron el mayor número de registros.

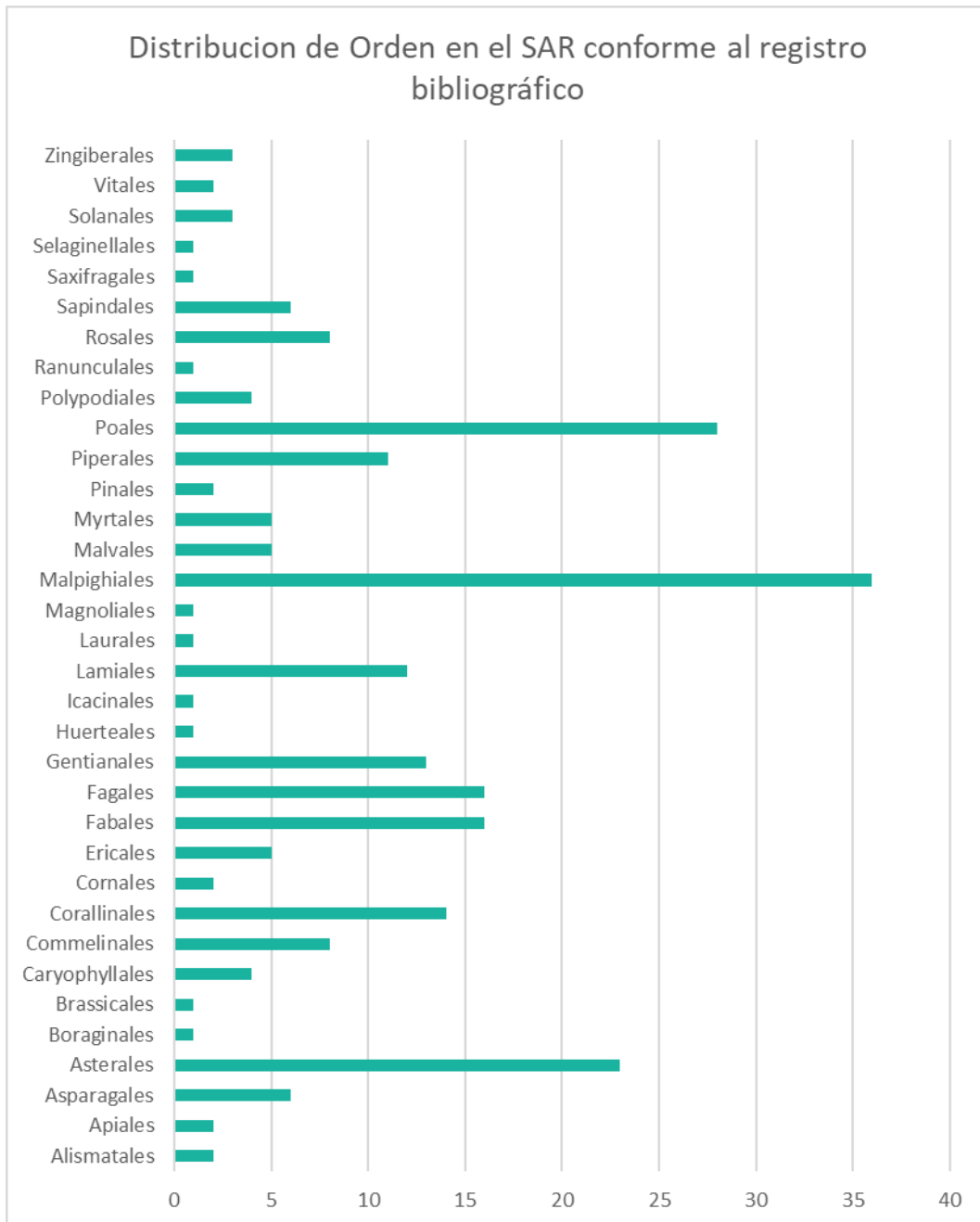


Figura IV.8. Número de registros bibliográficos por orden presentes en el SAR

A excepción de la especie *Marathrum foeniculaceum*, misma que presentó 11 registros, para el resto de las especies no se observa una dominancia, y los registros en general fueron pocos por especies (de 1 a 2).

Por otro lado, es importante mencionar que del total de especies registradas **bibliográficamente** en la superficie del SAR únicamente cuatro especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver siguiente tabla).

Tabla IV.3 Listado de especies **bibliográficas** bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
<i>Abies religiosa</i>	Abeto	Peligro de extinción (P)	Si
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Árbol Maria	Amenazada (A)	No
<i>Castilleja mcvaughii</i>	s/n	Sujeta a proteccion especial (Pr)	Si
<i>Zea diploperennis</i>	s/n	Amenazada (A)	Si

Cabe mencionar que el registro de dichas especies corresponde a los registros **bibliográficos**, y las cuatro especies muestran una distribución que va más allá de los propios límites del SAR, por lo que su presencia/ausencia se verificó mediante los trabajos de campo.

Específicamente para la especie *Abies religiosa* (abeto), es importante señalar que presenta un ámbito de distribución que va desde los 2,800 hasta los 3,500 msnm, encontrándose en varios estados (CDMX, Puebla, Hidalgo, Veracruz, Michoacán, Jalisco, Morelos, Edo. de México, Guerrero y Tlaxcala). Esta especie se desarrolla mejor en suelos profundos con un buen drenaje, caso contrario del área del proyecto donde predominan los suelos someros.

Derivado del principal uso que se le da a *Abies religiosa* como “pino de navidad”, existen ya una serie de técnicas y metodologías para su propagación y reproducción, con las cuales se pretende contrarestar las presiones de aprovechamiento sobre la especie.

### IV.2.3. Usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto conforme a INEGI

Como se muestra en la siguiente imagen (misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación), de acuerdo con INEGI el polígono del proyecto presenta tres tipos

vegetación secundaria arbustiva derivadas de bosque de encino, selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia. En lo que corresponde a usos de suelo se tiene el de pastizal cultivado.

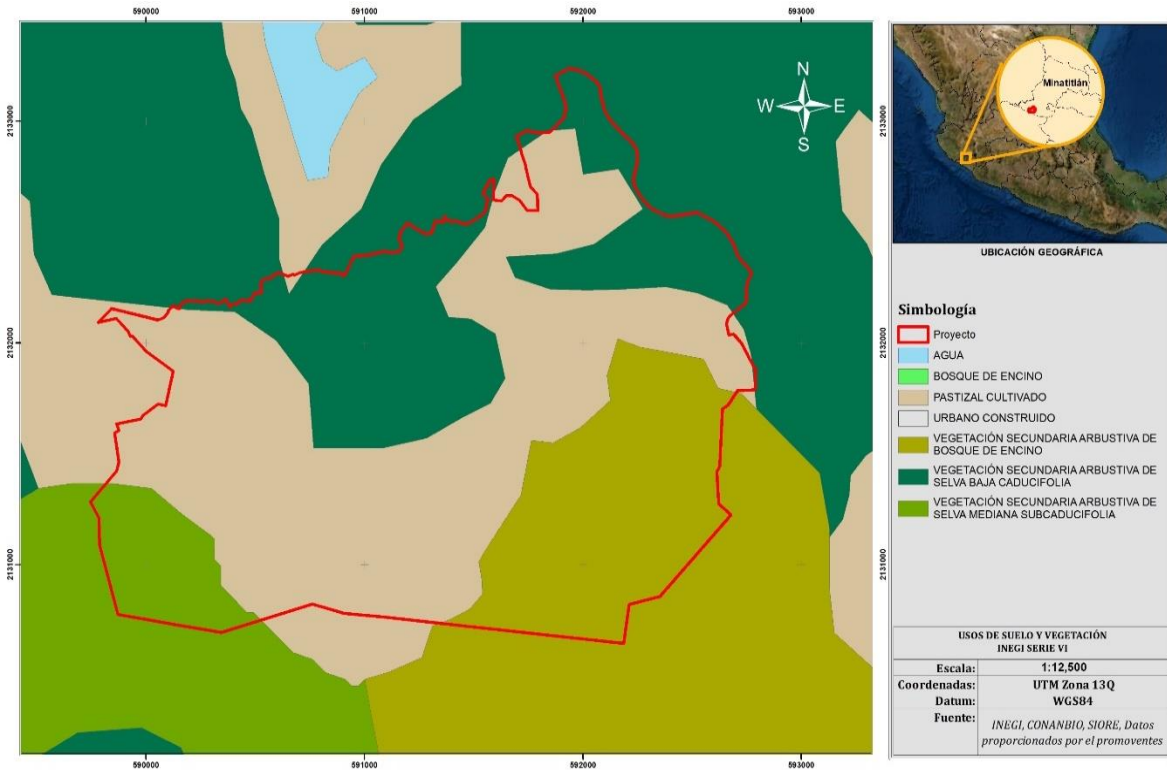


Figura IV.9. Uso de suelo y tipo de vegetación presentes en el polígono del proyecto conforme a INEGI.

Mediante la siguiente tabla se muestran las superficies de ocupación para cada uso de suelo y vegetación dentro del área del proyecto conforme a INEGI.

Tabla IV.4. Superficies de los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el área del proyecto conforme a INEGI

DESCRIPCIÓN	ha	%
Pastizal cultivado	240.79	49.39
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	100.63	20.64
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	115.78	23.75
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	30.35	6.22
<b>Total</b>	<b>487.55</b>	<b>100</b>

Considerando la escala que maneja INEGI (1:250,000), los USV reportados son considerados como una referencia, por lo que, mediante el trabajo de campo, estos fueron verificados de manera puntual y actual.

Por otro lado, al igual que para los USV del SAR, se retoman los resultados del área del proyecto del estudio de Fragmentación y Conectividad, cabe aclarar que si bien el área no coincide en su totalidad con el polígono final que se presenta en la MIA, la superficie analizada en el estudio incide prácticamente en la totalidad del área del proyecto. En este sentido, es que los resultados pueden considerarse como una fuente de información fiable y actualizada que aporta elementos de análisis y refuerza lo referido por INEGI y los resultados del trabajo de campo.

De acuerdo con los resultados del estudio de fragmentación, la vertiente sur del área de estudio, donde se encuentra el terreno previsto para desarrollar el proyecto, se caracteriza por una alta fragmentación del hábitat forestal (ver estudio que se incluye de manera anexa). El terreno donde se construiría el depósito presenta el mayor grado de fragmentación, por lo que la implementación de este proyecto no resultará en aumento significativo de fragmentación en el paisaje.

Mediante la siguiente figura se muestran los resultados del estudio de fragmentación para el área del proyecto, reiterando que la misma no es totalmente coincidente con el área presentada en la MIA, toda vez, que esta se fue modificando mediante el detalle de ingeniería.

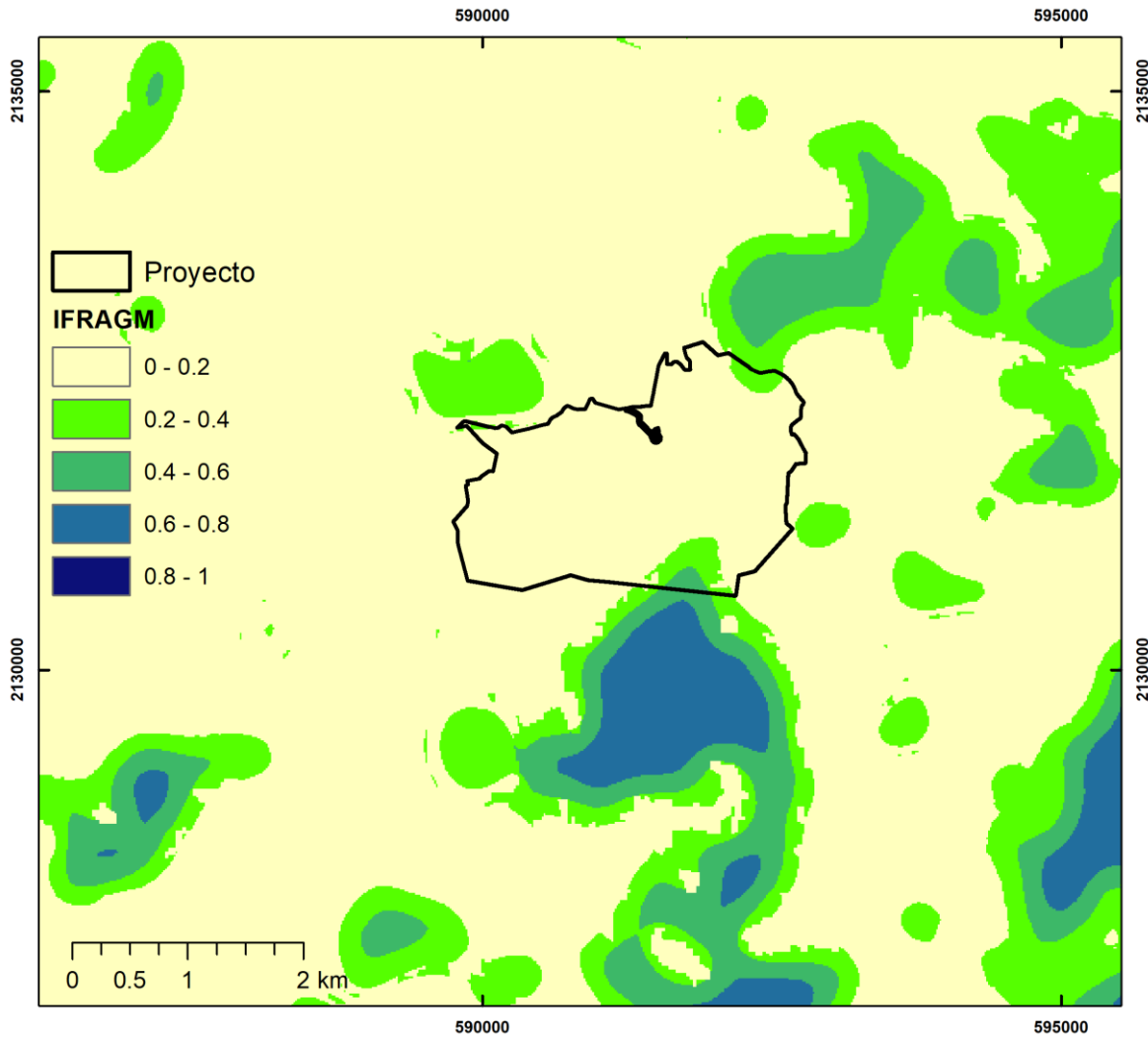


Figura IV.10. Índice compuesto geoespacial de fragmentación de ecosistemas forestales IFRAGM en el área del proyecto. Imagen tomada del estudio de fragmentación.

#### IV.2.4. Usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto conforme a trabajo de campo

Es importante mencionar que la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI corresponde a un instrumento fiable mediante el cual se representan los usos de suelo y vegetación en territorio nacional; sin embargo, derivado de la escala en la que se plantea no permite describir o conocer lo que existe en áreas puntuales que necesitan ser analizadas a una escala mayor, como es el caso que nos ocupa con este proyecto.



En este sentido, se procedió a realizar el estudio sobre la composición y estructura de la vegetación presente a través de la caracterización de flora con recorridos en campo, concluyendo que dentro del polígono del proyecto se desarrollan únicamente dos tipos de vegetación: Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia y Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino, así como áreas no forestales (áreas desprovistas de vegetación, cuerpos de agua y caminos). La siguiente tabla muestra las superficies ocupadas por los diferentes usos de suelo y vegetación dentro del polígono del proyecto.

**Tabla IV.5. Usos de suelo y vegetación del area del proyecto de acuerdo a INEGI (2017) y lo observado en campo.**

Uso de Suelo y Vegetación	INEGI 2017 (ha)	Observado en campo (ha)
Pastizal Cultivado	240.79	
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	115.78	383.495
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	30.35	
Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino	100.63	56.076
Área Desprovista de Vegetación		39.713
Cuerpos de Agua		3.99
Caminos		4.28
<b>Total</b>	<b>487.55</b>	<b>487.55</b>

Mediante la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se presenta la distribución de los usos de suelo y vegetación identificados mediante los trabajos de campo.

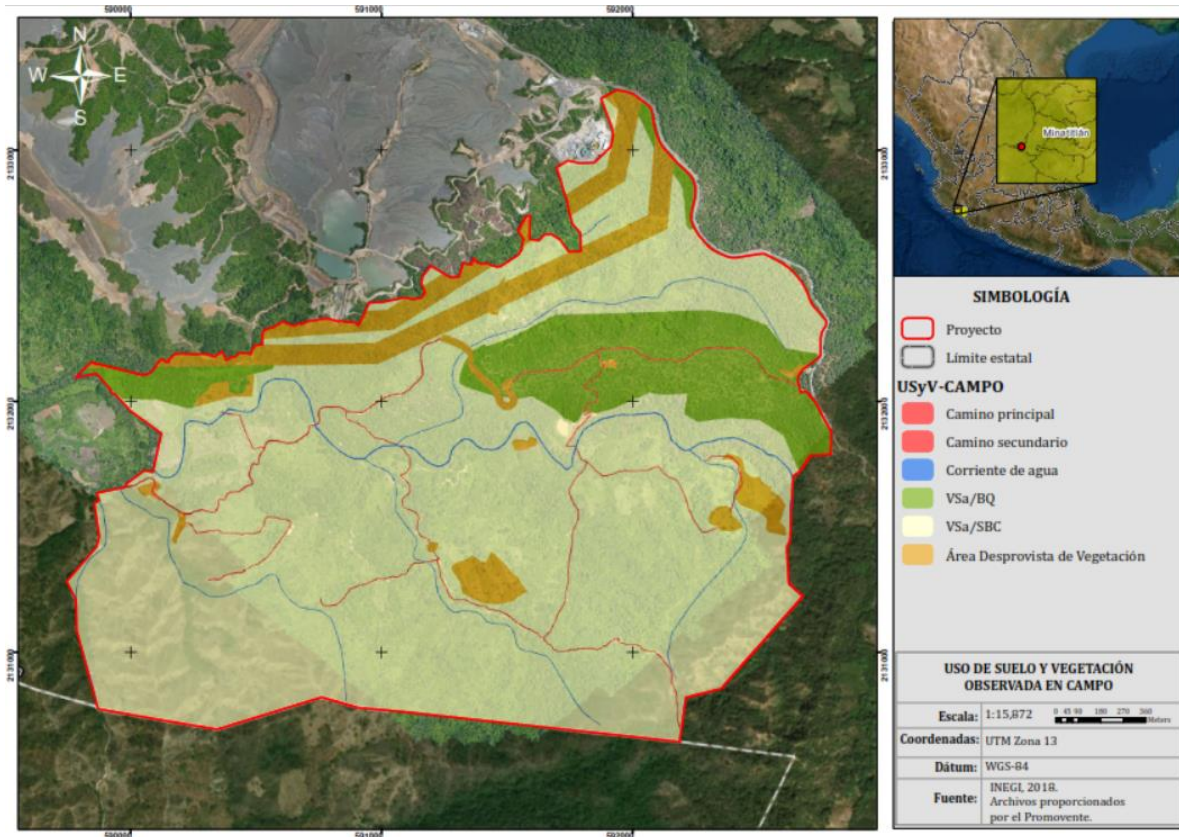


Figura IV.11. Mapa de vegetación en el polígono del proyecto conforme a los recorridos de campo.

#### IV.2.5. Metodología del trabajo de campo

Tanto para el SAR como el área del proyecto se establecieron sitios de muestreo determinados por el método de Muestreo Estratificado Aleatorio Simple (MAE), que consiste en dividir a la población en subgrupos; por lo que ambas áreas (SAR y área del proyecto) se dividieron en subpolígonos o estratos, para este estudio se tomó como criterio el uso de suelo y vegetación. Dentro de cada estrato se realizó un muestreo aleatorio simple, extendiendo una malla de puntos donde se muestrearon  $n$  cantidad de sitios, considerando lo siguiente:

- Fragilidad: determinado por los escurrimientos.
- Intensidad de muestreo: superficie de cada estrato.

- Accesibilidad.
- Densidad de la vegetación.

#### IV.2.5.1. Sitios de muestreo

Para el establecimiento de los sitios de muestreo se determinó la intensidad de muestreo, el error de muestreo, tamaño y forma de los sitios y su distribución. A continuación, se describe cada uno de estos apartados.

##### (a) Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo corresponde a la relación porcentual de la superficie muestreada con respecto a la superficie total con vegetación forestal.

Cabe mencionar, que para cada área (SAR y área del proyecto) se realizarón 55 sitios de muestreo, lo que se traduce en un esfuerzo de 0.03% (2.75 ha) para el SAR, y 0.63 % (2.75 ha) para el área del proyecto. De este ultimo, la intensidad de muestreo utilizada se considera aceptable, dado que en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo que van del 0.1 % al 1 % (Romahn y Ramírez, 2010). En lo que respecta al SAR, si bien el esfuerzo podría incrementarse, es importante mencionar que los objetivos del estudio no pretenden el presentar un inventario forestal, sino, una caracterización que permita comparar en justa dimensión con la que se distribuye dentro del área del proyecto.

Considerando lo anterior, a continuación, se presenta la fórmula empleada para la estimación de la intensidad de muestreo únicamente para el área del proyecto:

$$f = \frac{n}{N} * 100$$

dónde:

$f$ = intensidad de muestreo en porcentaje (%)

$n$ =número de unidades de la muestra

N=Número de unidades de toda la población

Tabla IV.6 Intensidad de muestreo.

Uso de suelo y vegetación	Clave	N (ha)	N (m <sup>2</sup> )	n	n (m <sup>2</sup> )	f (%)
<b>No Forestal</b>						
Área Desprovista de Vegetación	ADV	39.713	397130.73	0	0	0
Camino principal	Camino	1.698	16975.08	0	0	0
Camino secundario	Camino	2.579	25789.45	0	0	0
Corriente de agua	H <sub>2</sub> O	3.992	39922.13	0	0	0
<b>Subtotal</b>		<b>47.982</b>	<b>479817.39</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Uso Forestal</b>						
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	VSa/SBC	383.495	3834952.16	47	23500	0.613
Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino	VSa/BQ	56.076	560760.29	8	4000	0.713
<b>Subtotal</b>		<b>439.571</b>	<b>4395712.45</b>	<b>55</b>	<b>27500</b>	<b>0.626</b>
<b>Total</b>		<b>487.553</b>				

### (b) Error de muestreo

Para conocer el error de muestreo se tomó como referencia los tipos de vegetación forestal identificados. En todos los estratos o tipos de vegetación se tuvo como consideración que el error obtenido no fuese superior al 5 % para que la muestra sea estadísticamente aceptable.

Para la estimación del error de muestreo, se empleó la ecuación utilizada por Infante y Zárate (1990), quienes establecen la siguiente fórmula para proporciones de poblaciones finitas con un nivel de confiabilidad del 95 %:

$$e = 0.98 \sqrt{\frac{(N - n)}{[(N * n) - n]}}$$

Donde:

e=error muestral

N=tamaño de la población

n=tamaño de la muestra

Como se puede observar en la siguiente tabla, los valores del error de muestreo estimado con base en el número de sitios levantados para el área del proyecto, no superan el 5 % referido por la bibliografía para que se considere una muestra estadísticamente aceptable, por lo que se considera que la muestra es estadísticamente aceptable.

**Tabla IV.7 Error de muestreo por tipo de vegetación dentro del área del proyecto.**

Uso de suelo y vegetación	Clave	N (ha)	N (m <sup>2</sup> )	n (m <sup>2</sup> )	#n	n	e	e (%)
<b>No Forestal</b>								
Área Desprovista de Vegetación	ADV	39.713	397130.730	0	0	0	0	0
Camino principal	Camino	1.698	16975.080	0	0	0	0	0
Camino secundario	Camino	2.579	25789.450	0	0	0	0	0
Corriente de agua	H <sub>2</sub> O	3.992	39922.130	0	0	0	0	0
<b>Subtotal</b>		<b>47.982</b>	<b>479817.390</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Uso Forestal</b>								
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	VSa/SBC	383.495	3834952.160	500	47	23500	0.006	0.637
Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino	VSa/BQ	56.076	560760.290	500	8	4000	0.015	1.544
<b>Subtotal</b>		<b>439.571</b>	<b>4395712.450</b>	<b>1000</b>	<b>55</b>	<b>27500</b>	<b>0.006</b>	<b>0.589</b>
<b>Total</b>		<b>487.553</b>						

N (ha)= Superficie total en hectáreas, N (m<sup>2</sup>) = Superficie total del proyecto en m<sup>2</sup>, n (m<sup>2</sup>) = Superficie por unidad de muestreo, #n= Número de unidades de muestreo, n= Superficie total de muestreo en m<sup>2</sup>, e= Error muestral, e (%) =Error muestral en porcentaje, ADV: área desprovista de vegetación, NF: no forestal.

El error de muestreo se calculó para cada tipo de vegetación, considerando el número de sitios y la superficie total por uso identificado en campo. De esta manera el error de muestreo para la VSa/BQ correspondió al 1.54 % y para la VSa/SBC el error estimado fue de 0.64 %. Como se observa en la tabla anterior, ninguno de los estratos o tipos de vegetación presentó un error superior a 5 %, por lo que el número de sitios levantados para cada estrato es estadísticamente aceptable y la muestra es representativa.

De igual manera, se aplicó la fórmula de Infante y Zarate (1990) considerando la superficie forestal del proyecto y el total de sitios de muestreo levantados, el resultado indica que la

muestra con respecto a las 487.55 ha es representativa ya que el error de muestreo estimado fue de 0.59 %.

### **(c) Tamaño y forma de los sitios**

Previo a la determinación del tamaño y forma de los sitios de muestreo, fue necesario evaluar una serie de aspectos, entre los que destacan la correlación espacial entre las observaciones de variables de interés (caracterización de vegetación), los factores ecológicos (tipos de vegetación y forma de vida), climáticos (temporada) y condiciones del terreno (accesibilidad). Dichos aspectos, permitieron definir un tamaño y forma de los sitios más óptimo, que redujera el error estándar y permitiera alcanzar un muestreo estadísticamente representativo.

En este sentido, para la toma de datos dasométricos, se trazaron unidades de muestreo rectangulares de diferentes dimensiones para representar los estratos presentes. Las unidades de muestreo se realizaron de acuerdo a lo establecido por la CONAFOR (2012) para selvas, peten, manglar, popal, tular y vegetación halófila-hidrófila. En la siguiente figura se muestran las dimensiones de las unidades de muestreo.

La estratificación florística hace referencia a la distribución de las plantas en los ecosistemas y está determinada por el tamaño y tipo de vida de los organismos. En nuestro país se distinguen diferentes clasificaciones que se basan en la forma de vida de las plantas, estos son: árboles perennifolios, árboles caducifolios, arbustos perennifolios, arbustos caducifolios, arbustos afillos, arbustos rosetófilos, arbustos de tallo suculento, herbáceas vivaces, anuales, trepadoras, rastreras, epífitas, parasitas de raíces, parasitas de órganos aéreos (Rzedowski, 2006).

El estrato arbóreo por lo general se encuentra integrado por especies de plantas de tallo leñoso con alturas y diámetros considerables que varían en función del tipo de vegetación, mismo que define su potencial de crecimiento, comúnmente también es llamado dosel o estrato alto. Dentro del estrato arbustivo se encuentran las especies con tallo leñoso de mediano porte y que su desarrollo es menor al estrato anterior, también se le identifica por

estrato medio o sotobosque. El estrato herbáceo lo ocupan especies con tallos poco persistentes, en general plantas rastreras, hierbas, pastos, trepadoras, etc., (Rzedowski, 2006).

Para el presente estudio se tomó la clasificación general de árboles, arbustos y herbáceas, tomando como referencia el Manual y procedimientos para el muestreo de campo de la Comisión Nacional Forestal (2012).

A continuación, se describen los parámetros para la medición de los datos dasométricos en campo:

- a) **Arbóreo:** para este estrato el sitio de muestreo tuvo una superficie de 500 m<sup>2</sup> (25 X 20 m) se midió y registró el arbolado cuyo diámetro normal (D.A.P) a la altura de 1.3 m desde la superficie del suelo, sea igual  $\geq 5$  cm y alturas superiores a 6 m.

VARIABLES MEDIDAS:

- Datos de identificación del sitio (variables clasificatorias): Tipo de vegetación, número de sitio, fecha y ubicación geográfica.
- Información silvícola – dasométricas del estrato arbóreo.

Número progresivo del árbol hallado en el sitio. Todos los árboles fueron enumerados.

Especie: Se colectó la muestra para su identificación en gabinete y herbario.

Fotografía de cada especie: Se tomaron fotografías de cada especie distinta hallada en el polígono del proyecto.

Diámetro normal (DN) del fuste a 1.30 m.

Altura total (m): tomando la medida desde la base del árbol hasta su ápice.

Cobertura (Norte-Sur, Este-Oeste).

Fotografías de las condiciones de cada sitio, referidos a los cuatro puntos cardinales (N, E, S, O).

- b) **Arbustivo:** se realizó un subsitio de 50 m<sup>2</sup> (10 X 5 m), donde se midió y registró a todos los individuos leñosos con altura menor a 6 m, siempre que su diámetro normal (a 1.3 m) fue menor a 5 cm.

En este estrato se cuantificó lo siguiente:

- Especie: se tomó una muestra para su posterior identificación botánica
  - Diámetro Basal
  - Altura
  - Cobertura de copa
  - Sanidad
- c) **Herbáceo:** se midió en un subsitio de 1 m<sup>2</sup> todas las plantas herbáceas, helechos, musgos, líquenes, pastos y demás especies que sean de bajo porte y características del estrato herbáceo según el tipo de vegetación encontrado.

Para este estrato se tomaron datos de las herbáceas, así como de elementos leñosos menores a 1.30 m. Se trazaron cuadrantes de 1 X 1 m a mitad de la unidad de muestreo anterior, dentro del cual se cuantificó el número de individuos por especie, altura y cobertura. Igual que en los otros estratos se colectaron partes vegetativas para su posterior identificación.

Mediante la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se representan gráficamente la configuración de los sitios de muestreo.



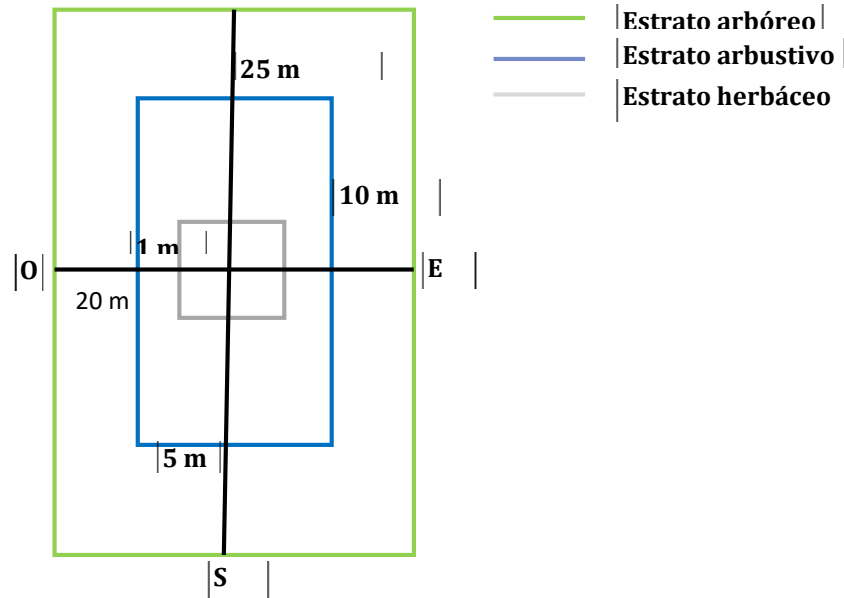


Figura IV.12. Estructura de los sitios de muestreo.

#### IV.2.5.2. Caracterización de la vegetación

La evaluación de la biodiversidad de comunidades vegetales es una herramienta de gran utilidad para conservar eficazmente y ordenar de forma sostenible nuestros recursos naturales. Son necesarias para obtener información verídica y sustentar el proceso de toma de decisiones en cuanto a la conservación en la política y en la gestión forestal.

El análisis de la comunidad que se realizó se basa en el estudio de la composición florística y estructural; la primera es útil para comparar las comunidades vegetales en función de la riqueza, mientras que la segunda está definida por el ordenamiento en sentido vertical y horizontal. La estructura vertical se refleja en la estratificación de las especies y la horizontal en la densidad, área basal y cobertura (Rangel y Velásquez, 1997).

Para la caracterización de la vegetación fue necesario el análisis de diferentes características mediante los métodos apropiados, en los siguientes puntos se hace referencia a cada uno de ellos, en tanto de manera anexa se presentan de manera pormenorizada para mayor detalle de la autoridad.

### Composición florística

- **Estructura horizontal:** Para conocer la estructura horizontal de la vegetación se calcularon los siguientes parámetros: abundancia relativa ( $A_i$ ), frecuencia relativa ( $F_i$ ), dominancia relativa ( $D_i$ ) e Índice de Valor de Importancia (IVI), para el cálculo de estos parámetros se utilizó el programa Excel de la paquetería de Office 2019.
- **Caracterización de la diversidad:** Para comprender los cambios de la biodiversidad, se debe analizar el número variable de comunidades que conforman los paisajes y las unidades geográficas. Para lograr lo anterior fue necesario separar los componentes en alfa y beta utilizando el programa Past3 (Hammer *et al.*, 2001) disponible en <https://folk.uio.no/ohammer/past/>, mientras que el índice beta se obtuvo con el programa de uso libre EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013) disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>.
  - *Índice de Margalef:* relaciona el número de especies de acuerdo con número total de individuos.
  - *Curvas de acumulación de especies:* Se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Revelan cómo el número de especies se va acumulando en función del aumento en el esfuerzo de muestreo, de tal manera que la riqueza aumentará hasta llegar a una asíntota (Villareal *et al.*, 2004). Existen diferentes estimadores para el cálculo de especies (Villareal *et al.*, 2004), dentro de los cuales se encuentra la serie Chao que consiste en métodos no paramétricos, por lo que no asumen una distribución estadística conocida.
- **Medición de la estructura:** se basan en la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie, dividiéndose en índices de dominancia (toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies) y en índices de equidad (toman en

cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniforme se encuentran distribuidas).

- *Índice de Simpson*: muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie.
- *Índice de Shannon-Wiener*: asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas.
- *Equidad de Pielou*: con base en los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener, expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada.

### **Especies protegidas**

La lista de especies presentes en el SAR y área del proyecto se cotejó con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Modificación al Anexo Normativo III), que establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, siendo de observancia obligatoria dentro del territorio nacional.

De manera anexa se incluyen la descripción para cada una de las categorías establecidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **Estatus de distribución**

Se consultó el Sistema de información sobre especies invasoras en México (CONABIO, 2018), con la finalidad de verificar o descartar la presencia de las especies registradas en las listas de especies exóticas introducidas y no introducidas que maneja dicho Sistema. Para el caso de especies nativas, se consultó información de la NOM-059-SEMARNAT-2010, CONABIO (2018), UICN (2019), y artículos científicos relacionados con las especies

identificadas. Como resultado de las consultas se manejaron los siguientes *status* de distribución.

- **Endémica:** especies que se encuentra restringida a una región. Toma un valor ecológico e histórico, si se considera que define zonas geográficas donde hay taxones integrados espacio-temporalmente.
- **Nativa:** el término hace referencia a especies que se encuentran dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural, por lo que la especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área.
- **Exótica-invasora:** especies introducidas en un ecosistema fuera de su área de distribución natural y cuyas características le confieren la capacidad de colonizar, establecer y seguir causando daños al ambiente.

## IV.2.6. Resultados del Trabajo en campo para flora terrestre en el SAR

### IV.2.6.1. Ubicación de Sitios de muestreo

Como se refirió anteriormente, se levantaron 55 sitios de muestreo dentro del SAR. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas centrales (UTM Datum WGS84 zona 13N) de los sitios de muestreo, así como el uso de suelo de acuerdo a la información de INEGI.

Tabla IV.8. Coordenadas de ubicación y uso del suelo de los sitios de muestreo en el SAR.

ID	ID campo	X	Y	USyV-INEGI	USyV-CAMPO
1	UHF-01	589879	2130681	VSa/SMS	VSa/SBC
2	UHF-02	593635	2132921	VSa/SBC	VSa/SBC
3	UHF-04	593627	2131860	VSa/SBC	VSa/SBC
4	UHF-05	589254	2131758	VSa/SBC	VSa/SBC
5	UHF-06	593266	2131942	VSa/SBC	VSa/BQ
6	UHF-07	587694	2133996	VSa/SBC	VSa/SBC
7	UHF-08	587769	2134204	VSa/SBC	VSa/SBC
8	UHF-09	587968	2133832	VSa/SBC	VSa/SBC
9	UHF-10	587852	2133536	VSa/SBC	VSa/SBC
10	UHF-11	591482	2133988	VSa/SBC	VSa/SBC
11	UHF-12	591955	2133964	VSa/SBC	VSa/SBC

ID	ID campo	X	Y	USyV-INEGI	USyV-CAMPO
12	UHF-13	592175	2133901	VSa/SBC	VSa/SBC
13	UHF-14	590509	2135628	VSa/SBC	VSa/SBC
14	UHF-15	589782	2134258	PC	VSa/SBC
15	UHF-18	589183	2132836	PC	VSa/SBC
16	UHF-19	592177	2137536	VSa/SBC	VSa/SBC
17	UHF-20	592507	2137406	VSa/BQ	VSa/SBC
18	UHF-21	588840	2132557	PC	VSa/SBC
19	UHF-22	593691	2130378	VSa/BQ	VSa/SBC
20	UHF-23	593652	2129885	VSa/BQ	VSa/BQ
21	UHF-24	593903	2129748	VSa/BQ	VSa/BQ
22	UHF-25	588924	2132236	PC	VSa/SBC
23	UHF-26	588703	2132126	VSa/SBC	VSa/SBC
24	UHF-27	592296	2130559	VSa/BQ	VSa/SBC
25	UHF-28	588370	2136786	PC	VSa/SBC
26	UHF-29	589144	2136111	PC	VSa/SBC
27	UHF-30	589245	2136296	PC	VSa/SBC
28	UHF-31	589362	2131630	VSa/SBC	VSa/SBC
29	UHF-32	589252	2130974	VSa/SMS	VSa/SBC
30	UHF-33	588119	2136510	VSa/BQ	VSa/SBC
31	UHF-34	589260	2131237	VSa/SBC	VSa/SBC
32	UHF-35	593925	2131139	PC	VSa/BQ
33	UHF-36	592493	2130668	VSa/BQ	VSa/SBC
34	UHF-37	587989	2132749	PC	VSa/SBC
35	UHF-38	587047	2132167	PC	VSa/SBC
36	UHF-39	594896	2131373	PC	VSa/SBC
37	UHF-40	594560	2131289	PC	VSa/SBC
38	UHF-41	594558	2131639	PC	VSa/SBC
39	UHF-42	586845	2132411	PC	VSa/SBC
40	UHF-43	585310	2132148	PC	VSa/SBC
41	UHF-45	594230	2130656	PC	VSa/BQ
42	UHF-46	594651	2130474	PC	VSa/BQ
43	UHF-49	592990	2133559	VSa/SBC	VSa/SBC
44	UHF-50	592935	2133810	VSa/SBC	VSa/SBC
45	UHF-55	585944	2132166	PC	VSa/SBC
46	UHF-56	584450	2131892	VSa/SBC	VSa/SBC
47	UHF-57	588698	2132260	VSa/SBC	VSa/SBC
48	SA.N-11	593435	2132922	VSa/SBC	VSa/SBC
49	UHF-63	591908	2136249	VSa/BQ	VSa/SBC
50	UHF-64	592135	2136105	VSa/BQ	VSa/SBC
51	UHF-62	591672	2136106	VSa/BQ	VSa/SBC
52	UHF-59	591888	2133338	VSa/SBC	VSa/SBC

ID	ID campo	X	Y	USyV-INEGI	USyV-CAMPO
53	UHF-61	592027	2133567	VSa/SBC	VSa/SBC
54	UHF-47	594499	2130710	PC	VSa/BQ
55	SA.N-06	593474	2132134	PC	VSa/BQ

Mediante la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se aprecia la distribución de los sitios de muestreo dentro del SAR.

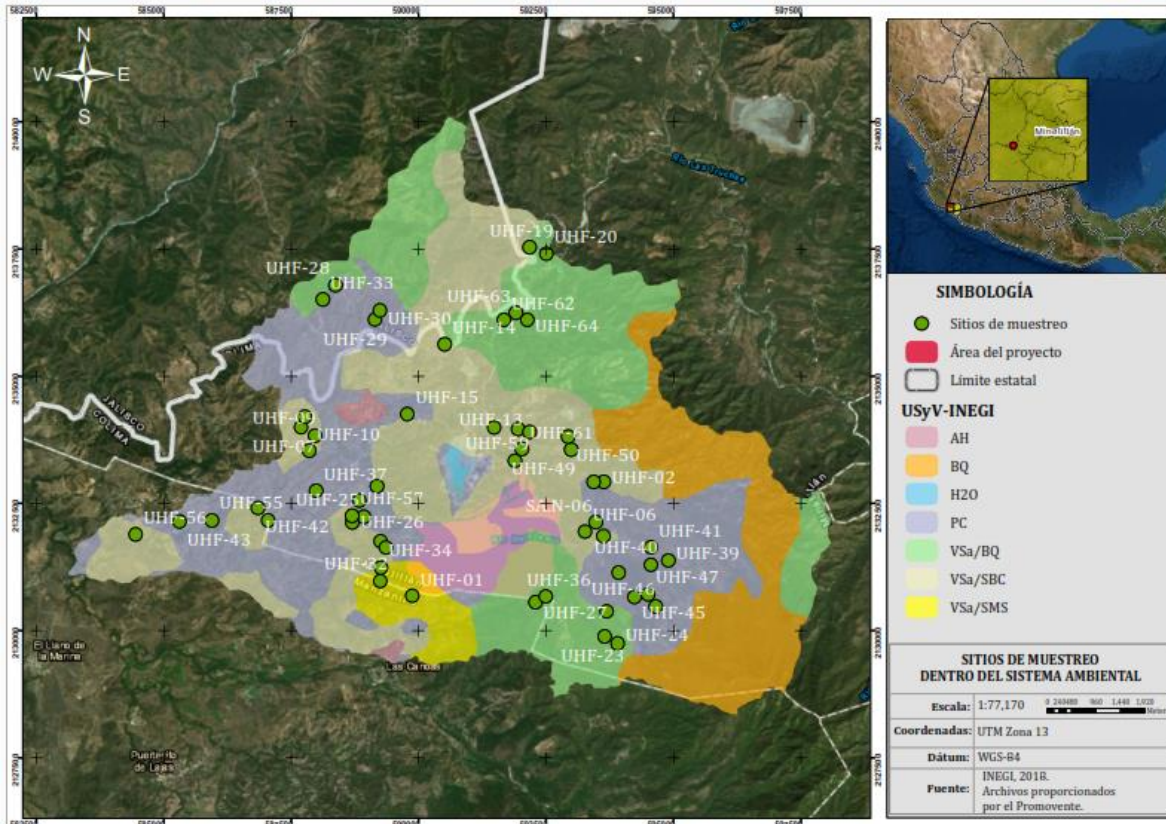


Figura IV.13 Distribución de los sitios de muestreo dentro del SAR.

Debido a que se establecieron unidades rectangulares de muestreo, de manera anexa se incluyen las coordenadas UTM WGS84 Zona 13 de los vértices de cada sitio de muestreo levantado en el SAR.

#### IV.2.6.2. Composición florística

Derivado de los resultados de los muestreos realizados en el SAR se obtuvo un listado florístico compuesto de 74 familias, 155 géneros y 192 especies, mismas que se listan a continuación.

Tabla IV.9 Listado de la composición florística para el SAR.

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia cochliacantha Humb. &amp; Bonpl. ex Willd.</i>	Espino blanco	-	Nativa
2	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia hindsii Benth.</i>	Cornizuelo	-	Nativa
3	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia pennatula Benth.</i>	Huizache blanco	-	Nativa
4	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Acalypha	<i>Acalypha setosa A. Rich.</i>	Cola de alacrán	-	Nativa
5	Equisetopsida	Arecales	Arecaceae	Acrocomia	<i>Acrocomia aculeata Lodd. ex Mart.</i>	Cocoyul	-	Nativa
6	Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	Adiantum	<i>Adiantum andicola Liebm.</i>	Cuamaquitztle	-	Nativa
7	Equisetopsida	Santalales	Opillaceae	Agonandra	<i>Agonandra racemosa Standl.</i>	Chilillo	-	Nativa
8	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Albizia	<i>Albizia tomentosa Standl.</i>	Guanacastillo	-	Nativa
9	Equisetopsida	Picramniales	Picramniaceae	Alvaradoa	<i>Alvaradoa amorphoides Liebm.</i>	Ardillo	-	Nativa
10	Equisetopsida	Lamiales	Bignoniaceae	Amphilophium	<i>Amphilophium paniculatum Kunth</i>	Bejuco prieto	-	Nativa
11	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Andira	<i>Andira inermis Kunth ex DC.</i>	Maquilla	-	Nativa
12	Polypodiopsida	Schizaeales	Anemiaceae	Anemia	<i>Anemia phyllitidis Sw.</i>	Helecho rizado	-	Nativa
13	Equisetopsida	Magnoliales	Annonaceae	Annona	<i>Annona cherimola Mill.</i>	Chirimoya	-	Exótica
14	Equisetopsida	Magnoliales	Annonaceae	Annona	<i>Annona purpurea Moc. &amp; Sessé ex Dunal</i>	Anona morada	-	Nativa
15	Equisetopsida	Alismatales	Araceae	Anthurium	<i>Anthurium halmoorei Croat</i>	Anthurium	-	Endémica/Nativa
16	Equisetopsida	Rosales	Cannabaceae	Aphananthe	<i>Aphananthe monoica J.-F. Leroy</i>	Cerezo	-	Nativa
17	Equisetopsida	Ericales	Primulaceae	Ardisia	<i>Ardisia compressa Kunth</i>	Capulín agrio	-	Nativa
18	Equisetopsida	Ericales	Primulaceae	Ardisia	<i>Ardisia revoluta Kunth</i>	Arrayán	-	Nativa
19	Equisetopsida	Myrtales	Melastomataceae	Arthrostemma	<i>Arthrostemma alatum Triana</i>		-	Nativa
20	Equisetopsida	Sapindales	Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	Amargoso	A	Nativa
21	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Baccharis	<i>Baccharis salicifolia Pers.</i>	Azumiate	-	Nativa
22	Equisetopsida	Lamiales	Acanthaceae	Barleria	<i>Barleria micans Nees</i>	Vainilla	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
23	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Bauhinia	<i>Bauhinia pauletia Pers.</i>	Pata de cabra	-	Nativa
24	Equisetopsida	Cucurbitales	Begoniaceae	Begonia	<i>Begonia gracilis Kunth</i>	Ala de ángel	-	Nativa
25	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Bidens	<i>Bidens pilosa L.</i>	Achual blanco	-	Nativa
26	Equisetopsida	Boraginales	Ehretiaceae	Bourreria	<i>Bourreria superba I.M. Johnst.</i>	Amapa blanca	-	Nativa
27	Equisetopsida	Arecales	Areaceae	Brahea	<i>Brahea dulcis Mart.</i>	Bamel	Pr	Endémica/Nativa
28	Equisetopsida	Poales	Bromeliaceae	Bromelia	<i>Bromelia karatas L.</i>	Cardo	-	Nativa
29	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Brosium	<i>Brosimum alicastrum Sw.</i>	Ramón	-	Nativa
30	Equisetopsida	Sapindales	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera bipinnata Engl.</i>	Copal santo	-	Nativa
31	Equisetopsida	Sapindales	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera excelsa Engl.</i>	Árbol del copal santo	-	Endémica/Nativa
32	Equisetopsida	Sapindales	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera grandifolia Engl.</i>	Chicopun	-	Endémica/Nativa
33	Equisetopsida	Sapindales	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba Sarg.</i>	Palo mulato	-	Nativa
34	Equisetopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	Byrsonima	<i>Byrsonima crassifolia Kunth</i>	Nananche	-	Nativa
35	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Caesalpinia	<i>Caesalpinia eriostachys Benth.</i>	Hediondilla	-	Nativa
36	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra grandiflora Benth.</i>	Cabellos de ángel	-	Nativa
37	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra houstoniana Standl.</i>	Barba de viejo	-	Nativa
38	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra tergemina var. Emarginata Barneby</i>	Pie de venado	-	Nativa
39	Equisetopsida	Malpighiales	Calophyllaceae	Calophyllum	<i>Calophyllum brasiliense Cambess.</i>	Brasil	A	Nativa
40	Equisetopsida	Zingiberales	Cannaceae	Canna	<i>Canna glauca L.</i>	Achira amarilla	-	Nativa
41	Equisetopsida	Gentianales	Apocynaceae	Cascabela	<i>Cascabela ovata Lippold</i>	Torito	-	Nativa
42	Equisetopsida	Malpighiales	Salicaceae	Casearia	<i>Casearia arguta Kunth</i>	Cedrón	-	Nativa
43	Equisetopsida	Malpighiales	Salicaceae	Casearia	<i>Casearia corymbosa Kunth</i>	Botoncillo	-	Nativa
44	Equisetopsida	Rosales	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia obtusifolia Bertol.</i>	Guarumo	-	Nativa
45	Equisetopsida	Sapindales	Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela odorata L.</i>	Cedro	Pr	Endémica/Nativa



ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
46	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba aesculifolia Britten &amp; Baker f.</i>	Algodoncillo	-	Nativa
47	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra Gaertn.</i>	Ceiba	-	Nativa
48	Equisetopsida	Arecales	Arecaceae	Chamaedorea	<i>Chamaedorea pochutlensis Liebm. ex Mart.</i>	Tepejilote canelillo	A	Endémica/Nativa
49	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Chiococca	<i>Chiococca alba Hitchc.</i>	Perlilla	-	Nativa
50	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Chromolaena	<i>Chromolaena collina R.M. King &amp; H. Rob.</i>	Hierba de ángel	-	Nativa
51	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Cromolaena	<i>Chromolaena odorata R.M. King &amp; H. Rob.</i>	Albahaquilla	-	Nativa
52	Equisetopsida	Sapindales	Rutaceae	Citrus	<i>Citrus x limon Osbeck</i>	Limón	-	Exótica
53	Equisetopsida	Ericales	Clethraceae	Clethra	<i>Clethra mexicana DC.</i>	Mamojuaxtle	-	Endémica/Nativa
54	Equisetopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba barbadensis Jacq.</i>	Roble de la costa	-	Nativa
55	Equisetopsida	Malvales	Bixaceae	Chochlospermum	<i>Cochlospermum vitifolium Spreng.</i>	Algodón silvestre	-	Nativa
56	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Coffea	<i>Coffea arabica L.</i>	Cafeto	-	Exótica
57	Equisetopsida	Myrtales	Melastomataceae	Conostegia	<i>Conostegia xalapensis (Bonpl.) D. Don ex DC.</i>	Capulín	-	Nativa
58	Equisetopsida	Boraginaceae	Cordiaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora (Ruiz &amp; Pav.) Oken</i>	Aguardientillo	-	Nativa
59	Equisetopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	Couepia	<i>Couepia polyandra (Kunth) Rose</i>	Palo de fraile	-	Nativa
60	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton ciliatoglandulifer Ortega</i>	Canelilla	-	Nativa
61	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton draco Schlttdl. &amp; Cham.</i>	Drago	-	Nativa
62	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton ynesiae Croizat</i>		-	Endémica/Nativa
63	Equisetopsida	Sapindales	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania dentata DC.</i>	Agua al ojo blanco	-	Nativa
64	Equisetopsida	Sapindales	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania macrophylla Mart.</i>		-	Nativa
65	Equisetopsida	Dilleniales	Dilleniaceae	Curatella	<i>Curatella americana L.</i>	Hojamán	-	Nativa
66	Equisetopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	Cyclanthera	<i>Cyclanthera dissecta Arn.</i>	Chayotillo	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
67	Equisetopsida	Poales	Poaceae	Cynodon	<i>Cynodon nlemfuensis Vanderyst</i>	Zacate estrella de África	-	Exótica/Invasora
68	Equisetopsida	Poales	Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus odoratus L.</i>	Hierba del zopilote	-	Nativa
69	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Dalbergia	<i>Dalbergia congestiflora Pittier</i>	Camotillo	P	Endémica/Nativa
70	Equisetopsida	Apiales	Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax arboreus Decne. &amp; Planch.</i>	Zapotillo	-	Nativa
71	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Desmodium	<i>Desmodium tortuosum DC.</i>	Cadillo	-	Nativa
72	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Diphysa	<i>Diphysa americana M. Sousa</i>	Flor de gatillo	-	Nativa
73	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Diphysa	<i>Diphysa floribunda Peyr.</i>	Chicharroncillo	-	Nativa
74	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Dorstenia	<i>Dorstenia drakena L.</i>	Gallito	-	Nativa
75	Polypodiopsida	Polypodiales	Dryopteridaceae	Dryopteris	<i>Dryopteris cinnamomea C. Chr.</i>	Helecho	-	Nativa
76	Equisetopsida	Poales	Poaceae	Eleusine	<i>Eleusine indica Gaertn.</i>	Escobilla de la India	-	Exótica/Invasora
77	Equisetopsida	Lamiales	Acanthaceae	Elytraria	<i>Elytraria imbricata Pers.</i>	Cordón de San Juan	-	Nativa
78	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum Griseb.</i>	Guanacaste	-	Nativa
79	Equisetopsida	Myrtales	Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia capuli Hook. &amp; Arn.</i>	Capulín de mayo	-	Nativa
80	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Eysenhardtia	<i>Eysenhardtia polystachya Sarg.</i>	Palo azul	-	Nativa
81	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus cotinifolia Kunth</i>	Amate negro	-	Nativa
82	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus crocata Miq.</i>	Chalate	-	Nativa
83	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus insipida Willd.</i>	Higuera blanca	-	Nativa
84	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus obtusifolia Kunth</i>	Amate	-	Nativa
85	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus pertusa L. f.</i>	Amatillo	-	Nativa
86	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Garcia	<i>Garcia nutans Vahl</i>	Avellano	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
87	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Gonzalagunia	<i>Gonzalagunia panamensis Schum.</i>	Granadillo	-	Nativa
88	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Bellota de cuautote	-	Nativa
89	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Guettarda	<i>Guettarda elliptica Sw.</i>	Negrito	-	Nativa
90	Equisetopsida	Laurales	Hernandiaceae	Gyrocarpus	<i>Gyrocarpus jatrophifolius Domin</i>	Carne de perro	-	Nativa
91	Equisetopsida	Asparagales	Orchidaceae	Habenaria	<i>Habenaria novemfida Lindl.</i>	Orquídea de los pantanos	Pr	Nativa
92	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Hamelia	<i>Hamelia xorullensis Kunth</i>	Colorín	-	Endémica/Nativa
93	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Heliocarpus	<i>Heliocarpus americanus L.</i>	Jonote	-	Endémica/Nativa
94	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Heliocarpus	<i>Heliocarpus terebinthinaceus Hochr.</i>	Cicuito	-	Endémica/Nativa
95	Equisetopsida	Boraginales	Heliotropiaceae	Heliotropium	<i>Heliotropium indicum L.</i>	Cola de alacrán	-	Nativa
96	Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	Hemionitis	<i>Hemionitis subcordata Mickel</i>	Doradilla	-	Nativa
97	Equisetopsida	Lamiales	Acanthaceae	Henrya	<i>Henrya insularis Nees ex Benth.</i>	Hierba del toro	-	Nativa
98	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Hura	<i>Hura polyandra Baill</i>	Haba	-	Nativa
99	Equisetopsida	Malpighiales	Violaceae	Hybanthus	<i>Hybanthus attenuatus Schulze-Menz</i>	Quelite	-	Nativa
100	Equisetopsida	Aquifoliales	Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex toluhana Hemsl.</i>	Aceitunillo	-	Nativa
101	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Inga	<i>Inga laurina Willd.</i>	Sacky sac bean	-	Nativa
102	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Inga	<i>Inga vera Willd.</i>	Aguatope	-	Nativa
103	Equisetopsida	Solanales	Convolvulaceae	Ipomoea	<i>Ipomoea cholulensis Kunth</i>	Campanilla	-	Nativa
104	Equisetopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	Iresine	<i>Iresine calea Standl</i>	Pelusa	-	Nativa
105	Equisetopsida	Brassicales	Caricaceae	Jacaratia	<i>Jacaratia mexicana A. DC.</i>	Bonete	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
106	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Jatropha	<i>Jatropha curcas L.</i>	Piñón de tempate	-	Nativa
107	Equisetopsida	Fagales	Juglandaceae	Juglans	<i>Juglans olanchana Standl. &amp; L.O. Williams</i>	Cedro Nogal	-	Nativa
108	Equisetopsida	Poales	Poaceae	Lasiacis	<i>Lasiacis ruscifolia Hitchc.</i>	Carricillo	-	Nativa
109	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Lasianthaea	<i>Lasianthaea fruticosa K.M. Becker</i>	Vara blanca	-	Nativa
110	Equisetopsida	Lamiales	Verbenaceae	Lippia	<i>Lippia umbellata Cav.</i>	Hierba dulce	-	Nativa
111	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus eriocarinalis Micheli</i>	Margarita	-	Endemica, nativa
112	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus salvadorensis Pittier</i>		-	Nativa
113	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Luehea	<i>Luehea candida Mart.</i>	Algodoncillo	-	Nativa
114	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Lysiloma	<i>Lysiloma acapulcense Benth.</i>	Tepehuaje	-	Nativa
115	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Lysiloma	<i>Lysiloma divaricatum J.F. Macbr</i>	Palo blanco	-	Nativa
116	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Machaerium	<i>Machaerium salvadorensis Rudd</i>	Uña de gato	-	Nativa
117	Equisetopsida	Magnoliales	Magnoliaceae	Magnolia	<i>Magnolia iltisiana A. Vázquez</i>	Magnolia de Jalisco	A	Endemica, nativa
118	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Malvastrum	<i>Malvastrum coromandelianum Garcke</i>	Escobillo	-	Nativa
119	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Malvaviscus	<i>Malvaviscus arboreus Cav.</i>	Altea	-	Nativa
120	Equisetopsida	Malpighiales	Phyllanthaceae	Margaritaria	<i>Margaritaria nobilis L. f.</i>	Ciruelillo	-	Nativa
121	Equisetopsida	Poales	Poaceae	Megathyrsus	<i>Megathyrsus maximus B.K. Simon &amp; S.W.L. Jacobs</i>	Camalote	-	Exótica
122	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Melampodium	<i>Melampodium divaricatum DC.</i>	Achual amarillo	-	Nativa
123	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa albida Humb. &amp; Bonpl. ex Willd.</i>	Dormilona grande	-	Nativa
124	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa diplotricha C. Wright ex Sauvalle</i>	Rascapetate	-	Nativa
125	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Montanoa	<i>Montanoa bipinnatifida K. Koch</i>	Achuite	-	Endemica, nativa
126	Equisetopsida	Brassicales	Capparaceae	Morisonia	<i>Morisonia americana L.</i>	Árbol del diablo	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
127	Equisetopsida	Rosales	Urticaceae	Myriocarpa	<i>Myriocarpa longipes Liebm.</i>	Carne de caballo	-	Nativa
128	Equisetopsida	Laurales	Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra hihua Rohwer</i>		-	Nativa
129	Equisetopsida	Caryophyllae s	Cactaceae	Nopalea	<i>Nopalea karwinskiana K. Schum.</i>	Nopal	-	Endemica,na tiva
130	Equisetopsida	Poales	Poaceae	Otatea	<i>Otatea acuminata C.E. Calderón &amp; Soderstr</i>	Otate	-	Endemica,na tiva
131	Equisetopsida	Oxalidales	Oxiladaceae	Oxalis	<i>Oxalis alpina Rose ex R. Knuth.</i>	Acedera de montaña	-	Nativa
132	Equisetopsida	Caryophyllae s	Cactaceae	Pachycereus	<i>Pachycereus pecten-aboriginum Britton &amp; Rose.</i>	Cardón hecho	-	Endemica,na tiva
133	Equisetopsida	Sapindales	Sapindaceae	Paullinia	<i>Paullinia clavigera Schtdl.</i>	Bejuco	-	Nativa
134	Equisetopsida	Sapindales	Sapindaceae	Paullinia	<i>Paullinia sessiliflora Radlk.</i>	Paullinia sessiliflora	-	Nativa
135	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Pavonia	<i>Pavonia pleuranthera Fryxell</i>	Pavonia pleuranthera	-	Endemica,na tiva
136	Equisetopsida	Caryophyllae s	Petiveria	Petiveria	<i>Petiveria alliacea L.</i>	Carricillo silvestre	-	Nativa
137	Equisetopsida	Caryophyllae s	Phytolaccaceae	Phytolacca	<i>Phytolacca icosandra L.</i>	Mazorquilla	-	Nativa
138	Equisetopsida	Pinales	Pinaceae	Pinus	<i>Pinus devoniana Lindl.</i>	Pino escobetón	-	Nativa
139	Equisetopsida	Piperales	Piperaceae	Piper	<i>Piper abalienatum Trel.</i>		-	Endemica,na tiva
140	Equisetopsida	Piperales	Piperaceae	Piper	<i>Piper amalago L.</i>	Cordoncillo hoja	-	Nativa
141	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Piscidia	<i>Piscidia carthagenensis Jacq.</i>	Alejo	-	Nativa
142	Equisetopsida	Caryophyllae s	Nyctaginaceae	Pisonia	<i>Pisonia aculeata L.</i>	Coma de uña	-	Nativa
143	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Pithecellobium	<i>Pithecellobium dulce Benth.</i>	Guamúchil	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
144	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Platymiscium	<i>Platymiscium lasiocarpum Sandwith</i>	Granadilla	P	Endemica, nativa
145	Equisetopsida	Gentianales	Apocynaceae	Plumeria	<i>Plumeria rubra L.</i>	Cacalosúchil	-	Nativa
146	Equisetopsida	Rosales	Rosaceae	Prunus	<i>Prunus brachybotrya Zucc.</i>	Barranco	-	Nativa
147	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax ellipticum Dugand</i>	Coquito	-	Nativa
148	Equisetopsida	Myrtales	Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava L.</i>	Guayaba dulce	-	Nativa
149	Equisetopsida	Myrtales	Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium sartorianum Nied.</i>	Arrayán	-	Nativa
150	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Pterocarpus	<i>Pterocarpus orbiculatus DC.</i>	Sangrillo	-	Endemica, nativa
151	Equisetopsida	Fagales	Fagaceae	Quercus	<i>Quercus confertifolia Humb. &amp; Bonpl</i>	Encino blanco	-	Endemica, nativa
152	Equisetopsida	Fagales	Fagaceae	Quercus	<i>Quercus elliptica Née</i>	Encino	-	Nativa
153	Equisetopsida	Fagales	Fagaceae	Quercus	<i>Quercus glaucescens Humb. &amp; Bonpl.</i>	Encino amarillo	-	Endemica, nativa
154	Equisetopsida	Fagales	Fagaceae	Quercus	<i>Quercus magnoliifolia Née</i>	Encino amarillo	-	Endemica, nativa
155	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Randia	<i>Randia aculeata L.</i>	Crucecita	-	Nativa
156	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Randia	<i>Randia armata DC.</i>	Cruceta	-	Nativa
157	Equisetopsida	Lamiales	Plantaginaceae	Russelia	<i>Russelia sarmentosa Jacq.</i>	Flor de mirto rojo silvestre	-	Nativa
158	Equisetopsida	Malpighiales	Salicaceae	Salix	<i>Salix bonplandiana Kunth</i>	Ahuejote	-	Nativa
159	Equisetopsida	Sapindales	Sapindaceae	Sapindus	<i>Sapindus saponaria L.</i>	Jaboncillo	-	Nativa
160	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Sapium	<i>Sapium macrocarpum Müll. Arg.</i>	Amatillo	A	Nativa
161	Lycopodiopsida	Selaginellales	Selaginellaceae	Selaginella	<i>Selaginella silvestris Aspl.</i>	Selaginela	-	Nativa
162	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Senna	<i>Senna atomaria H.S. Irwin &amp; Barneby</i>	aña fistola	-	Nativa
163	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Senna	<i>Senna obtusifolia H.S. Irwin &amp; Barneby.</i>	Cafecillo	-	Nativa
164	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Senna	<i>Senna pallida H.S. Irwin &amp; Barneby,</i>	Abejón	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
165	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Senna	<i>Senna quinquangulata</i> H.S. Irwin & Barneby	Senna quinquangulata	-	Nativa
166	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Sida	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Tlalamate	-	Nativa
167	Equisetopsida	Ericales	Sapotaceae	Sideroxylon	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	A	Nativa
168	Equisetopsida	Laurales	Spiarunaceae	Siparuna	<i>Siparuna thecaphora</i> A. DC.	Limoncillo	-	Nativa
169	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Smallanthus	<i>Smallanthus macvaughii</i> H. Rob.		-	Endemica, nativa
170	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Sommerera	<i>Sommerera arborescens</i> Schtdl.	Capulín	-	Endemica, nativa
171	Equisetopsida	Sapindales	Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela de huesito	-	Nativa
172	Equisetopsida	Gentianales	Apocynaceae	Stemmadenia	<i>Stemmadenia tomentosa</i> Greenm.	Vaquita	-	Endemica, nativa
173	Equisetopsida	Ericales	Styracaceae	Styrax argenteus	<i>Styrax argenteus</i> var. <i>Ramirezii</i> Gonsoulin	Aguacatillo	-	Endemica, nativa
174	Equisetopsida	Sapindales	Meliaceae	Swietenia	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Caoba del pacífico	-	Nativa
175	Equisetopsida	Alismatales	Araceae	Syngonium	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Chapiso	-	Nativa
176	Equisetopsida	Myrtales	Myrtaceae	Syzygium	<i>Syzygium jambos</i> Alston	Manzana rosa	-	Exotica
177	Equisetopsida	Lamiales	Bignoniaceae	Tabebuia	<i>Tabebuia rosea</i> A. DC.	Apamate rosa	-	Nativa
178	Equisetopsida	Gentianales	Apocynaceae	Tabernaemontana	<i>Tabernaemontana tomentosa</i> A.O. Simões & M.E. Endres	Vaquita	-	Endemica, nativa
179	Equisetopsida	Sapindales	Sapindaceae	Thouinia	<i>Thouinia serrata</i> Radlk	Thouinia serrata	-	Endemica, nativa
180	Equisetopsida	Rosales	Cannabaceae	Trema	<i>Trema micrantha</i> Blume	Capulín cimarrón	-	Nativa
181	Equisetopsida	Sapindales	Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia hirta</i> L.	Acahuite	-	Nativa
182	Equisetopsida	Sapindales	Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia trifolia</i> L.	Palo fierro	-	Nativa
183	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Trichospermum	<i>Trichospermum insigne</i> Kosterm.	Yaco de cal	-	Endemica, nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
184	Equisetopsida	Caryophyllae s	Phytolaccaceae	Trichostigma	<i>Trichostigma octandrum H. Walter</i>	Bejuco negro	-	Nativa
185	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Triumfetta	<i>Triumfetta lappula L.</i>	Cadillo	-	Nativa
186	Equisetopsida	Rosales	Urticaceae	Urera	<i>Urera baccifera Gaudich. ex Wedd.</i>	Chichicastle	-	Nativa
187	Equisetopsida	Rosales	Urticaceae	Urera	<i>Urera pacifica V.W. Steinm</i>		-	Endemica, nativa
188	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Verbesina	<i>Verbesina oligantha B.L. Rob</i>		-	Endemica, nativa
189	Equisetopsida	Lamiales	Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex mollis Kunth</i>	Coyotomate	-	Endemica, nativa
190	Equisetopsida	Lamiales	Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex pyramidata B.L. Rob.</i>	Canelillo	-	Endemica, nativa
191	Equisetopsida	Cycadales	Zamiaceae	Zamia	<i>Zamia loddigesii Miq.</i>	Camotillo	A	Endemica, nativa
192	Equisetopsida	Sapindales	Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum mollissimum P. Wilson</i>		-	Nativa

Pr=Sujeta a protección especial; A=Amenazada.

Es importante mencionar que durante el muestreo también se observaron 15 especies no maderables, pertenecientes a cinco ordenes, cinco familias, 14 géneros. Las familias que mayor número de especies agruparon corresponden a Orchidaceae y Bromeliaceae con cinco y cuatro especies respectivamente.



Tabla IV.10 Listado de especies no maderables observadas durante el muestreo.

No	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO
1	Alismatales	Araceae	Anthurium	<i>Anthurium halmoorei</i>	Muchacha		Endémica-Nativa
2	Arecales	Arecaceae	Brahea	<i>Brahea dulcis</i>	Bamel	Pr	Endémica-nativa
3	Poales	Bromeliaceae	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Aguama		Nativa
4	Poales	Bromeliaceae	Catopsis	<i>Catopsis nutans</i>	Bromelia		Nativa
5	Arecales	Arecaceae	Chamaedorea	<i>Chamaedorea pochutlensis</i>	Tepejilote canelillo	A	Endémica-Nativa
6	Asparagales	Orchidaceae	Encyclia	<i>Encyclia spatella</i>	Encyclia		Endémica-Nativa
7	Asparagales	Orchidaceae	Epidendrum	<i>Epidendrum ciliare</i>	Orquidea pestañas de dama		Nativa
8	Asparagales	Orchidaceae	Erycina	<i>Erycina echinata</i>	Erycina		Endémica-Nativa
9	Asparagales	Orchidaceae	Laelia	<i>Laelia rubescens</i>	Flor de la concepción		Nativa
10	Alismatales	Araceae	Xanthosoma	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Oreja de elefante		Nativa
11	Alismatales	Araceae	Philodendron	<i>Philodendron advena</i>	Philodendron		Nativa
12	Asparagales	Orchidaceae	Prosthechea	<i>Prosthechea chacaoensis</i>	Prosthechea		Nativa
13	Caryophyllales	Cactaceae	Selenicereus	<i>Selenicereus ocamponis</i>	Pitahaya de ocampo		Endémica-Nativa
14	Poales	Bromeliaceae	Tillandsia	<i>Tillandsia caput-medusae</i>	Gallito		Nativa
15	Poales	Bromeliaceae	Tillandsia	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Cola de gallo		Nativa

Pr= Sujeta a protección especial; A=Amenazada

## IV.2.7. Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva baja caducifolia (VSa/SBC) en el SAR

### IV.2.7.1. Índice de Valor de importancia (IVI)

Derivado de la información del muestreo realizado dentro del SAR, específicamente en la VSa/SBC, se observaron tres estratos bien diferenciados con características dasométricas variables, dentro de los cuales se llevó a cabo el cálculo del IVI, obteniendo los siguientes resultados:

En el estrato arbóreo se identificaron un total de 108 especies, siendo *A. purpurea* (anona morada) la especie más importante ecológicamente al obtener un valor de IVI de 24.28 %, en segundo lugar se encuentra *G. ulmifolia* (bellota de cuautot) con un valor de 20.45 %, seguida de *S. macrocarpum* (amatillo) con un valor de 16.14 %, posteriormente se encuentra la especie *T. rosea* (apamate rosa) con un valor de IVI de 13.26 %; las especies con el menor IVI reportadas son *P. abalienatum*, *C. ovata* (el torito) y *C. x limon* (limón) con un valor de 0.23 % cada una.

En el estrato arbustivo se identificaron un total de 125 especies, de las cuales las especies con mayor IVI reportado son: *L. ruscifolia* (carricillo) con el valor más alto y que corresponde a 25.47 %, le sigue en importancia la especie conocida como *C. corymbosa* (botoncillo) con un IVI de 22.39 %, posteriormente *T. trifolia* (palo fierro) con un valor de 22.34 % y *R. armata* (cruceta) con un valor de 12.24 %. Las especies con el menor IVI son *E. capulí* (capulín de mayo), *M. americana* (árbol del diablo) y *O. karwinskiana* (nopal) con un valor de 0.34 % cada una.

Por su parte, en el estrato herbáceo se registraron 62 especies, de las cuales las especies con mayor IVI corresponden a *H. insularis* (hierba del toro) con un valor de 40.81 %, seguida de *L. ruscifolia* (carricillo) con un valor de 31.39 %, posteriormente la especie conocida como *S. silvestris* (selaginela) con un valor de 26.21 % y *E. imbricata* (cordón de San Juan) con un valor de 22.56 %. Las especies con el menor valor de importancia fueron *A. inermis* (maquilla) y *C. macrophylla* con un valor de importancia de 0.84 % cada una, seguidas de *J.*

*mexicana* (bonete), *A. setosa* (cola de alacrán) y el *P. abalienatum* con un valor de importancia de 0.81 % cada una.

A continuación, se muestra la tabla con los valores del IVI para cada estrato:

Tabla IV.11 Índices de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia en el SAR.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
Arbóreo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	1.82	2.33	1.37	5.52
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	4.38	3.82	3.06	11.26
	<i>Acacia pennatula</i>	Huizache blanco	0.05	0.17	0.07	0.29
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	0.99	1.66	1.00	3.65
	<i>Agonandra racemosa</i>	Chillo	0.16	0.33	0.40	0.89
	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastillo	0.05	0.17	0.02	0.24
	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Ardillo	0.10	0.17	0.05	0.33
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	0.57	0.66	1.98	3.21
	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	3.75	1.50	5.90	11.15
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	9.28	3.99	11.02	24.28
	<i>Aphananthe monoica</i>	Cerezo	0.31	0.66	0.30	1.28
	<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	0.52	0.83	0.27	1.63
	<i>Ardisia compressa</i>	Capulín agrio	0.05	0.17	0.02	0.24
	<i>Astronium graveolens</i>	Amargoso	0.16	0.33	0.25	0.74
	<i>Bauhinia pauletia</i>	Pata de cabra	0.05	0.17	0.02	0.24
	<i>Bourreria superba</i>	Amapa blanca	0.10	0.17	0.06	0.33
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	0.10	0.17	0.34	0.61
	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal santo	0.10	0.17	0.14	0.41
	<i>Bursera excelsa</i>	Árbol del copal santo	0.36	0.66	0.42	1.45
	<i>Bursera grandifolia</i>	Chicopun	0.99	1.66	0.91	3.56
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	2.24	2.82	2.95	8.01
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	0.36	0.33	0.30	0.99
	<i>Cascabela ovata</i>	Torito	0.05	0.17	0.01	0.23
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	3.44	2.49	2.02	7.95
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	3.13	2.99	2.49	8.61
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	0.52	1.33	0.88	2.73
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.05	0.17	0.13	0.35
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Algodoncillo	0.68	0.50	0.45	1.63
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	0.05	0.17	0.03	0.25
	<i>Citrus x limon</i>	Limón	0.05	0.17	0.01	0.23
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	0.21	0.66	0.28	1.15	

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	0.68	1.33	0.62	2.62
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	0.31	0.66	0.27	1.25
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	4.69	2.16	2.38	9.23
	<i>Couepia polyandra</i>	Palo de fraile	0.36	0.66	0.56	1.59
	<i>Croton ynesiae</i>	-	0.52	0.17	0.27	0.96
	<i>Cupania dentata</i>	Agua al ojo blanco	0.16	0.50	0.19	0.84
	<i>Cupania macrophylla</i>	-	0.47	0.83	1.03	2.33
	<i>Curatella americana</i>	Hojamán	0.52	0.17	0.64	1.33
	<i>Dalbergia congestiflora</i>	Camotillo	0.10	0.33	0.02	0.46
	<i>Dendropanax arboreus</i>	Zapotillo	0.21	0.50	0.35	1.06
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	0.63	1.00	0.40	2.02
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	2.08	3.16	4.62	9.86
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de mayo	0.05	0.17	0.04	0.26
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	0.05	0.17	0.03	0.25
	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	0.05	0.17	0.18	0.40
	<i>Ficus crocata</i>	Chalate	0.05	0.17	0.06	0.28
	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	0.36	1.00	1.96	3.32
	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	0.26	0.83	0.66	1.76
	<i>Garcia nutans</i>	Avellano	0.10	0.17	0.06	0.33
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuautote	7.50	5.65	7.30	20.45
	<i>Guettarda elliptica</i>	Negrillo	0.16	0.33	0.07	0.56
	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	Carne de perro	1.72	0.66	0.71	3.10
	<i>Hamelia xorullensis</i>	Colorín	0.78	1.00	0.61	2.39
	<i>Heliocarpus americanus</i>	Jonote	0.05	0.17	0.04	0.25
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	3.65	2.66	2.56	8.87
	<i>Hura polyandra</i>	Haba	1.09	1.00	1.86	3.95
	<i>Ilex toluhana</i>	Aceitunillo	0.52	1.16	0.37	2.05
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	0.78	0.83	1.36	2.98
	<i>Inga vera</i>	Aguatope	0.36	0.83	0.60	1.80
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	2.14	2.33	1.15	5.62
	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón de tempate	0.94	0.66	0.51	2.12
	<i>Juglans olanchana</i>	Cedro Nogal	0.52	0.50	0.34	1.36
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	0.57	0.83	0.55	1.96
	<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	Margarita	0.83	0.33	1.28	2.44
	<i>Luehea candida</i>	Algodoncillo	0.36	0.33	0.29	0.99
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	0.78	1.66	0.92	3.36
	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Palo blanco	0.21	0.17	0.29	0.66

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Magnolia iltisiana</i>	Magnolia de Jalisco	0.05	0.17	0.21	0.43
	<i>Margaritaria nobilis</i>	Ciruelillo	1.09	0.83	0.84	2.76
	<i>Montanoa bipinnatifida</i>	Acahuite	0.16	0.33	0.10	0.59
	<i>Morisonia americana</i>	Árbol del diablo	0.16	0.17	0.13	0.45
	<i>Nectandra hihua</i>	-	0.78	0.83	1.01	2.62
	<i>Piper abalienatum</i>	-	0.05	0.17	0.01	0.23
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	0.05	0.17	0.03	0.25
	<i>Piscidia carthagenensis</i>	Alejo	0.42	0.17	0.10	0.68
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.05	0.17	0.12	0.34
	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Granadilla	1.62	1.16	1.29	4.07
	<i>Plumeria rubra</i>	Cacalosúchil	0.16	0.17	0.13	0.46
	<i>Prunus brachybotrya</i>	Barranco	0.42	0.50	0.27	1.18
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	1.15	1.99	1.45	4.59
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba dulce	0.21	0.17	0.38	0.76
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	2.66	2.16	2.29	7.11
	<i>Pterocarpus orbiculatus</i>	Sangrillo	0.16	0.17	0.05	0.37
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	0.26	0.33	0.60	1.19
	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	0.36	0.33	0.14	0.84
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	0.26	0.83	0.34	1.44
	<i>Salix bonplandiana</i>	Ahuejote	0.05	0.17	0.05	0.27
	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	1.88	1.16	0.96	4.00
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	5.73	4.82	5.59	16.14
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	0.68	1.16	0.57	2.41
	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	0.05	0.17	0.06	0.28
	<i>Sommeria arborescens</i>	Capulín	0.16	0.17	0.16	0.48
	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	0.26	0.66	0.53	1.46
	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Vaquita	0.26	0.66	0.15	1.07
	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba del pacifico	0.10	0.33	0.36	0.80
	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	0.16	0.17	0.10	0.42
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	4.69	4.15	4.41	13.26
	<i>Tabernaemontana tomentosa</i>	Vaquita	0.05	0.17	0.03	0.25
	<i>Thouinia serrata</i>	<i>Thouinia serrata Radlk</i>	0.36	0.50	0.21	1.08
	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	0.42	1.16	0.52	2.10
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	1.35	2.16	0.60	4.12
	<i>Trichospermum insigne</i>	Yaco de cal	0.05	0.17	0.09	0.31
	<i>Urera pacifica</i>	-	2.92	2.33	2.14	7.38
	<i>Urera baccifera</i>	Chichicastle	0.05	0.17	0.03	0.25
	<i>Vitex mollis</i>	Coyotomate	0.31	0.66	0.52	1.50

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo	0.36	0.83	0.20	1.39
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	0.68	0.66	0.89	2.23
	<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Arbustivo</b>	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	2.02	2.51	1.13	5.65
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	2.86	4.26	2.55	9.67
	<i>Acalypha setosa</i>	Cola de alacrán	1.18	1.50	0.25	2.93
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	0.08	0.25	0.26	0.59
	<i>Adiantum andicola</i>	Cuamaquiztle	0.67	1.00	0.18	1.85
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	0.59	1.00	0.92	2.52
	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	0.51	1.00	0.65	2.16
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	0.93	1.75	1.14	3.82
	<i>Aphananthe monoica</i>	Cerezo	0.42	0.75	0.30	1.47
	<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	0.17	0.50	0.32	0.99
	<i>Ardisia compressa</i>	Capulín agrio	0.17	0.25	0.08	0.50
	<i>Arthrostemma alatum</i>	-	0.25	0.25	0.45	0.95
	<i>Baccharis salicifolia</i>	Azumiate	0.08	0.25	0.01	0.35
	<i>Barleria micans</i>	Vainilla	0.51	0.50	0.06	1.07
	<i>Bauhinia pauletia</i>	Pata de cabra	0.67	0.75	0.35	1.78
	<i>Brahea dulcis</i>	Bamel	0.25	0.25	2.31	2.81
	<i>Bromelia karatas</i>	Cardo	0.51	0.25	0.35	1.11
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	0.08	0.25	0.01	0.35
	<i>Bursera excelsa</i>	Árbol del copal santo	0.42	0.50	0.06	0.98
	<i>Bursera grandifolia</i>	Chicopun	0.34	0.75	1.28	2.37
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	0.25	0.75	0.34	1.34
	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Hediondilla	1.43	0.75	0.42	2.60
	<i>Calliandra tergemina</i> var. <i>Emarginata</i>	Pie de venado	0.42	0.25	0.02	0.69
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	0.08	0.25	0.02	0.36
	<i>Calliandra houstoniana</i>	Barba de viejo	0.42	1.00	0.13	1.55
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	1.10	0.75	0.40	2.25
	<i>Canna glauca</i>	Achira amarilla	0.59	1.25	0.05	1.89
	<i>Cascabela ovata</i>	Torito	0.08	0.25	0.03	0.37
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	5.14	6.27	10.99	22.39
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	1.18	1.25	1.09	3.53
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Algodoncillo	0.08	0.25	0.19	0.53
	<i>Chamaedorea pochutlensis</i>	Tepejilote canelillo	0.08	0.25	0.12	0.46
	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	1.35	0.25	0.27	1.87
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	2.19	2.01	2.92	7.12

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	0.93	0.50	0.26	1.69
	<i>Citrus x limon</i>	Limón	0.17	0.50	0.05	0.72
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	0.08	0.25	0.02	0.35
	<i>Coffea arabica</i>	Cafeto	0.17	0.25	0.25	0.67
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	0.34	0.50	0.32	1.16
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	1.85	1.75	0.74	4.35
	<i>Couepia polyandra</i>	Palo de fraile	1.18	0.75	1.85	3.79
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	0.17	0.25	0.18	0.60
	<i>Croton draco</i>	Drago	0.17	0.25	0.10	0.52
	<i>Cupania dentata</i>	Agua al ojo blanco	0.34	0.25	0.10	0.68
	<i>Cupania macrophylla</i>	-	0.08	0.25	0.04	0.38
	<i>Curatella americana</i>	Hojamán	0.17	0.25	0.05	0.47
	<i>Cyclanthera dissecta</i>	Chayotillo	0.17	0.50	0.08	0.75
	<i>Dalbergia congestiflora</i>	Camotillo	0.17	0.25	0.29	0.70
	<i>Dendropanax arboreus</i>	Zapotillo	0.17	0.50	0.09	0.76
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	0.17	0.50	0.01	0.68
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	0.76	1.25	0.51	2.52
	<i>Diphysa floribunda</i>	Chicharroncillo	0.17	0.25	0.28	0.70
	<i>Dorstenia drakena</i>	Gallito	0.34	0.50	0.04	0.87
	<i>Dryopteris cinnamomea</i>	Helecho	0.51	0.50	0.05	1.06
	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	1.01	0.50	0.21	1.72
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de mayo	0.08	0.25	0.01	0.34
	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	0.08	0.25	0.03	0.36
	<i>Garcia nutans</i>	Avellano	0.25	0.50	0.07	0.82
	<i>Gonzalagunia panamensis</i>	Granadillo	0.17	0.50	0.02	0.69
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	0.42	1.00	0.28	1.71
	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	Carne de perro	2.27	0.50	1.56	4.34
	<i>Hamelia xorullensis</i>	Colorín	0.17	0.50	0.52	1.19
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	0.51	0.50	0.85	1.85
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	4.47	2.51	0.59	7.56
	<i>Hura polyandra</i>	Haba	0.08	0.25	0.03	0.36
	<i>Ilex tolucana</i>	Aceitunillo	0.34	0.50	0.51	1.35
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	0.25	0.50	0.20	0.95
	<i>Iresine calea</i>	Pelusa	0.76	1.00	0.38	2.14
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	0.25	0.75	1.48	2.49
	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón de tempate	0.34	0.75	0.38	1.47
	<i>Juglans olanchana</i>	Cedro Nogal	0.25	0.50	0.18	0.93

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	13.73	6.02	5.72	25.47
	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	Vara blanca	0.25	0.25	0.02	0.52
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	0.08	0.25	0.06	0.39
	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	-	0.08	0.25	0.19	0.53
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	0.17	0.25	0.03	0.45
	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Escobillo	0.34	0.50	0.05	0.89
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Altea	1.68	0.50	0.29	2.48
	<i>Margaritaria nobilis</i>	Ciruelillo	0.51	0.75	1.96	3.22
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	0.08	0.25	0.02	0.35
	<i>Mimosa diplotricha</i>	Rascapete	0.17	0.25	0.09	0.51
	<i>Montanoa bipinnatifida</i>	Acahuite	0.25	0.75	0.07	1.08
	<i>Morisonia americana</i>	Árbol del diablo	0.08	0.25	0.00	0.34
	<i>Myriocarpa longipes</i>	Carne de caballo	0.42	0.25	1.21	1.88
	<i>Nectandra hihua</i>	-	0.17	0.25	0.09	0.51
	<i>Opuntia karwinskiana</i>	Nopal	0.08	0.25	0.00	0.34
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Cardón hecho	0.25	0.25	0.00	0.51
	<i>Paullinia clavigera</i>	Bejuco	2.70	2.01	1.24	5.94
	<i>Paullinia sessiliflora</i>	Paullinia sessiliflora	0.08	0.25	0.04	0.37
	<i>Pavonia pleuranthera</i>	Pavonia pleuranthera	0.08	0.25	0.05	0.39
	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo silvestre	6.32	2.51	0.87	9.70
	<i>Phytolacca icosandra</i>	Mazorquilla	0.34	0.25	0.02	0.60
	<i>Piper abalienatum</i>	-	3.03	3.01	2.66	8.70
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	1.68	1.50	1.74	4.92
	<i>Pisonia aculeata</i>	Coma de uña	0.25	0.25	0.27	0.77
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.08	0.25	0.16	0.50
	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Granadilla	0.25	0.50	0.75	1.51
	<i>Prunus brachybotrya</i>	Barranco	0.25	0.50	0.85	1.61
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba dulce	0.17	0.25	0.45	0.87
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	1.26	2.26	2.46	5.98
	<i>Pterocarpus orbiculatus</i>	Sangrillo	0.25	0.50	0.80	1.56
	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	0.34	1.00	0.39	1.72
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	3.29	2.01	6.95	12.24
	<i>Russelia sarmentosa</i>	Flor de mirto rojo silvestre	0.67	1.25	0.93	2.86
	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	0.67	0.25	0.57	1.49
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	1.35	0.50	0.08	1.93
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	0.34	1.00	0.19	1.53



Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Senna pallida</i>	Abejón	0.17	0.25	0.07	0.49
	<i>Senna quinquangulata</i>	Senna quinquangulata	0.08	0.25	0.03	0.37
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	0.93	0.75	0.07	1.75
	<i>Siparuna thecaphora</i>	Limoncillo	0.08	0.25	0.05	0.39
	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	0.17	0.25	1.00	1.42
	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Vaquita	0.08	0.25	0.09	0.42
	<i>Styrax argenteus</i> var. <i>Ramirezii</i>	Aguacatillo	0.25	0.25	1.26	1.77
	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	0.76	0.25	0.22	1.23
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	1.85	2.01	4.57	8.43
	<i>Thouinia serrata</i>	<i>Thouinia serrata</i> Radlk	0.93	0.50	0.22	1.65
	<i>Trema micrantha</i>	Capulín cimarrón	0.25	0.50	0.07	0.82
	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	0.51	1.00	0.37	1.88
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	3.37	3.76	15.21	22.34
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	0.17	0.50	0.08	0.75
	<i>Urera pacifica</i>	-	1.18	1.25	2.76	5.19
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	0.17	0.25	0.05	0.47
	<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo	0.25	0.50	0.25	1.00
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	0.08	0.25	0.05	0.39
	<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Herbáceo</b>	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	1.12	2.45	0.49	4.06
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	0.37	1.23	0.17	1.77
	<i>Acalypha setosa</i>	Cola de alacrán	0.19	0.61	0.01	0.81
	<i>Adiantum andicola</i>	Cuamaquitzle	2.23	2.45	2.61	7.30
	<i>Amphilophium paniculatum</i>	Bejuco prieto	0.19	0.61	3.04	3.84
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	0.19	0.61	0.04	0.84
	<i>Anemia phyllitidis</i>	Helecho rizado	0.37	0.61	0.27	1.25
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	0.74	0.61	0.10	1.46
	<i>Aphananthe monoica</i>	Cerezo	0.37	0.61	0.09	1.07
	<i>Barleria micans</i>	Vainilla	0.19	0.61	0.16	0.96
	<i>Bauhinia pauletia</i>	Pata de cabra	0.19	0.61	0.26	1.06
	<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	1.49	1.84	1.18	4.51
	<i>Bidens pilosa</i>	Achual blanco	1.68	0.61	1.68	3.97
	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Hediondilla	0.37	0.61	7.35	8.34
	<i>Calliandra tergemina</i> var. <i>Emarginata</i>	Pie de venado	1.30	0.61	1.03	2.95
	<i>Canna glauca</i>	Achira amarilla	0.56	1.23	0.35	2.13
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	1.12	3.68	0.45	5.24
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	0.19	0.61	0.37	1.17

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	0.19	0.61	0.11	0.91
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	0.19	0.61	0.27	1.07
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	0.19	0.61	0.07	0.87
	<i>Cupania macrophylla</i>	-	0.19	0.61	0.04	0.84
	<i>Cyclanthera dissecta</i>	Chayotillo	0.56	0.61	0.09	1.26
	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Zacate estrella de África	0.56	0.61	0.44	1.61
	<i>Cyperus odoratus</i>	Hierba del zopilote	0.19	0.61	0.27	1.07
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	1.68	1.84	2.09	5.61
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	0.19	0.61	0.27	1.07
	<i>Diphysa floribunda</i>	Chicharroncillo	0.37	1.23	0.46	2.06
	<i>Dorstenia drakena</i>	Gallito	0.19	0.61	0.62	1.41
	<i>Dryopteris cinnamomea</i>	Helecho	0.74	1.23	0.23	2.20
	<i>Eleusine indica</i>	Escobilla de la India	2.05	1.23	0.38	3.66
	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	9.12	4.29	9.14	22.56
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuautote	0.74	1.84	0.58	3.17
	<i>Heliotropium indicum</i>	Cola de alacrán	0.56	0.61	2.01	3.19
	<i>Hemionitis subcordata</i>	Doradilla	0.37	0.61	0.58	1.57
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	15.64	14.72	10.44	40.81
	<i>Inga vera</i>	Aguatope	0.56	0.61	1.79	2.96
	<i>Ipomoea cholulensis</i>	Campanilla	0.19	0.61	0.35	1.15
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	0.19	0.61	0.01	0.81
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	12.48	9.82	9.10	31.39
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	0.19	0.61	0.21	1.01
	<i>Machaerium salvadorese</i>	Uña de gato	0.19	0.61	0.56	1.36
	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Escobillo	7.82	3.07	7.80	18.69
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	2.42	4.29	5.74	12.46
	<i>Melampodium divaricatum</i>	Achual amarillo	1.30	1.23	6.23	8.76
	<i>Mimosa diplotricha</i>	Rascapetate	0.19	0.61	0.06	0.86
	<i>Myriocarpa longipes</i>	Carne de caballo	0.19	0.61	0.10	0.90
	<i>Oxalis alpina</i>	Acedera de montaña	3.91	1.23	1.97	7.11
	<i>Paullinia clavigera</i>	Bejuco	0.93	3.07	0.65	4.65
	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo silvestre	3.35	3.07	3.68	10.10
	<i>Piper abalienatum</i>	-	0.19	0.61	0.01	0.81
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	0.93	1.84	0.49	3.26
	<i>Russelia sarmentosa</i>	Flor de mirto rojo silvestre	0.37	1.23	0.11	1.71
	<i>Selaginella selvestris</i>	Selaginela	13.04	4.29	8.88	26.21
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	0.19	0.61	0.37	1.17

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Senna obtusifolia</i>	Cafecillo	0.74	0.61	1.92	3.28
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	1.68	1.84	0.76	4.28
	<i>Smallanthus macvaughii</i>	-	0.74	1.84	0.46	3.04
	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	0.74	0.61	0.56	1.91
	<i>Syngonium podophyllum</i>	Chapiso	0.19	0.61	0.31	1.11
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	0.37	1.23	0.04	1.64
	<i>Trichostigma octandrum</i>	Bejuco negro	0.37	1.23	0.08	1.68
	<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Para poder visualizar mejor la información, en la siguiente tabla y figura (misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación) se muestran las cinco especies de cada estrato con los más altos valores de IVI.

**Tabla IV.12 Especies con mayor valor de importancia en la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia en el Sistema Ambiental Regional.**

Especies	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>A. hindsii</i>	11.26		
<i>A. purpurea</i>	24.28		
<i>C. corymbosa</i>		22.39	
<i>E. imbricata</i>			22.56
<i>G. ulmifolia</i>	20.45		
<i>H. insularis</i>			40.81
<i>L. ruscifolia</i>		25.47	31.39
<i>M. coromandelianum</i>			18.69
<i>P. alliacea</i>		9.70	
<i>R. armata</i>		12.24	
<i>S. macrocarpum</i>	16.14		
<i>S. silvestris</i>			26.21
<i>T. rosea</i>	13.26		
<i>T. trifolia</i>		22.34	

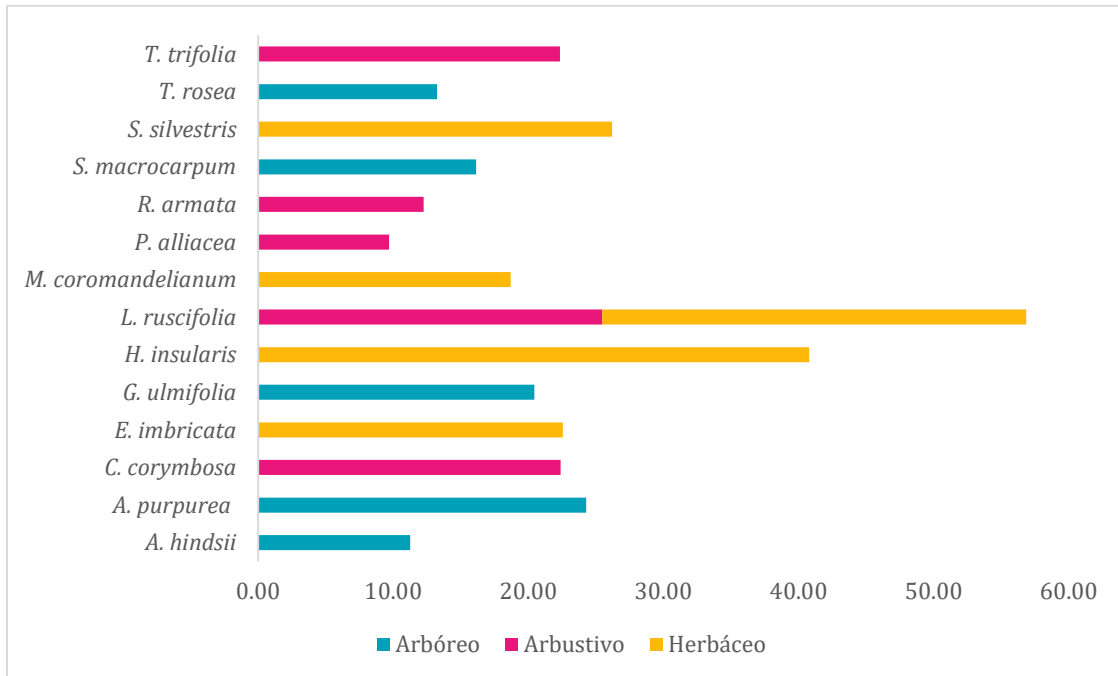


Figura IV.14. Especies con mayor valor de importancia en la VSa/SBC del Sistema Ambiental Regional.

#### IV.2.7.2. Índices de diversidad

Dentro de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, se llevó a cabo el cálculo de los índices de Margalef, el índice de Shannon-Wiener, el índice de dominancia de Simpson, y el índice de diversidad de Simpson. A continuación, se describen cada uno de los valores obtenidos:

De acuerdo con Campos y Duval (2014), al realizar los cálculos con el índice de Margalef (Mf), los resultados de los valores menores a 2 nos indican que son zonas de baja diversidad; por el contrario, se consideran zonas de alta diversidad si los resultados son mayores a 5. Para el caso específico de la VSa/SBC del SAR, de acuerdo a los resultados obtenidos se considera como una zona indicativa de alta biodiversidad ya que los valores obtenidos son mayores a 5. Siendo el estrato arbustivo el que presentó el más alto índice con un valor de 17.52, seguido del arbóreo con un valor de 14.15, y por último el herbáceo con un valor de 9.70. En lo que respecta a la riqueza de especies encontradas por cada estrato, el que muestra la mayor riqueza es el estrato arbustivo con un total de 125 especies, seguido por el estrato arbóreo con 108 y finalmente el estrato herbáceo que registró 62 especies.

El índice de Shannon-Wiener expresa que en general **todas** las especies están **muy bien** representadas dentro de la muestra poblacional, dado que se obtuvieron valores que se encuentran dentro de los rangos aceptables para considerar a los tres estratos con una diversidad media a alta al obtener valores que van de 2 a 3.5, mismos que son interpretados como diversidad media, y mayores a 3.5 como diversidad alta (Graciano-Ávila *et al.*, 2017), donde el estrato arbóreo y arbustivo presentaron una diversidad alta con un valor de 3.83 y 3.98, respectivamente, por su parte el estrato herbáceo fue considerado de diversidad media al obtener un valor de 3.11. Estos valores indican que las especies se encuentran distribuidas de manera homogénea y que tienen las mismas probabilidades de ser escogidas al azar (Magurran, 2004).

El índice de Dominancia de Simpson (D) muestra que los tres estratos de la vegetación presentan similitud en cuanto a la abundancia y distribución de sus especies, al presentar valores inferiores a la unidad (1) los cuales oscilan de 0.03 a 0.08, esto indica que no existe dominancia de una especie dentro de la población (Baddii *et al.*, 2007). En contraste, la inversa del índice de dominancia de Simpson (1-D) indica que existe alta diversidad dado que los valores se encuentran muy alejado de cero, resultando así que el estrato con mayor diversidad es el arbóreo (1-D=0.97), seguido por el arbustivo (1-D=0.96) y finalmente el herbáceo (1-D=0.92).

En tanto que los valores de Equidad se encuentran en un rango que va de 0.75 a 0.82, lo cual expresa que los tres estratos de la vegetación secundaria presentan igualdad en cuanto a abundancia y homogeneidad de especies, dado que los valores fueron cercanos a la unidad. Esto significa que la riqueza y distribución de especies dentro de los estratos es semejante, lo anterior concuerda con el número de especies que se registraron durante el muestreo. Los tres estratos presentaron valores superiores al 75 % respecto a su  $H'_{max}$ .

Tabla IV.13. Índices de diversidad de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia presente en el SAR.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	$P_i \cdot \ln(P_i)$
Arbóreo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	14.89	0.02	-4.00	-0.07
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	35.74	0.04	-3.13	-0.14
	<i>Acacia pennatula</i>	Huizache blanco	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	8.09	0.01	-4.62	-0.05
	<i>Agonandra racemosa</i>	Chilillo	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastillo	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Ardillo	0.85	0.00	-6.87	-0.01
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	4.68	0.01	-5.16	-0.03
	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	30.64	0.04	-3.28	-0.12
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	75.74	0.09	-2.38	-0.22
	<i>Aphananthe monoica</i>	Cerezo	2.55	0.00	-5.77	-0.02
	<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	4.26	0.01	-5.26	-0.03
	<i>Ardisia compressa</i>	Capulín agrio	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Astronium graveolens</i>	Amargoso	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Bauhinia pauletia</i>	Pata de cabra	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Bourreria superba</i>	Amapa blanca	0.85	0.00	-6.87	-0.01
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	0.85	0.00	-6.87	-0.01
	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal santo	0.85	0.00	-6.87	-0.01
	<i>Bursera excelsa</i>	Árbol del copal santo	2.98	0.00	-5.61	-0.02
	<i>Bursera grandifolia</i>	Chicopun	8.09	0.01	-4.62	-0.05
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	18.30	0.02	-3.80	-0.09
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	2.98	0.00	-5.61	-0.02
	<i>Cascabela ovata</i>	Torito	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	28.09	0.03	-3.37	-0.12
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	25.53	0.03	-3.47	-0.11
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	4.26	0.01	-5.26	-0.03
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Algodoncillo	5.53	0.01	-4.99	-0.03
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Citrus x limon</i>	Limón	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	1.70	0.00	-6.17	-0.01
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	5.53	0.01	-4.99	-0.03
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	2.55	0.00	-5.77	-0.02
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	38.30	0.05	-3.06	-0.14
<i>Couepia polyandra</i>	Palo de fraile	2.98	0.00	-5.61	-0.02	
<i>Croton ynesiae</i>	-	4.26	0.01	-5.26	-0.03	

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)
	<i>Cupania dentata</i>	Agua al ojo blanco	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Cupania macrophylla</i>	-	3.83	0.00	-5.36	-0.03
	<i>Curatella americana</i>	Hojamán	4.26	0.01	-5.26	-0.03
	<i>Dalbergia congestiflora</i>	Camotillo	0.85	0.00	-6.87	-0.01
	<i>Dendropanax arboreus</i>	Zapotillo	1.70	0.00	-6.17	-0.01
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	5.11	0.01	-5.07	-0.03
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	17.02	0.02	-3.87	-0.08
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de mayo	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo azul	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Ficus crocata</i>	Chalate	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	2.98	0.00	-5.61	-0.02
	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	2.13	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Garcia nutans</i>	Avellano	0.85	0.00	-6.87	-0.01
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	61.28	0.08	-2.59	-0.19
	<i>Guettarda elliptica</i>	Negrito	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	Carne de perro	14.04	0.02	-4.06	-0.07
	<i>Hamelia xorullensis</i>	Colorín	6.38	0.01	-4.85	-0.04
	<i>Heliocarpus americanus</i>	Jonote	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	29.79	0.04	-3.31	-0.12
	<i>Hura polyandra</i>	Haba	8.94	0.01	-4.52	-0.05
	<i>Ilex tolucana</i>	Aceitunillo	4.26	0.01	-5.26	-0.03
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	6.38	0.01	-4.85	-0.04
	<i>Inga vera</i>	Aguatope	2.98	0.00	-5.61	-0.02
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	17.45	0.02	-3.85	-0.08
	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón de tempate	7.66	0.01	-4.67	-0.04
	<i>Juglans olanchana</i>	Cedro Nogal	4.26	0.01	-5.26	-0.03
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	4.68	0.01	-5.16	-0.03
	<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	Margarita	6.81	0.01	-4.79	-0.04
	<i>Luehea candida</i>	Algodoncillo	2.98	0.00	-5.61	-0.02
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	6.38	0.01	-4.85	-0.04
	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Palo blanco	1.70	0.00	-6.17	-0.01
	<i>Magnolia iltisiana</i>	Magnolia de Jalisco	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Margaritaria nobilis</i>	Ciruelillo	8.94	0.01	-4.52	-0.05

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)
	<i>Montanoa bipinnatifida</i>	Acahuite	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Morisonia americana</i>	Árbol del diablo	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Nectandra hihua</i>	-	6.38	0.01	-4.85	-0.04
	<i>Piper abalienatum</i>	-	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Piscidia carthagenensis</i>	Alejo	3.40	0.00	-5.48	-0.02
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Granadilla	13.19	0.02	-4.13	-0.07
	<i>Plumeria rubra</i>	Cacalosúchil	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Prunus brachybotrya</i>	Barranco	3.40	0.00	-5.48	-0.02
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	9.36	0.01	-4.47	-0.05
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba dulce	1.70	0.00	-6.17	-0.01
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	21.70	0.03	-3.63	-0.10
	<i>Pterocarpus orbiculatus</i>	Sangrillo	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	2.13	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	2.98	0.00	-5.61	-0.02
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	2.13	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Salix bonplandiana</i>	Ahuejote	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	15.32	0.02	-3.98	-0.07
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	46.81	0.06	-2.86	-0.16
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	5.53	0.01	-4.99	-0.03
	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Sommera arborescens</i>	Capulín	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	2.13	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Vaquita	2.13	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba del pacifico	0.85	0.00	-6.87	-0.01
	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	1.28	0.00	-6.46	-0.01
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	38.30	0.05	-3.06	-0.14
	<i>Tabernaemontana tomentosa</i>	Vaquita	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Thouinia serrata</i>	<i>Thouinia serrata Radlk</i>	2.98	0.00	-5.61	-0.02
	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	3.40	0.00	-5.48	-0.02
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	11.06	0.01	-4.30	-0.06
	<i>Trichospermum insigne</i>	Yaco de cal	0.43	0.00	-7.56	0.00
	<i>Urera pacifica</i>	-	23.83	0.03	-3.53	-0.10
	<i>Urera baccifera</i>	Chichicastle	0.43	0.00	-7.56	0.00



Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i = n_i/N$	Ln (Pi)	$P_i * \ln(P_i)$	
	<i>Vitex mollis</i>	Coyotomate	2.55	0.00	-5.77	-0.02	
	<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo	2.98	0.00	-5.61	-0.02	
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	5.53	0.01	-4.99	-0.03	
	<b>Total</b>			816.60	1.00	-611.22	-3.83
				<b>Mf</b>	14.15	<b>Riqueza</b>	108.00
				<b>D</b>	0.03	<b>H calculada</b>	3.83
				<b>1-D</b>	0.97	<b>H max=LnS</b>	4.68
				<b>Equidad =H/Hmax</b>			0.82
<b>Arbustivo</b>	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	102.13	0.02	-3.90	-0.08	
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	144.68	0.03	-3.55	-0.10	
	<i>Acalypha setosa</i>	Cola de alacrán	59.57	0.01	-4.44	-0.05	
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	4.26	0.00	-7.08	-0.01	
	<i>Adiantum andicola</i>	Cuamaquiztle	34.04	0.01	-5.00	-0.03	
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	29.79	0.01	-5.13	-0.03	
	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	25.53	0.01	-5.29	-0.03	
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	46.81	0.01	-4.68	-0.04	
	<i>Aphananthe monoica</i>	Cerezo	21.28	0.00	-5.47	-0.02	
	<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	8.51	0.00	-6.39	-0.01	
	<i>Ardisia compressa</i>	Capulín agrio	8.51	0.00	-6.39	-0.01	
	<i>Arthrostemma alatum</i>	-	12.77	0.00	-5.98	-0.02	
	<i>Baccharis salicifolia</i>	Azumiate	4.26	0.00	-7.08	-0.01	
	<i>Barleria micans</i>	Vainilla	25.53	0.01	-5.29	-0.03	
	<i>Bauhinia pauletia</i>	Pata de cabra	34.04	0.01	-5.00	-0.03	
	<i>Brahea dulcis</i>	Bamel	12.77	0.00	-5.98	-0.02	
	<i>Bromelia karatas</i>	Cardo	25.53	0.01	-5.29	-0.03	
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	4.26	0.00	-7.08	-0.01	
	<i>Bursera excelsa</i>	Árbol del copal santo	21.28	0.00	-5.47	-0.02	
	<i>Bursera grandifolia</i>	Chicopun	17.02	0.00	-5.69	-0.02	
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	12.77	0.00	-5.98	-0.02	
	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Hediondilla	72.34	0.01	-4.25	-0.06	
	<i>Calliandra tergemina</i> var. <i>Emarginata</i>	Pie de venado	21.28	0.00	-5.47	-0.02	
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	4.26	0.00	-7.08	-0.01	
	<i>Calliandra houstoniana</i>	Barba de viejo	21.28	0.00	-5.47	-0.02	
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	55.32	0.01	-4.51	-0.05	
	<i>Canna glauca</i>	Achira amarilla	29.79	0.01	-5.13	-0.03	
	<i>Cascabela ovata</i>	Torito	4.26	0.00	-7.08	-0.01	
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	259.57	0.05	-2.97	-0.15	

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	59.57	0.01	-4.44	-0.05
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Algodoncillo	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Chamaedorea pochutlensis</i>	Tepejilote canelillo	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Chiococca alba</i>	Perilla	68.09	0.01	-4.31	-0.06
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	110.64	0.02	-3.82	-0.08
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	46.81	0.01	-4.68	-0.04
	<i>Citrus x limon</i>	Limón	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Coffea arabica</i>	Cafeto	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	17.02	0.00	-5.69	-0.02
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	93.62	0.02	-3.99	-0.07
	<i>Couepia polyandra</i>	Palo de fraile	59.57	0.01	-4.44	-0.05
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Croton draco</i>	Drago	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Cupania dentata</i>	Agua al ojo blanco	17.02	0.00	-5.69	-0.02
	<i>Cupania macrophylla</i>	-	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Curatella americana</i>	Hojamán	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Cyclanthera dissecta</i>	Chayotillo	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Dalbergia congestiflora</i>	Camotillo	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Dendropanax arboreus</i>	Zapotillo	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	38.30	0.01	-4.88	-0.04
	<i>Diphysa floribunda</i>	Chicharroncillo	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Dorstenia drakena</i>	Gallito	17.02	0.00	-5.69	-0.02
	<i>Dryopteris cinnamomea</i>	Helecho	25.53	0.01	-5.29	-0.03
	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	51.06	0.01	-4.59	-0.05
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de mayo	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Garcia nutans</i>	Avellano	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Gonzalagunia panamensis</i>	Granadillo	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	21.28	0.00	-5.47	-0.02
	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	Carne de perro	114.89	0.02	-3.78	-0.09
	<i>Hamelia xorullensis</i>	Colorín	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	25.53	0.01	-5.29	-0.03
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	225.53	0.04	-3.11	-0.14

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)
	<i>Hura polyandra</i>	Haba	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Ilex toluicana</i>	Aceitunillo	17.02	0.00	-5.69	-0.02
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Iresine calea</i>	Pelusa	38.30	0.01	-4.88	-0.04
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón de tempate	17.02	0.00	-5.69	-0.02
	<i>Juglans olanchana</i>	Cedro Nogal	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	693.62	0.14	-1.99	-0.27
	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	Vara blanca	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	-	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Escobillo	17.02	0.00	-5.69	-0.02
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Altea	85.11	0.02	-4.08	-0.07
	<i>Margaritaria nobilis</i>	Ciruelillo	25.53	0.01	-5.29	-0.03
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Mimosa diplotricha</i>	Rascapetate	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Montanoa bipinnatifida</i>	Acahuite	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Morisonia americana</i>	Árbol del diablo	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Myriocarpa longipes</i>	Carne de caballo	21.28	0.00	-5.47	-0.02
	<i>Nectandra hihua</i>	-	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Opuntia karwinskiana</i>	Nopal	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Cardón hecho	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Paullinia clavigera</i>	Bejuco	136.17	0.03	-3.61	-0.10
	<i>Paullinia sessiliflora</i>	Paullinia sessiliflora	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Pavonia pleuranthera</i>	Pavonia pleuranthera	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo silvestre	319.15	0.06	-2.76	-0.17
	<i>Phytolacca icosandra</i>	Mazorquilla	17.02	0.00	-5.69	-0.02
	<i>Piper abalienatum</i>	-	153.19	0.03	-3.50	-0.11
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	85.11	0.02	-4.08	-0.07
	<i>Pisonia aculeata</i>	Coma de uña	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Granadilla	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Prunus brachybotrya</i>	Barranco	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba dulce	8.51	0.00	-6.39	-0.01

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	63.83	0.01	-4.37	-0.06
	<i>Pterocarpus orbiculatus</i>	Sangrillo	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	17.02	0.00	-5.69	-0.02
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	165.96	0.03	-3.42	-0.11
	<i>Russelia sarmentosa</i>	Flor de mirto rojo silvestre	34.04	0.01	-5.00	-0.03
	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	34.04	0.01	-5.00	-0.03
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	68.09	0.01	-4.31	-0.06
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	17.02	0.00	-5.69	-0.02
	<i>Senna pallida</i>	Abejón	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Senna quinquangulata</i>	Senna quinquangulata	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	46.81	0.01	-4.68	-0.04
	<i>Siparuna thecaphora</i>	Limoncillo	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Vaquita	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<i>Styrax argenteus var. Ramirezii</i>	Aguacatillo	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	38.30	0.01	-4.88	-0.04
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	93.62	0.02	-3.99	-0.07
	<i>Thouinia serrata</i>	<i>Thouinia serrata Radlk</i>	46.81	0.01	-4.68	-0.04
	<i>Trema micrantha</i>	Capulín cimarrón	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	25.53	0.01	-5.29	-0.03
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	170.21	0.03	-3.39	-0.11
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Urera pacifica</i>	-	59.57	0.01	-4.44	-0.05
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	8.51	0.00	-6.39	-0.01
	<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo	12.77	0.00	-5.98	-0.02
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	4.26	0.00	-7.08	-0.01
	<b>Total</b>		5051.06	1.00	-702.50	-3.98
			<b>Mf</b>	17.52	<b>Riqueza</b>	125.00
			<b>D</b>	0.04	<b>H calculada</b>	3.98
			<b>1-D</b>	0.96	<b>H max=LnS</b>	4.83
			<b>Equidad =H/Hmax</b>			0.82
<b>Herbáceo</b>	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	1276.60	0.01	-4.49	-0.05
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	425.53	0.00	-5.59	-0.02
	<i>Acalypha setosa</i>	Cola de alacrán	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Adiantum andicola</i>	Cuamaquitzle	2553.19	0.02	-3.80	-0.08

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)
	<i>Amphilophium paniculatum</i>	Bejuco prieto	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Anemia phyllitidis</i>	Helecho rizado	425.53	0.00	-5.59	-0.02
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	851.06	0.01	-4.90	-0.04
	<i>Aphananthe monoica</i>	Cerezo	425.53	0.00	-5.59	-0.02
	<i>Barleria micans</i>	Vainilla	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Bauhinia pauletia</i>	Pata de cabra	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	1702.13	0.01	-4.21	-0.06
	<i>Bidens pilosa</i>	Achual blanco	1914.89	0.02	-4.09	-0.07
	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Hediondilla	425.53	0.00	-5.59	-0.02
	<i>Calliandra tergemina</i> var. <i>Emarginata</i>	Pie de venado	1489.36	0.01	-4.34	-0.06
	<i>Canna glauca</i>	Achira amarilla	638.30	0.01	-5.19	-0.03
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	1276.60	0.01	-4.49	-0.05
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Cupania macrophylla</i>	-	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Cyclanthera dissecta</i>	Chayotillo	638.30	0.01	-5.19	-0.03
	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Zacate estrella de África	638.30	0.01	-5.19	-0.03
	<i>Cyperus odoratus</i>	Hierba del zopilote	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	1914.89	0.02	-4.09	-0.07
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Diphysa floribunda</i>	Chicharroncillo	425.53	0.00	-5.59	-0.02
	<i>Dorstenia drakena</i>	Gallito	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Dryopteris cinnamomea</i>	Helecho	851.06	0.01	-4.90	-0.04
	<i>Eleusine indica</i>	Escobilla de la India	2340.43	0.02	-3.89	-0.08
	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	10425.53	0.09	-2.39	-0.22
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	851.06	0.01	-4.90	-0.04
	<i>Heliotropium indicum</i>	Cola de alacrán	638.30	0.01	-5.19	-0.03
	<i>Hemionitis subcordata</i>	Doradilla	425.53	0.00	-5.59	-0.02
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	17872.34	0.16	-1.86	-0.29
	<i>Inga vera</i>	Aguatope	638.30	0.01	-5.19	-0.03
	<i>Ipomoea cholulensis</i>	Campanilla	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	212.77	0.00	-6.29	-0.01

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i = n_i/N$	$\ln(P_i)$	$P_i \cdot \ln(P_i)$
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	14255.32	0.12	-2.08	-0.26
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Machaerium salvadorensis</i>	Uña de gato	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Escobillo	8936.17	0.08	-2.55	-0.20
	<i>Megathyrus maximus</i>	Camalote	2765.96	0.02	-3.72	-0.09
	<i>Melampodium divaricatum</i>	Achual amarillo	1489.36	0.01	-4.34	-0.06
	<i>Mimosa diplotricha</i>	Rascapetate	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Myriocarpa longipes</i>	Carne de caballo	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Oxalis alpina</i>	Acedera de montaña	4468.09	0.04	-3.24	-0.13
	<i>Paullinia clavigera</i>	Bejuco	1063.83	0.01	-4.68	-0.04
	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo silvestre	3829.79	0.03	-3.40	-0.11
	<i>Piper abalienatum</i>	-	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	1063.83	0.01	-4.68	-0.04
	<i>Russelia sarmentosa</i>	Flor de mirto rojo silvestre	425.53	0.00	-5.59	-0.02
	<i>Selaginella silvestris</i>	Selaginela	14893.62	0.13	-2.04	-0.27
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Senna obtusifolia</i>	Cafecillo	851.06	0.01	-4.90	-0.04
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	1914.89	0.02	-4.09	-0.07
	<i>Smallanthus macvaughii</i>	-	851.06	0.01	-4.90	-0.04
	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	851.06	0.01	-4.90	-0.04
	<i>Syngonium podophyllum</i>	Chapiso	212.77	0.00	-6.29	-0.01
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	425.53	0.00	-5.59	-0.02
	<i>Trichostigma octandrum</i>	Bejuco negro	425.53	0.00	-5.59	-0.02
	<b>Total</b>		114255.32	1.00	-316.42	-3.11
			<b>Mf</b>	9.70	<b>Riqueza</b>	62.00
			<b>D</b>	0.08	<b>H calculada</b>	3.11
			<b>1-D</b>	0.92	<b>H max=LnS</b>	4.13
			<b>Equidad =H/Hmax</b>			0.75

## IV.2.8. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ) en el SAR

### IV.2.8.1. Índice de Valor de importancia (IVI)

Dentro del estrato arbóreo de la VSa/BQ perteneciente al SAR, se obtuvo un total de 17 especies, de las cuales las que presentan mayor valor de IVI son *Q. magnoliifolia* (encino amarillo) con el valor de importancia más alto correspondiendo a 117.38 %, seguido de *Q. confertifolia* (encino blanco) con un valor de importancia de 28.85 %, *Q. glaucescens* (encino amarillo) con un valor de 24.36 %, *C. xalapensis* (capulín) con un valor de 21.69 % y *I. laurina* (Sacky sac vean) con un valor de importancia de 20.26 %. En el rango de los valores más bajos se encuentran las especies *G. ulmifolia* (bellota de cuaulote) y *S. jambos* (manzana rosa) con un IVI de 3.02 % y finalmente *C. arguta* (cedrón) con un valor de importancia de 2.99 %.

En el estrato arbustivo se encontraron un total de 21 especies, de las cuales se obtuvo que el más alto valor de importancia corresponde a *V. oligantha* con un valor de importancia de 60.40 %, seguida de *C. xalapensis* (capulín) con un valor de 50.22 %, *C. odorata* (albahaquilla) con 43.36 % y *Q. magnoliifolia* (encino amarillo) con un valor de 36.22 %. En el rango de los valores más bajos se encuentra *T. lappula* (cadillo) y *Z. loddigesii* (camotillo) con un valor de 3.32 % cada una, y finalmente se encuentra la especie conocida como *C. grandiflora* (cabellos de ángel) con un valor de importancia de 3.27 %.

En lo que corresponde al estrato herbáceo se encontraron 11 especies, de las cuales las hierbas con los valores más altos corresponden a *M. maximus* (camalote) con un valor de 116.73 %, seguido de la orquídea de *H. novemfida* (pantanos) con un valor de 51.72 %, en el rango de los valores más bajos se encuentran las especies *L. umbellata* (hierba dulce) con un valor de 9.60 % y en último lugar se encuentra *H. attenuatus* (quelite) y *S. silvestris* (selaginela) con un valor de 7.43 % cada una.

A continuación, se muestran los valores del IVI para cada estrato antes mencionado:

**Tabla IV.14 Índice de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino en el Sistema Ambiental Regional.**

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<b>Arbóreo</b>	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	1.28	5.00	0.53	6.81
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	0.96	5.00	1.00	6.96
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	0.32	2.50	0.17	2.99
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	0.96	5.00	0.36	6.32
	<i>Clethra mexicana</i>	Mamojuaxtle	0.64	2.50	0.23	3.37
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	8.65	5.00	8.04	21.69
	<i>Ficus obtusifolia</i>	Amate	0.32	2.50	0.51	3.33
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	0.32	2.50	0.20	3.02
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	2.24	10.00	8.01	20.26
	<i>Pinus devoniana</i>	Pino escobetón	1.92	2.50	1.36	5.78
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	5.45	17.50	5.90	28.85
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	4.17	7.50	5.12	16.79
	<i>Quercus glaucescens</i>	Encino amarillo	9.29	2.50	12.57	24.36
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	52.56	17.50	47.32	117.38
	<i>Styrax argenteus var. Ramirezii</i>	Aguacatillo	8.33	2.50	7.56	18.39
	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	0.32	2.50	0.20	3.02
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	2.24	7.50	0.93	10.67
	<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Arbustivo</b>	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastillo	0.61	2.56	0.30	3.47
	<i>Anthurium halmoorei</i>	Anthurium	0.61	2.56	0.84	4.01
	<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	1.21	2.56	0.71	4.48
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	0.61	2.56	0.10	3.27
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	2.42	7.69	1.43	11.55
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	18.18	12.82	12.36	43.36
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	12.12	10.26	27.85	50.22
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	0.61	2.56	0.21	3.38
	<i>Ilex tolucana</i>	Aceitunillo	1.82	2.56	0.38	4.77
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	0.61	2.56	1.59	4.76
	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	0.61	2.56	0.47	3.64
	<i>Otatea acuminata</i>	Otate	12.12	2.56	2.06	16.75
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	2.42	7.69	7.04	17.16
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	1.82	5.13	3.26	10.21
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	10.30	10.26	15.66	36.22
	<i>Senna obtusifolia</i>	Cafecillo	1.21	2.56	0.48	4.26
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	1.82	2.56	1.06	5.44



Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	0.61	2.56	2.83	6.00
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	0.61	2.56	0.15	3.32
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	29.09	10.26	21.05	60.40
	<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	0.61	2.56	0.15	3.32
	<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Herbáceo</b>	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	2.44	4.76	4.35	11.55
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	4.88	9.52	0.80	15.20
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	4.88	9.52	5.12	19.52
	<i>Habenaria novemfida</i>	Orquídea de los pantanos	31.71	9.52	10.48	51.72
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	4.88	9.52	0.40	14.80
	<i>Hybanthus attenuatus</i>	Quelite	2.44	4.76	0.23	7.43
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	2.44	4.76	2.40	9.60
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	26.83	23.81	66.09	116.73
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	7.32	14.29	8.19	29.79
	<i>Selaginella selvestris</i>	Selaginela	2.44	4.76	0.23	7.43
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	9.76	4.76	1.72	16.24
<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	

En la siguiente tabla y figura (misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación), se muestran las cinco especies con los mayores valores dentro de los tres estratos, así mismo se puede observar que el encino amarillo (*Q. magnoliifolia*) se encuentra presente dentro de los tres estratos:

Tabla IV.15 Especies con mayor valor de importancia en la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino en el SAR.

Especies	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>C. odorata</i>		43.36	
<i>C. xalapensis</i>	21.69	50.22	
<i>D. tortuosum</i>			19.52
<i>H. novemfida</i>			51.72
<i>I. laurina</i>	20.26		
<i>M. maximus</i>			116.73
<i>Q. confertifolia</i>	28.85	17.16	
<i>Q. glaucescens</i>	24.36		
<i>Q. magnoliifolia</i>	117.38	36.22	29.79
<i>S. rhombifolia</i>			16.24
<i>V. oligantha</i>		60.40	

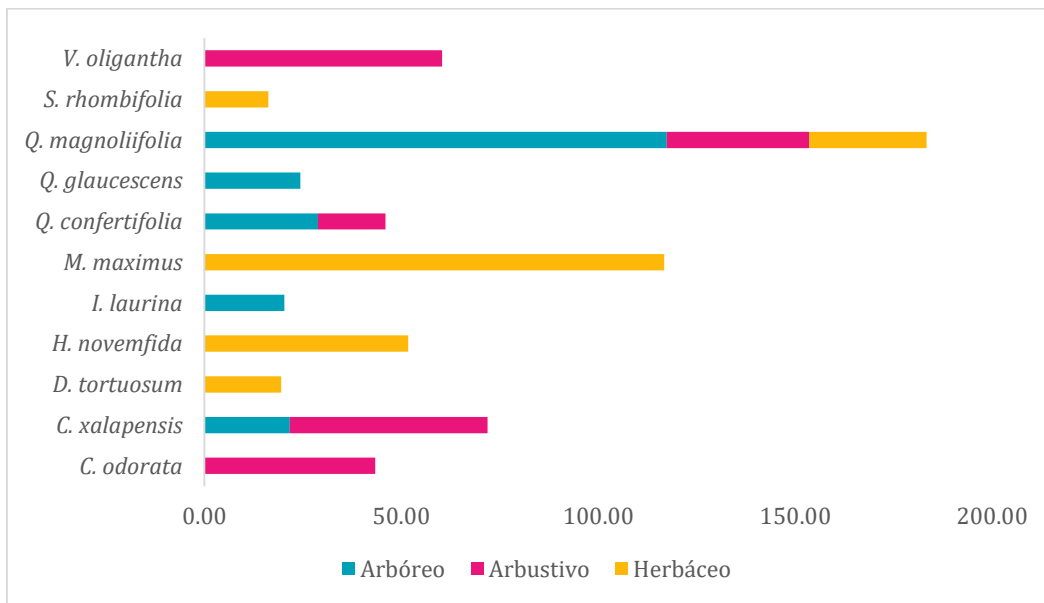


Figura IV.15 Especies con mayor valor de importancia en la VSa/BQ en el SAR.

#### IV.2.8.2. Índices de diversidad

Mediante los datos obtenidos a través del muestreo, se estimaron los índices de diversidad de Margalef, el índice de Shannon-Wiener, el índice de dominancia de Simpson, y el índice de diversidad de Simpson. A continuación, se describen cada uno de los valores obtenidos:

Dentro de este tipo de vegetación el estrato arbóreo presentó una riqueza de 17 especies, mientras que la riqueza en el estrato arbustivo fue superior al tener 21 especies, siendo el estrato herbáceo quien presentó un valor intermedio con 11 especies.

De acuerdo con el índice de Margalef, los estratos de VSa/BQ en el SAR presentan una diversidad media ya que presentan valores que oscilan de 2.69 a 3.92 (Badii *et al.*, 2007).

Por su parte, el índice de Shannon-Wiener muestra que el estrato arbustivo es una comunidad con una diversidad media al presentar un valor de 2.20, mientras que, de acuerdo con Graciano-Ávila *et al.*, (2017), el estrato arbóreo y herbáceo se consideran como de baja diversidad ya que presentan valores de 1.77 y 1.94 respectivamente.

Por otra parte, la Equidad o uniformidad de las especies refleja que el estrato herbáceo presentó mayor homogeneidad en la distribución de las especies al presentar un valor de 0.81, seguido por el estrato arbustivo con un valor de 0.72 y al final se encuentra el estrato arbóreo con 0.62, en lo que respecta a los valores de H'max se obtuvieron valores superiores al 62 %.

Finalmente, el índice de dominancia de Simpson (D) muestra valores alejados de la unidad para los tres estratos, lo cual indica que todas las especies son similares en cuanto a abundancia (Badii *et al.*, 2007), y dado que la diversidad es la inversa de la dominancia, se consideran que el estrato arbóreo (0.69) presenta una diversidad media, mientras que los estratos arbustivo (0.84) y herbáceo (0.80) son considerados de diversidad alta al presentar valores superiores a 0.75.

A continuación, se muestra la tabla con los índices antes mencionados en los tres estratos:

**Tabla IV.16 Índices de diversidad de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ) del SAR.**

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	$\ln(P_i)$	$P_i*\ln(P_i)$
Arbóreo	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	10.00	0.01	-4.36	-0.06
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	7.50	0.01	-4.64	-0.04
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	2.50	0.00	-5.74	-0.02
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	7.50	0.01	-4.64	-0.04

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=n_i/N$	Ln (Pi)	$P_i \cdot \ln(P_i)$	
	<i>Clethra mexicana</i>	Mamojuaxtle	5.00	0.01	-5.05	-0.03	
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	67.50	0.09	-2.45	-0.21	
	<i>Ficus obtusifolia</i>	Amate	2.50	0.00	-5.74	-0.02	
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	2.50	0.00	-5.74	-0.02	
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	17.50	0.02	-3.80	-0.09	
	<i>Pinus devoniana</i>	Pino escobetón	15.00	0.02	-3.95	-0.08	
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	42.50	0.05	-2.91	-0.16	
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	32.50	0.04	-3.18	-0.13	
	<i>Quercus glaucescens</i>	Encino amarillo	72.50	0.09	-2.38	-0.22	
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	410.00	0.53	-0.64	-0.34	
	<i>Styrax argenteus var. Ramirezii</i>	Aguacatillo	65.00	0.08	-2.48	-0.21	
	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	2.50	0.00	-5.74	-0.02	
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa, o rosa moda	17.50	0.02	-3.80	-0.09	
	<b>Total</b>			780.00	1.00	-67.25	-1.77
				<b>Mf</b>	2.79	<b>Riqueza</b>	17.00
			<b>D</b>	0.31	<b>H calculada</b>	1.77	
			<b>1-D</b>	0.69	<b>H max=LnS</b>	2.83	
			<b>Equidad =H/Hmax</b>			0.62	
<b>Arbustivo</b>	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastillo	25.00	0.01	-5.11	-0.03	
	<i>Anthurium halmoorei</i>	Anthurium	25.00	0.01	-5.11	-0.03	
	<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	50.00	0.01	-4.41	-0.05	
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	25.00	0.01	-5.11	-0.03	
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	100.00	0.02	-3.72	-0.09	
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	750.00	0.18	-1.70	-0.31	
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	500.00	0.12	-2.11	-0.26	
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	25.00	0.01	-5.11	-0.03	
	<i>Ilex toluca</i>	Aceitunillo	75.00	0.02	-4.01	-0.07	
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	25.00	0.01	-5.11	-0.03	
	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	25.00	0.01	-5.11	-0.03	
	<i>Otatea acuminata</i>	Otate	500.00	0.12	-2.11	-0.26	
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	100.00	0.02	-3.72	-0.09	
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	75.00	0.02	-4.01	-0.07	
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	425.00	0.10	-2.27	-0.23	

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=n_i/N$	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)	
	<i>Senna obtusifolia</i>	Cafecillo	50.00	0.01	-4.41	-0.05	
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	75.00	0.02	-4.01	-0.07	
	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	25.00	0.01	-5.11	-0.03	
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	25.00	0.01	-5.11	-0.03	
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	1200.00	0.29	-1.23	-0.36	
	<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	25.00	0.01	-5.11	-0.03	
	<b>Total</b>			4125.00	1.00	-83.67	-2.20
				<b>Mf</b>	3.92	<b>Riqueza</b>	21.00
				<b>D</b>	0.16	<b>H calculada</b>	2.20
				<b>1-D</b>	0.84	<b>H max=LnS</b>	3.04
			<b>Equidad =H/Hmax</b>			0.72	
<b>Herbáceo</b>	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	1250.00	0.02	-3.71	-0.09	
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	2500.00	0.05	-3.02	-0.15	
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	2500.00	0.05	-3.02	-0.15	
	<i>Habenaria novemfida</i>	Orquídea de los pantanos	16250.00	0.32	-1.15	-0.36	
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	2500.00	0.05	-3.02	-0.15	
	<i>Hybanthus attenuatus</i>	Quelite	1250.00	0.02	-3.71	-0.09	
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	1250.00	0.02	-3.71	-0.09	
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	13750.00	0.27	-1.32	-0.35	
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	3750.00	0.07	-2.61	-0.19	
	<i>Selaginella silvestris</i>	Selaginela	1250.00	0.02	-3.71	-0.09	
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	5000.00	0.10	-2.33	-0.23	
	<b>Total</b>			51250.00	1.00	-31.32	-1.94
				<b>Mf</b>	2.69	<b>Riqueza</b>	11.00
				<b>D</b>	0.20	<b>H calculada</b>	1.94
			<b>1-D</b>	0.80	<b>H max=LnS</b>	2.40	
			<b>Equidad =H/Hmax</b>			0.81	

## IV.2.9. Resultados del Trabajo en campo para el área del proyecto

### IV.2.9.1. Ubicación de Sitios de muestreo

Se levantaron 55 sitios dentro del área del proyecto. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas centrales de los sitios de muestreo (UTM Datum WGS84 zona 13N), así como

el uso de suelo de acuerdo con la información del INEGI y la determinada a partir del trabajo de campo.

**Tabla IV.17** Tabla de coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo dentro del área del proyecto.

ID	ID campo	X	Y	USyV-INEGI	USyV-CAMPO
1	AP-01	589789	2131293	VSa/SMS	VSa/SBC
2	AP-02	590301	2130848	VSa/SMS	VSa/SBC
3	AP-03	590068	2131006	VSa/SMS	VSa/SBC
4	AP-06	592089	2131336	VSa/BQ	VSa/SBC
5	AP-07	591804	2131025	VSa/BQ	VSa/SBC
6	AP-09	592139	2131528	VSa/BQ	VSa/SBC
7	AP-10	592234	2131011	VSa/BQ	VSa/SBC
8	AP-11	592036	2130966	VSa/BQ	VSa/SBC
9	AP-13	591927	2130728	VSa/BQ	VSa/SBC
10	AP-14	590809	2131240	PC	VSa/SBC
11	AP-15	590973	2131436	PC	VSa/SBC
12	AP-18	590740	2131973	VSa/SBC	VSa/SBC
13	AP-20	590834	2131683	VSa/SBC	VSa/SBC
14	AP-21	591123	2131577	VSa/SBC	VSa/SBC
15	AP-23	592555	2132381	VSa/SBC	VSa/SBC
16	AP-24	592062	2132398	VSa/SBC	VSa/SBC
17	AP-26	590546	2131928	PC	VSa/SBC
18	AP-29	590122	2131502	PC	VSa/SBC
19	AP-30	590449	2131448	PC	VSa/SBC
20	AP-31	590251	2131277	PC	VSa/SBC
21	AP-32	590491	2131089	PC	VSa/SBC
22	AP-33	590772	2130923	PC	VSa/SBC
23	AP-35	591050	2131258	PC	VSa/SBC
24	AP-37	591179	2131336	PC	VSa/SBC
25	AP-39	591810	2131331	VSa/BQ	VSa/BQ
26	AP-41	591871	2131702	PC	VSa/SBC
27	AP-42	592056	2131992	PC	VSa/SBC
28	AP-43	592441	2132019	PC	VSa/BQ
29	AP-44	592700	2131854	PC	VSa/BQ
30	AP-45	591663	2132260	PC	VSa/BQ
31	AP-49	592332	2132328	VSa/SBC	VSa/BQ
32	AP-50	591031	2131916	VSa/SBC	VSa/SBC
33	P-04	592490	2131855	VSa/BQ	VSa/SBC
34	P-05	592299	2131574	VSa/BQ	VSa/SBC
35	P-08	592512	2131407	VSa/BQ	VSa/SBC
36	P12	591615	2130841	VSa/BQ	VSa/SBC

ID	ID campo	X	Y	USyV-INEGI	USyV-CAMPO
37	P-17	591593	2132005	VSa/SBC	VSa/SBC
38	P-19	591330	2131898	VSa/SBC	VSa/SBC
39	P25	590225	2132086	PC	VSa/SBC
40	P27	590329	2131748	PC	VSa/SBC
41	P28	590620	2131687	PC	VSa/SBC
42	P34	591166	2130922	PC	VSa/SBC
43	P36	591229	2131102	PC	VSa/SBC
44	P-40	591537	2131668	PC	VSa/SBC
45	P46	591450	2132156	PC	VSa/BQ
46	P-48	592392	2131224	VSa/BQ	VSa/SBC
47	PF01	591298	2132413	VSa/SBC	VSa/SBC
48	PF02	591405	2132489	VSa/SBC	VSa/SBC
49	PF03	591390	2132309	PC	VSa/SBC
50	PF-04	591782	2132899	PC	VSa/SBC
51	PF-05	592007	2132857	VSa/SBC	VSa/SBC
52	PF-06	592057	2133128	VSa/SBC	VSa/BQ
53	PF-07	592188	2132817	VSa/SBC	VSa/SBC
54	PF-22	591261	2132164	VSa/SBC	VSa/SBC
55	PF-47	592333	2132288	VSa/SBC	VSa/BQ

Debido a que se establecieron unidades rectangulares de muestreo, de manera anexa se incluyen las coordenadas UTM WGS84 Zona 13 de los vértices de cada sitio de muestreo levantado en el área del proyecto.

Mediante las siguientes figuras, mismas que se incluyen de manera anexa para mayor apreciación, se muestra la distribución espacial de los sitios de muestreo para el área del proyecto, considerando los usos de suelo y vegetación referidos por el INEGI, así como los determinados mediante los trabajos de campo.

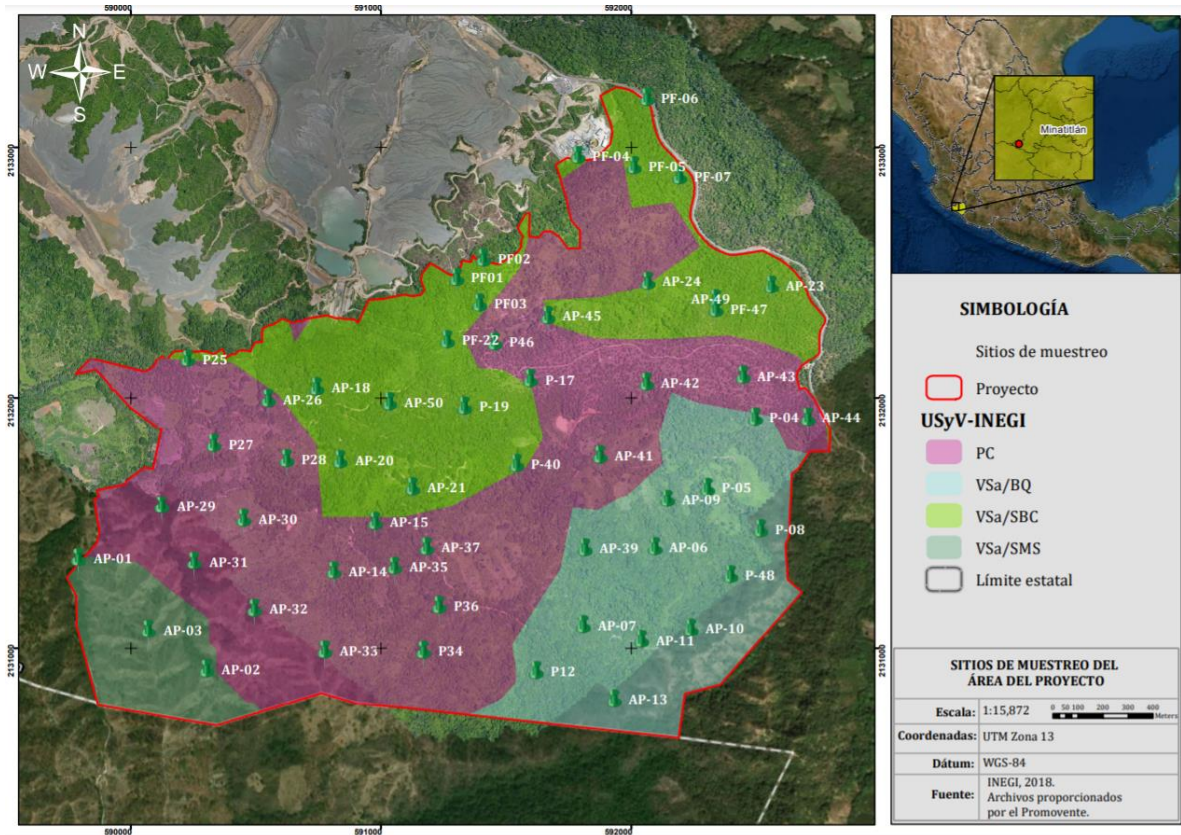


Figura IV.16. Distribución de los sitios de muestreo del proyecto de acuerdo a los usos de suelo de INEGI (2017).



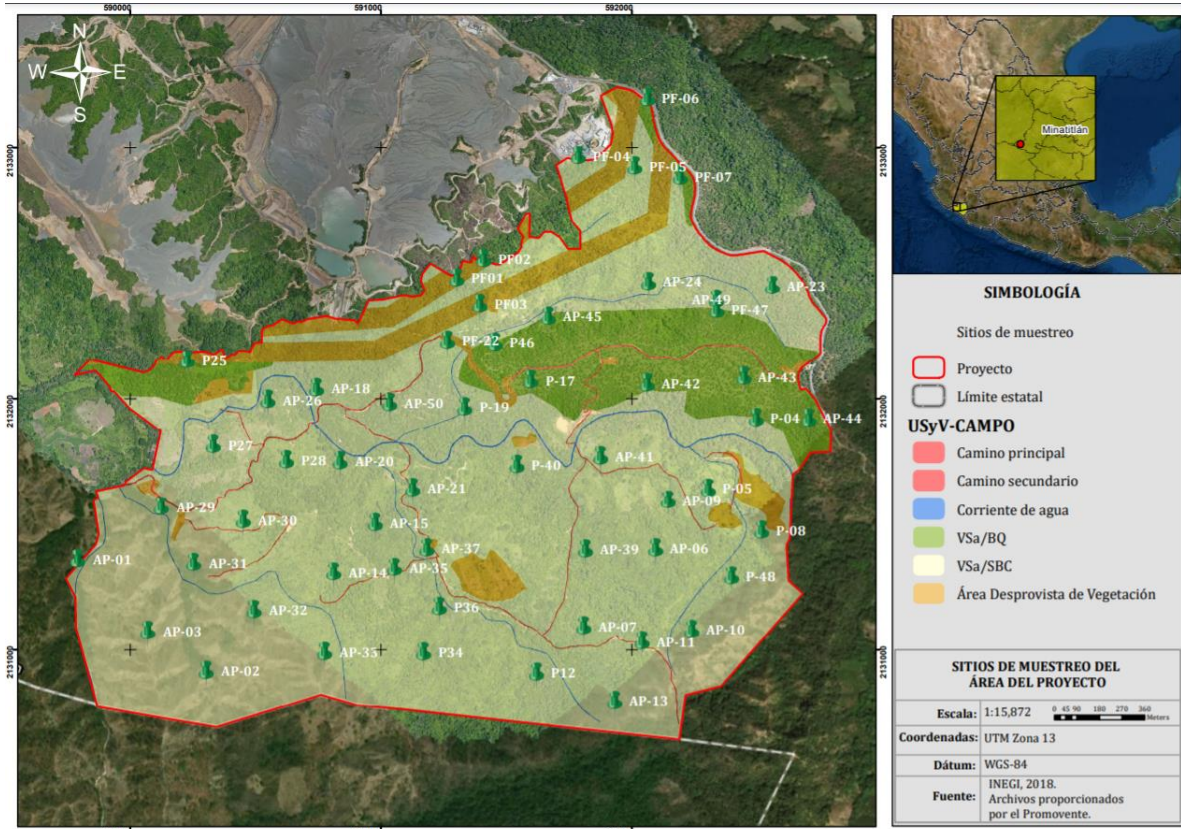


Figura IV.17. Distribución de los sitios de muestreo del proyecto de acuerdo a los usos de suelo determinados mediante los trabajos de campo.

#### IV.2.9.2. Composición florística

Derivado de los resultados de los muestreos realizados en el área del proyecto se obtuvo un listado florístico compuesto de 52 familias, 96 géneros y 121 especies, mismas que se listan a continuación

Tabla IV.18. Composición florística para el área del proyecto.

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
1	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Espino blanco	-	Nativa
2	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia hindsii</i> Benth.	Cornizuelo	-	Nativa
3	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Acalypha	<i>Acalypha setosa</i> A. Rich.	Cola de alacrán	-	Nativa
4	Equisetopsida	Arecales	Arecaceae	Acrocomia	<i>Acrocomia aculeata</i> Lodd. ex Mart.	Cocoyul	-	Nativa
5	Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	Adiantum	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	Cuamaquiztle	-	Nativa
6	Equisetopsida	Picramniales	Picramniaceae	Alvaradoa	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	Ardillo	-	Nativa
7	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Andira	<i>Andira inermis</i> Kunth ex DC.	Maquilla	-	Nativa
8	Polypodiopsida	Schizaeales	Anemiaceae	Anemia	<i>Anemia phyllitidis</i> Sw.	Helecho rizado	-	Nativa
9	Equisetopsida	Magnoliales	Annonaceae	Annona	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Chirimoya	-	Exótica
10	Equisetopsida	Magnoliales	Annonaceae	Annona	<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé ex Dunal	Anona morada	-	Nativa
11	Equisetopsida	Alismatales	Araceae	Anthurium	<i>Anthurium halmoorei</i> Croat	Anthurium	-	Endémica/Nativa
12	Equisetopsida	Rosales	Cannabaceae	Aphananthe	<i>Aphananthe monoica</i> J.-F. Leroy	Cerezo	-	Nativa
13	Equisetopsida	Ericales	Primulaceae	Ardisia	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth	Arrayán	-	Nativa
14	Equisetopsida	Lamiales	Acanthaceae	Barleria	<i>Barleria micans</i> Nees	Vainilla	-	Nativa
15	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Bauhinia	<i>Bauhinia pauletia</i> Pers.	Pata de cabra	-	Nativa
16	Equisetopsida	Cucurbitales	Begoniaceae	Begonia	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	Ala de ángel	-	Nativa
17	Equisetopsida	Poales	Bromeliaceae	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i> L.	Cardo	-	Nativa
18	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Brosium	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón	-	Nativa
19	Equisetopsida	Sapindales	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera bipinnata</i> Engl.	Copal santo	-	Nativa
20	Equisetopsida	Sapindales	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Árbol del copal santo	-	Endémica/Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
21	Equisetopsida	Sapindales	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera grandifolia Engl.</i>	Chicopun	-	Endémica/Nativa
22	Equisetopsida	Sapindales	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba Sarg.</i>	Palo mulato	-	Nativa
23	Equisetopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	Byrsonima	<i>Byrsonima crassifolia Kunth</i>	Nananche	-	Nativa
24	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra grandiflora Benth.</i>	Cabellos de ángel	-	Nativa
25	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra houstoniana Standl.</i>	Barba de viejo	-	Nativa
26	Equisetopsida	Malpighiales	Calophyllaceae	Calophyllum	<i>Calophyllum brasiliense Cambess.</i>	Brasil	A	Nativa
27	Equisetopsida	Zingiberales	Cannaceae	Canna	<i>Canna glauca L.</i>	Achira amarilla	-	Nativa
28	Equisetopsida	Gentianales	Apocynaceae	Cascabela	<i>Cascabela ovata Lippold</i>	Torito	-	Nativa
29	Equisetopsida	Malpighiales	Salicaceae	Casearia	<i>Casearia arguta Kunth</i>	Cedrón	-	Nativa
30	Equisetopsida	Malpighiales	Salicaceae	Casearia	<i>Casearia corymbosa Kunth</i>	Botoncillo	-	Nativa
31	Equisetopsida	Rosales	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia obtusifolia Bertol.</i>	Guarumo	-	Nativa
32	Equisetopsida	Sapindales	Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela odorata L.</i>	Cedro	Pr	Endémica/Nativa
33	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba aesculifolia Britten &amp; Baker f.</i>	Algodoncillo	-	Nativa
34	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Chromolaena	<i>Chromolaena collina R.M. King &amp; H. Rob.</i>	Hierba de ángel	-	Nativa
35	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Cromolaena	<i>Chromolaena odorata R.M. King &amp; H. Rob.</i>	Albahaquilla	-	Nativa
36	Equisetopsida	Sapindales	Rutaceae	Citrus	<i>Citrus x limon Osbeck</i>	Limón	-	Exótica
37	Equisetopsida	Malvales	Bixaceae	Chochlospermum	<i>Cochlospermum vitifolium Spreng.</i>	Algodón silvestre	-	Nativa
38	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Coffea	<i>Coffea arabica L.</i>	Cafeto	-	Exótica
39	Equisetopsida	Myrtales	Melastomataceae	Conostegia	<i>Conostegia xalapensis (Bonpl.) D. Don ex DC.</i>	Capulín	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
40	Equisetopsida	Boraginaceae	Cordiaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora (Ruiz &amp; Pav.) Oken</i>	Aguardientillo	-	Nativa
41	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton ciliatoglandulifer Ortega</i>	Canelilla	-	Nativa
42	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton draco Schlttdl. &amp; Cham.</i>	Drago	-	Nativa
43	Equisetopsida	Sapindales	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania macrophylla Mart.</i>		-	Nativa
44	Equisetopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	Cyclanthera	<i>Cyclanthera dissecta Arn.</i>	Chayotillo	-	Nativa
45	Equisetopsida	Poales	Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus odoratus L.</i>	Hierba del zopilote	-	Nativa
46	Equisetopsida	Apiales	Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax arboreus Decne. &amp; Planch.</i>	Zapotillo	-	Nativa
47	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Diphysa	<i>Diphysa americana M. Sousa</i>	Flor de gatillo	-	Nativa
48	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Dorstenia	<i>Dorstenia drakena L.</i>	Gallito	-	Nativa
49	Polypodiopsida	Polypodiales	Dryopteridaceae	Dryopteris	<i>Dryopteris cinnamomea C. Chr.</i>	Helecho	-	Nativa
50	Equisetopsida	Lamiales	Acanthaceae	Elytraria	<i>Elytraria imbricata Pers.</i>	Cordón de San Juan	-	Nativa
51	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum Griseb.</i>	Guanacaste	-	Nativa
52	Equisetopsida	Myrtales	Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia capuli Hook. &amp; Arn.</i>	Capulín de mayo	-	Nativa
53	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus cotinifolia Kunth</i>	Amate negro	-	Nativa
54	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus crocata Miq.</i>	Chalate	-	Nativa
55	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus insipida Willd.</i>	Higuera blanca	-	Nativa
56	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus obtusifolia Kunth</i>	Amate	-	Nativa
57	Equisetopsida	Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus pertusa L. f.</i>	Amatillo	-	Nativa
58	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Bellota de cuaulote	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
59	Equisetopsida	Laurales	Hernandiaceae	Gyrocarpus	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i> Domin	Carne de perro	-	Nativa
60	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Hamelia	<i>Hamelia xorullensis</i> Kunth	Colorín	-	Endémica/Nativa
61	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Heliocarpus	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> Hochr.	Cicuito	-	Endémica/Nativa
62	Equisetopsida	Lamiales	Acanthaceae	Henrya	<i>Henrya insularis</i> Nees ex Benth.	Hierba del toro	-	Nativa
63	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Inga	<i>Inga laurina</i> Willd.	Sacky sac bean	-	Nativa
64	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Inga	<i>Inga vera</i> Willd.	Aguatope	-	Nativa
65	Equisetopsida	Solanales	Convolvulaceae	Ipomoea	<i>Ipomoea cholulensis</i> Kunth	Campanilla	-	Nativa
66	Equisetopsida	Brassicales	Caricaceae	Jacaratia	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	Bonete	-	Nativa
67	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Jatropha	<i>Jatropha curcas</i> L.	Piñón de tempate	-	Nativa
68	Equisetopsida	Poales	Poaceae	Lasiacis	<i>Lasiacis ruscifolia</i> Hitchc.	Carricillo	-	Nativa
69	Equisetopsida	Lamiales	Verbenaceae	Lippia	<i>Lippia umbellata</i> Cav.	Hierba dulce	-	Nativa
70	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i> Pittier		-	Nativa
71	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Lysiloma	<i>Lysiloma acapulcense</i> Benth.	Tepehuaje	-	Nativa
72	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Machaerium	<i>Machaerium salvadorensis</i> Rudd	Uña de gato	-	Nativa
73	Equisetopsida	Poales	Poaceae	Megathyrsus	<i>Megathyrsus maximus</i> B.K. Simon & S.W.L. Jacobs	Camalote	-	Exotica
74	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Dormilona grande	-	Nativa
75	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa diplotricha</i> C. Wright ex Sauvalle	Rascapetate	-	Nativa
76	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Montanoa	<i>Montanoa bipinnatifida</i> K. Koch	Acahuite	-	Endemica,nativa
77	Equisetopsida	Laurales	Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra hihua</i> Rohwer		-	Nativa
78	Equisetopsida	Sapindales	Sapindaceae	Paullinia	<i>Paullinia clavigera</i> Schltld.	Bejuco	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
79	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Pavonia	<i>Pavonia pleuranthera Fryxell</i>	Pavonia pleuranthera	-	Endemica,nativa
80	Equisetopsida	Caryophyllaes	Petiveria	Petiveria	<i>Petiveria alliacea L.</i>	Carricillo silvestre	-	Nativa
81	Equisetopsida	Piperales	Piperaceae	Piper	<i>Piper abalienatum Trel.</i>		-	Endemica,nativa
82	Equisetopsida	Piperales	Piperaceae	Piper	<i>Piper amalago L.</i>	Cordoncillo hoja	-	Nativa
83	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Piscidia	<i>Piscidia carthagenensis Jacq.</i>	Alejo	-	Nativa
84	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Pithecellobium	<i>Pithecellobium dulce Benth.</i>	Guamúchil	-	Nativa
85	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Platymiscium	<i>Platymiscium lasiocarpum Sandwith</i>	Granadilla	P	Endemica,nativa
86	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax ellipticum Dugand</i>	Coquito	-	Nativa
87	Equisetopsida	Myrtales	Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava L.</i>	Guayaba dulce	-	Nativa
88	Equisetopsida	Myrtales	Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium sartorianum Nied.</i>	Arrayán	-	Nativa
89	Equisetopsida	Fagales	Fagaceae	Quercus	<i>Quercus confertifolia Humb. &amp; Bonpl</i>	Encino blanco	-	Endemica,nativa
90	Equisetopsida	Fagales	Fagaceae	Quercus	<i>Quercus elliptica Née</i>	Encino	-	Nativa
91	Equisetopsida	Fagales	Fagaceae	Quercus	<i>Quercus glaucescens Humb. &amp; Bonpl.</i>	Encino amarillo	-	Endemica,nativa
92	Equisetopsida	Fagales	Fagaceae	Quercus	<i>Quercus magnoliifolia Née</i>	Encino amarillo	-	Endemica,nativa
93	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Randia	<i>Randia aculeata L.</i>	Crucecita	-	Nativa
94	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Randia	<i>Randia armata DC.</i>	Cruceta	-	Nativa
95	Equisetopsida	Lamiales	Plantaginaceae	Russelia	<i>Russelia sarmentosa Jacq.</i>	Flor de mirto rojo silvestre	-	Nativa
96	Equisetopsida	Malpighiales	Salicaceae	Salix	<i>Salix bonplandiana Kunth</i>	Ahuejote	-	Nativa
97	Equisetopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Sapium	<i>Sapium macrocarpum Müll. Arg.</i>	Amatillo	A	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
98	Lycopodiopsida	Selaginellales	Selaginellaceae	Selaginella	<i>Selaginella selvestris</i> Aspl.	Selaginela	-	Nativa
99	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Senna	<i>Senna atomaria</i> H.S. Irwin & Barneby	aña fistola	-	Nativa
100	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Senna	<i>Senna obtusifolia</i> H.S. Irwin & Barneby.	Cafecillo	-	Nativa
101	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Senna	<i>Senna pallida</i> H.S. Irwin & Barneby,	Abejón	-	Nativa
102	Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	Senna	<i>Senna quinquangulata</i> H.S. Irwin & Barneby	Senna quinquangulata	-	Nativa
103	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Sida	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Tlalamate	-	Nativa
104	Equisetopsida	Laurales	Spiarunaceae	Siparuna	<i>Siparuna thecaphora</i> A. DC.	Limoncillo	-	Nativa
105	Equisetopsida	Gentianales	Rubiaceae	Sommerera	<i>Sommerera arborescens</i> Schldl.	Capulín	-	Endemica,nativa
106	Equisetopsida	Sapindales	Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela de huesito	-	Nativa
107	Equisetopsida	Gentianales	Apocynaceae	Stemmadenia.	<i>Stemmadenia tomentosa</i> Greenm.	Vaquita	-	Endemica,nativa
108	Equisetopsida	Ericales	Styracaceae	Styrax argenteus	<i>Styrax argenteus</i> var. <i>Ramirezii</i> Gonsoulin	Aguacatillo	-	Endemica,nativa
109	Equisetopsida	Alismatales	Araceae	Syngonium	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Chapiso	-	Nativa
110	Equisetopsida	Lamiales	Bignoniaceae	Tabebuia	<i>Tabebuia rosea</i> A. DC.	Apamate rosa	-	Nativa
111	Equisetopsida	Sapindales	Sapindaceae	Thouinia	<i>Thouinia serrata</i> Radlk	Thouinia serrata	-	Endemica,nativa
112	Equisetopsida	Sapindales	Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia hirta</i> L.	Acahuite	-	Nativa
113	Equisetopsida	Sapindales	Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia trifolia</i> L	Palo fierro	-	Nativa
114	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Trichospermum	<i>Trichospermum insigne</i> Kosterm.	Yaco de cal	-	Endemica,nativa
115	Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	Triumfetta	<i>Triumfetta lappula</i> L.	Cadillo	-	Nativa
116	Equisetopsida	Rosales	Urticaceae	Urera	<i>Urera pacifica</i> V.W. Steinm		-	Endemica,nativa
117	Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	Verbesina	<i>Verbesina oligantha</i> B.L. Rob		-	Endemica,nativa
118	Equisetopsida	Lamiales	Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex mollis</i> Kunth	Coyotomate	-	Endemica,nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
119	Equisetopsida	Lamiales	Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex pyramidata B.L. Rob.</i>	Canelillo	-	Endemica,nativa
120	Equisetopsida	Cycadales	Zamiaceae	Zamia	<i>Zamia loddigesii Miq.</i>	Camotillo	A	Endemica,nativa
121	Equisetopsida	Sapindales	Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum mollissimum P. Wilson</i>		-	Nativa

Es importante mencionar que durante el muestreo también se observaron 7 especies no maderables, pertenecientes a cuatro ordenes, cuatro familias, siete géneros. Las familias que mayor número de especies agruparon corresponden a Araceae con tres especies.

Tabla IV.19. Listado de especies no maderables observadas durante el muestreo dentro del área del proyecto.

No	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMISMO
1	Alismatales	Araceae	Anthurium	<i>Anthurium halmoorei</i>	Muchacha		Endémica-Nativa
2	Poales	Bromeliaceae	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Aguama		Nativa
3	Asparagales	Orchidaceae	Erycina	<i>Erycina echinata</i>	Erycina		Endémica-Nativa
4	Alismatales	Araceae	Xanthosoma	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Oreja de elefante		Nativa
5	Alismatales	Araceae	Philodendron	<i>Philodendron advena</i>	Philodendron		Nativa
6	Caryophyllales	Cactaceae	Selenicereus	<i>Selenicereus ocamponis</i>	Pitahaya de ocampo		Endémica-Nativa
7	Poales	Bromeliaceae	Tillandsia	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Cola de gallo		Nativa



## IV.2.10. Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC) en el Área del proyecto.

### IV.2.10.1. Índice de Valor de importancia

En este tipo de vegetación se tomó una muestra de 47 sitios de muestreo, información utilizada para obtener los índices de valor de importancia mismos que fueron categorizados en tres estratos vegetales (arbóreo, arbustivo y herbáceo), los resultados indican que dentro de este tipo de vegetación se distribuye un total de 121 especies vegetales, a continuación, se describen los tres estratos vegetales y el valor de importancia de las especies que la conforman.

Fueron registradas 78 especies dentro del estrato arbóreo, las especies que definen al estrato dentro de este tipo de vegetación son la anona morada (*A. purpurea*) con IVI de 31.49 %, seguido del amatillo (*S. macrocarpum*) con un IVI de 28.07 %, posteriormente la bellota de cuaulote (*G. ulmifolia*) con IVI de 23.43 %, el cornizuelo (*A. hindsii*) con un IVI igual a 22.45 % y finalmente el bonete (*J. mexicana*) con un IVI de 16.90 %, siendo así éstas las más representativas del estrato arbóreo, por otro lado el IVI más bajo representado en este estrato pertenece a la guayaba dulce (*P. guajava*) con un valor de 0.33 %.

Por su parte, el estrato arbustivo está conformado por un total de 75 especies, correspondiendo los valores de importancia más altos a las especies hierba del Ángel (*C. collina*) con 32.23 %, la hierba del toro (*H. insularis*) con 30.87 %, el botoncillo (*C. corymbosa*) con 19.90 %, el tlamamate (*S. rhombifolia*) con 19.87 % y *P. abalienatum* con un IVI de 14.23 %. Las especies que obtuvieron los valores de importancia más bajos son el encino amarillo (*Q. magnoliifolia*), el gallito (*D. drakena*) y el cordon de San Juan (*E. imbricata*) cuyos valores de IVI resultaron ser de 0.41%.

Dentro del estrato herbáceo las especies con mayor índice de valor de importancia fueron la hierba del toro (*Henrya insularis*) (112.63 %), el camalote (*M. maximus*) (61.54 %) y el tlamamate (*S. rhombifolia*) con un valor de importancia igual a 19.56 %. Por otra parte, las especies que resultaron con el valor más bajo es el guanacastle (*E. cyclocarpum*) con un IVI de 1.20 % y la especie conocida como achira amarilla (*C. glauca*) con un IVI de 1.19 %.

En la siguiente tabla se muestran los índices de valor de importancia para cada uno de los estratos:

**Tabla IV.20. Índice de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia en el proyecto**

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
Arbóreo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	1.97	2.34	2.08	6.40
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	7.14	7.03	8.29	22.45
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	0.76	0.70	0.42	1.88
	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Ardillo	0.08	0.23	0.06	0.37
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	0.46	0.94	0.77	2.16
	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	0.84	0.94	0.66	2.43
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	11.39	7.73	12.37	31.49
	<i>Aphananthe monoica</i>	Cerezo	0.61	1.17	0.71	2.48
	<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	0.15	0.23	0.14	0.52
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	0.15	0.23	1.18	1.57
	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal santo	0.68	0.70	0.79	2.18
	<i>Bursera excelsa</i>	Árbol del copal santo	0.30	0.70	0.32	1.33
	<i>Bursera grandifolia</i>	Chicopun	0.76	1.64	0.78	3.18
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	2.35	4.22	3.11	9.68
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	0.23	0.70	0.11	1.04
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	0.46	0.47	0.34	1.27
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	1.21	2.11	0.68	4.00
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	2.96	3.28	2.29	8.53
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	0.91	1.41	0.82	3.14
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.30	0.23	0.22	0.76
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Algodoncillo	0.08	0.23	0.03	0.34
	<i>Citrus x limon</i>	Limón	0.15	0.23	0.05	0.43
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	1.21	1.41	0.67	3.29
	<i>Coffea arabica</i>	Cafeto	0.15	0.23	0.07	0.45
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	1.82	1.41	1.06	4.28
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	1.14	0.94	0.56	2.63
	<i>Cupania macrophylla</i>	-	0.30	0.47	0.18	0.95
	<i>Dendropanax arboreus</i>	Zapotillo	0.61	0.94	0.89	2.44
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	0.08	0.23	0.30	0.61
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	0.68	1.87	0.68	3.24
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de mayo	0.23	0.47	0.82	1.52
	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	0.08	0.23	1.76	2.07
	<i>Ficus crocata</i>	Chalate	0.15	0.23	0.11	0.50

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	0.15	0.47	0.25	0.87
	<i>Ficus obtusifolia</i>	Amate	0.08	0.23	1.06	1.37
	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	0.08	0.23	0.63	0.94
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	8.05	7.49	7.88	23.43
	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	Carne de perro	1.06	0.70	0.85	2.61
	<i>Hamelia xorullensis</i>	Colorín	0.61	0.70	0.54	1.85
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	1.06	2.11	0.69	3.86
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	0.30	0.70	0.31	1.32
	<i>Inga vera</i>	Aguatope	0.08	0.23	0.13	0.44
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	6.38	3.75	6.78	16.90
	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón de tempate	3.87	1.64	0.93	6.44
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	2.73	3.28	1.83	7.84
	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	-	0.15	0.23	0.08	0.46
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	1.44	2.58	3.26	7.28
	<i>Montanoa bipinnatifida</i>	Acahuite	4.02	2.11	1.67	7.80
	<i>Nectandra hihua</i>	-	0.38	0.70	0.22	1.30
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	0.15	0.47	0.07	0.69
	<i>Piscidia carthagenensis</i>	Alejo	0.53	0.47	0.78	1.78
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.08	0.23	0.06	0.37
	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Granadilla	0.53	0.23	0.56	1.33
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	0.15	0.47	0.32	0.94
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba dulce	0.08	0.23	0.02	0.33
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	4.56	0.94	4.13	9.62
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	0.08	0.23	0.42	0.73
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	0.38	0.47	0.62	1.46
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	1.97	1.41	3.77	7.15
	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	0.08	0.23	0.03	0.34
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	0.61	0.94	0.56	2.10
	<i>Salix bonplandiana</i>	Ahuejote	0.08	0.23	0.15	0.46
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	9.87	6.79	11.41	28.07
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	0.30	0.94	0.18	1.42
	<i>Siparuna thecaphora</i>	Limoncillo	0.15	0.23	0.05	0.44
	<i>Sommerera arborescens</i>	Capulín	0.08	0.23	0.03	0.34
	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	0.08	0.23	0.03	0.34
	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Vaquita	0.15	0.47	0.04	0.66
	<i>Styrax argenteus var. Ramirezii</i>	Aguacatillo	0.23	0.23	0.23	0.69
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	1.97	3.28	1.35	6.60
	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	0.30	0.47	0.09	0.86
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	1.06	1.64	0.46	3.16

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Trichospermum insigne</i>	Yaco de cal	0.53	0.70	0.43	1.67
	<i>Urera pacifica</i>	-	0.84	0.70	0.50	2.04
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	0.15	0.23	0.07	0.46
	<i>Vitex mollis</i>	Coyotomate	0.38	0.70	0.44	1.52
	<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo	0.15	0.47	0.26	0.88
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	3.64	3.04	2.57	9.26
	<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Arbustivo</b>	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	0.45	0.94	0.12	1.51
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	2.26	5.33	2.46	10.05
	<i>Acalypha setosa</i>	Cola de alacrán	0.90	0.63	0.31	1.85
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	0.18	0.31	0.10	0.59
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	0.45	0.31	0.23	1.00
	<i>Anemia phyllitidis</i>	Helecho rizado	0.09	0.31	0.01	0.42
	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	0.18	0.63	0.49	1.29
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	1.54	2.19	3.70	7.43
	<i>Anthurium hulmoeri</i>	Anthurium	0.09	0.31	0.01	0.42
	<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	0.27	0.63	0.11	1.00
	<i>Barleria micans</i>	Vainilla	1.54	0.63	0.29	2.45
	<i>Bauhinia pauletia</i>	Pata de cabra	0.18	0.63	0.22	1.02
	<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	0.45	0.63	0.12	1.20
	<i>Bromelia karatas</i>	Cardo	0.09	0.31	0.07	0.47
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	0.27	0.63	0.13	1.03
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	0.81	1.25	0.51	2.58
	<i>Calliandra houstoniana</i>	Barba de viejo	0.45	0.94	0.44	1.84
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	1.08	0.63	0.42	2.13
	<i>Cascabela ovata</i>	Torito	0.09	0.31	0.12	0.52
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	6.60	6.58	6.72	19.90
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	0.45	0.94	0.50	1.90
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Algodoncillo	0.09	0.31	0.12	0.52
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	8.68	5.96	17.59	32.23
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	1.08	1.25	1.06	3.40
	<i>Citrus x limon</i>	Limón	0.18	0.31	2.46	2.95
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	0.27	0.94	1.22	2.43
	<i>Coffea arabica</i>	Cafeto	0.18	0.31	2.10	2.59
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	0.72	1.88	0.84	3.45
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	0.63	1.57	0.18	2.38
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	1.81	1.57	1.78	5.16
	<i>Croton draco</i>	Drago	0.18	0.63	0.01	0.81
	<i>Dorstenia drakena</i>	Gallito	0.09	0.31	0.00	0.41

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Dryopteris cinnamomea</i>	Helecho	0.27	0.63	0.02	0.92
	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	0.09	0.31	0.00	0.41
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de mayo	0.27	0.63	0.72	1.62
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	1.81	3.13	5.76	10.70
	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	Carne de perro	0.09	0.31	0.06	0.46
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	0.27	0.63	0.06	0.96
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	17.36	7.52	5.99	30.87
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	0.27	0.94	0.14	1.35
	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón de tempate	2.17	1.57	4.54	8.28
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	2.98	2.82	2.43	8.24
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	2.26	2.19	2.26	6.71
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	0.09	0.31	0.01	0.42
	<i>Machaerium salvadorensense</i>	Uña de gato	0.09	0.31	0.01	0.42
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	0.09	0.31	0.04	0.45
	<i>Montanoa bipinnatifida</i>	Acahuite	1.81	2.51	1.60	5.92
	<i>Paullinia clavigera</i>	Bejuco	1.81	3.76	1.07	6.64
	<i>Pavonia pleuranthera</i>	Pavonia pleuranthera	0.09	0.31	0.08	0.49
	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo silvestre	4.79	0.94	0.64	6.37
	<i>Piper abalienatum</i>	-	2.44	3.13	8.66	14.23
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	3.35	4.08	4.04	11.46
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	0.09	0.31	0.02	0.43
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba dulce	0.18	0.63	0.37	1.18
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	0.27	0.94	0.54	1.75
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	0.09	0.31	0.07	0.48
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	0.09	0.31	0.01	0.41
	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	0.36	0.94	0.16	1.46
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	1.90	2.82	6.93	11.65
	<i>Russelia sarmentosa</i>	Flor de mirto rojo silvestre	0.81	1.57	0.17	2.56
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	0.54	0.94	0.91	2.40
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	0.54	0.94	0.66	2.14
	<i>Senna obtusifolia</i>	Cafecillo	0.90	0.94	0.12	1.96
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	14.38	3.76	1.73	19.87
	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Vaquita	0.54	1.25	1.57	3.37
	<i>Syngonium podophyllum</i>	Chapiso	0.09	0.31	0.01	0.42
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	0.54	0.94	0.14	1.62
	<i>Thouinia serrata</i>	<i>Thouinia serrata Radlk</i>	0.27	0.31	0.55	1.13
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	1.08	1.25	0.25	2.59

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	0.54	1.25	0.63	2.43
	<i>Urera pacifica</i>	-	0.18	0.63	0.51	1.32
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	0.18	0.63	0.37	1.18
	<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo	0.18	0.63	0.19	1.00
	<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	0.09	0.31	0.15	0.56
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	1.36	1.57	1.35	4.28
	<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Herbáceo</b>	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	1.05	2.70	1.13	4.88
	<i>Acalypha setosa</i>	Cola de alacrán	0.52	0.90	0.21	1.63
	<i>Adiantum andicola</i>	Cuamaquiztle	0.26	0.90	0.43	1.60
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	0.79	0.90	0.73	2.41
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	0.26	0.90	0.26	1.42
	<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	1.31	2.70	1.45	5.46
	<i>Canna glauca</i>	Achira amarilla	0.26	0.90	0.03	1.19
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	0.26	0.90	0.72	1.88
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	0.26	0.90	0.30	1.46
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	3.14	2.70	1.05	6.89
	<i>Coffea arabica</i>	Cafeto	0.26	0.90	0.08	1.24
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	0.26	0.90	0.12	1.28
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	0.26	0.90	0.06	1.22
	<i>Cyclanthera dissecta</i>	Chayotillo	0.26	0.90	0.05	1.21
	<i>Cyperus odoratus</i>	Hierba del zopilote	0.52	1.80	0.21	2.53
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	0.26	0.90	0.26	1.42
	<i>Dryopteris cinnamomea</i>	Helecho	1.57	1.80	0.55	3.92
	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	0.26	0.90	0.10	1.27
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	0.26	0.90	0.04	1.20
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	44.50	30.63	37.49	112.63
	<i>Inga vera</i>	Aguatope	0.79	1.80	0.38	2.97
	<i>Ipomoea cholulensis</i>	Campanilla	0.26	0.90	0.06	1.22
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	5.50	9.01	4.98	19.49
	<i>Machaerium salvadorensis</i>	Uña de gato	1.05	1.80	0.57	3.42
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	18.85	9.91	32.79	61.54
	<i>Mimosa diplotricha</i>	Rascapetate	0.79	0.90	0.33	2.01
	<i>Paullinia clavigera</i>	Bejuco	1.83	3.60	1.67	7.10
	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo silvestre	1.05	1.80	0.21	3.06
	<i>Piper abalienatum</i>	-	0.79	1.80	3.22	5.81
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	0.26	0.90	0.14	1.30
	<i>Selaginella silvestris</i>	Selaginela	4.19	0.90	2.51	7.59
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	0.26	0.90	0.14	1.30

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Senna obtusifolia</i>	Cafecillo	0.26	0.90	0.14	1.30
	<i>Senna quinquangulata</i>	Senna quinquangulata	0.26	0.90	0.08	1.24
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	6.54	6.31	6.71	19.56
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	0.26	0.90	0.46	1.62
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	0.26	0.90	0.10	1.27
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	0.26	0.90	0.26	1.42
<b>Total</b>			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Para poder observar de forma más resumida y con mayor claridad la información antes mencionada, en la siguiente tabla y figura (misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación), se muestran las cinco especies de cada uno de los estratos que obtuvieron los más altos valores de importancia. Estas especies son las más predominantes y contribuyen de mayor manera al carácter y estructura del ecosistema en este tipo de vegetación.

Tabla IV.21. Especies con mayor IVI de cada estrato de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia en el proyecto.

Especies	Estrato		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>A. hindsii</i>	22.45		
<i>A. purpurea</i>	31.49		
<i>C. corymbosa</i>		19.9	
<i>C. collina</i>		32.23	
<i>G. ulmifolia</i>	23.43		
<i>H. insularis</i>		30.87	112.63
<i>J. mexicana</i>	16.9		
<i>L. ruscifolia</i>			19.49
<i>M. maximus</i>			61.54
<i>P. abalienatum</i>		14.23	
<i>S. macrocarpum</i>	28.07		
<i>S. silvestris</i>			7.59
<i>S. rhombifolia</i>		19.87	19.56

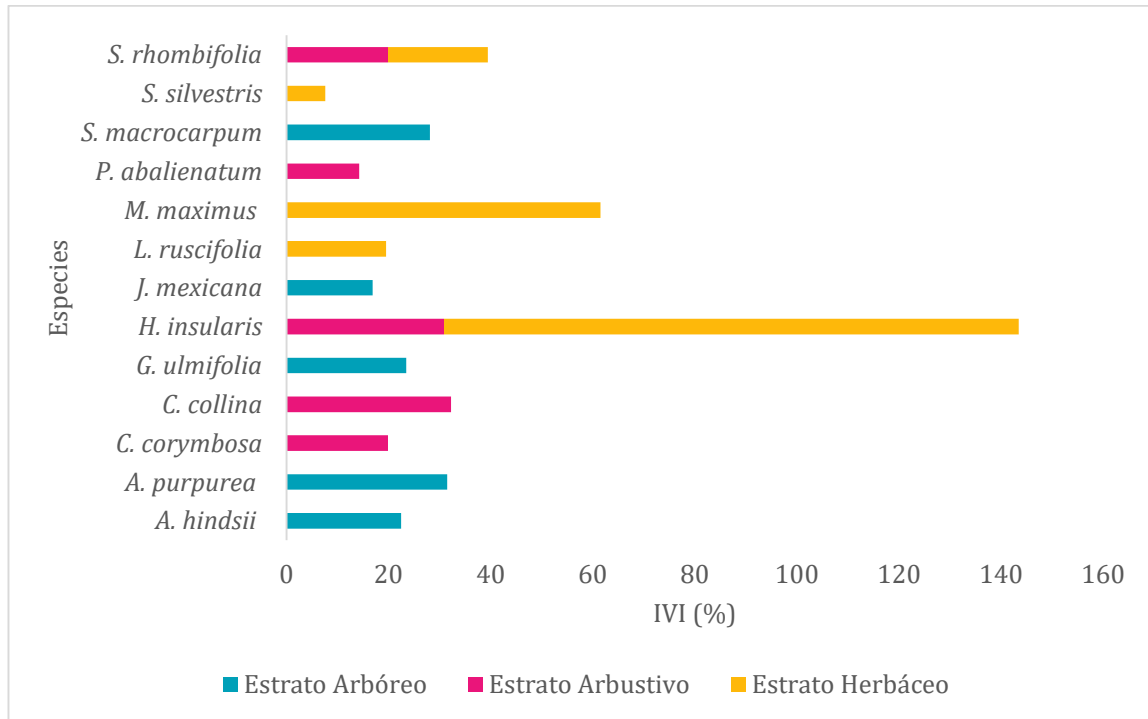


Figura IV.18. Especies con mayor IVI de cada estrato en la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

#### IV.2.10.2. Índices de diversidad

Dentro de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, se estimaron los índices de Margalef, índice de Shannon-Wiener, índice de dominancia de Simpson e índice de diversidad de Simpson. A continuación, se describen cada uno de los valores obtenidos:

El índice de Margalef es una forma sencilla de medir la biodiversidad, pues proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Este índice señala que, si el valor obtenido es menor a 2, se considera de baja diversidad; si es igual o mayor a 2 y menor o igual a 5, se considera de media diversidad; y si es mayor a 5 se considera una zona de alta diversidad (Badii *et al.*, 2007).

En lo que respecta a la diversidad de la VSa/SBC dentro del área del proyecto con los resultados obtenidos mediante el muestreo se pueden observar 78 especies para el estrato arbóreo, 75 en el estrato arbustivo y 38 en el herbáceo. Al realizar los análisis para obtener el índice de Margalef se deduce que la diversidad en este tipo de vegetación es alta ya que presentan valores mayores a 5 (Badii *et al.*, 2007). El estrato arbóreo es el que presenta el índice más alto con 10.86, seguido del estrato arbustivo con un 10.56 y por último el estrato herbáceo con un 6.22.



Los índices de dominancia de Simpson siempre muestran valores que van de 0 a 1, los valores que se acercan a la unidad explican la dominancia de una especie sobre las demás, (Campo y Duval, 2014). Respecto al índice de dominancia de Simpson de la VSa/SBC en el área del proyecto se obtuvieron valores que oscilan entre 0.05 y 0.25, lo cual indica que se trata de un ecosistema donde las especies se encuentran igualmente representadas. Por su parte, la inversa del índice de Simpson representa la diversidad, encontrando que el estrato arbóreo es el más diverso con un valor de 0.95, seguido del estrato arbustivo con 0.93 y por último el estrato herbáceo con un valor de 0.75 (Campos y Duval, 2014).

De acuerdo con los datos obtenidos a través del índice de Shannon-Wiener, los tres estratos presentan una diversidad media ya que se encuentran dentro del rango de 2.11 a 3.46 (Graciano-Ávila *et al.*, 2017), siendo el estrato arbóreo el que se encuentra con una mayor riqueza y abundancia de especies.

El índice de equidad posee valores que pueden variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001). Para la VSa/SBC en el área del proyecto se obtuvo en el estrato arbóreo un valor de 0.79, seguido de arbustivo con 0.76 y por último el estrato herbáceo con un valor de 0.58 existiendo una tendencia hacia la dominancia igualitaria de las especies registradas. Por otra parte, se alcanzaron valores superiores al 58 %, respecto a su H'max en los tres estratos.

A continuación, se muestra la tabla con los índices antes mencionados:

**Tabla IV.22 Índices de diversidad para la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva baja Caducifolia en el área del proyecto**

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i = n_i/N$	$\ln(P_i)$	$P_i \cdot \ln(P_i)$
Arbóreo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	11.06	0.02	-3.93	-0.08
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	40.00	0.07	-2.64	-0.19
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	4.26	0.01	-4.88	-0.04
	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Ardillo	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	2.55	0.00	-5.39	-0.02
	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	4.68	0.01	-4.79	-0.04
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	63.83	0.11	-2.17	-0.25
	<i>Aphananthe monoica</i>	Cerezo	3.40	0.01	-5.10	-0.03

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i = n_i/N$	$\ln(P_i)$	$P_i \cdot \ln(P_i)$
	<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal santo	3.83	0.01	-4.99	-0.03
	<i>Bursera excelsa</i>	Árbol del copal santo	1.70	0.00	-5.80	-0.02
	<i>Bursera grandifolia</i>	Chicopun	4.26	0.01	-4.88	-0.04
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	13.19	0.02	-3.75	-0.09
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	1.28	0.00	-6.08	-0.01
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	2.55	0.00	-5.39	-0.02
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	6.81	0.01	-4.41	-0.05
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	16.60	0.03	-3.52	-0.10
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	5.11	0.01	-4.70	-0.04
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	1.70	0.00	-5.80	-0.02
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Algodoncillo	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Citrus x limon</i>	Limón	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	6.81	0.01	-4.41	-0.05
	<i>Coffea arabica</i>	Cafeto	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	10.21	0.02	-4.01	-0.07
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	6.38	0.01	-4.48	-0.05
	<i>Cupania macrophylla</i>	-	1.70	0.00	-5.80	-0.02
	<i>Dendropanax arboreus</i>	Zapotillo	3.40	0.01	-5.10	-0.03
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	3.83	0.01	-4.99	-0.03
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de mayo	1.28	0.00	-6.08	-0.01
	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Ficus crocata</i>	Chalate	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Ficus obtusifolia</i>	Amate	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuautote	45.11	0.08	-2.52	-0.20
	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	Carne de perro	5.96	0.01	-4.54	-0.05
	<i>Hamelia xorullensis</i>	Colorín	3.40	0.01	-5.10	-0.03
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	5.96	0.01	-4.54	-0.05
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	1.70	0.00	-5.80	-0.02
	<i>Inga vera</i>	Aguatepe	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	35.74	0.06	-2.75	-0.18
	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón de tempate	21.70	0.04	-3.25	-0.13
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	15.32	0.03	-3.60	-0.10
	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	-	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	8.09	0.01	-4.24	-0.06

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=n_i/N$	$\ln(P_i)$	$P_i \cdot \ln(P_i)$
	<i>Montanoa bipinnatifida</i>	Acahuite	22.55	0.04	-3.21	-0.13
	<i>Nectandra hihua</i>	-	2.13	0.00	-5.57	-0.02
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Piscidia carthagenensis</i>	Alejo	2.98	0.01	-5.24	-0.03
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Granadilla	2.98	0.01	-5.24	-0.03
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba dulce	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	25.53	0.05	-3.09	-0.14
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	2.13	0.00	-5.57	-0.02
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	11.06	0.02	-3.93	-0.08
	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	3.40	0.01	-5.10	-0.03
	<i>Salix bonplandiana</i>	Ahuejote	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	55.32	0.10	-2.32	-0.23
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	1.70	0.00	-5.80	-0.02
	<i>Siparuna thecaphora</i>	Limoncillo	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Sommerera arborescens</i>	Capulín	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	0.43	0.00	-7.18	-0.01
	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Vaquita	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Styrax argenteus var. Ramirezii</i>	Aguacatillo	1.28	0.00	-6.08	-0.01
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	11.06	0.02	-3.93	-0.08
	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	1.70	0.00	-5.80	-0.02
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	5.96	0.01	-4.54	-0.05
	<i>Trichospermum insigne</i>	Yaco de cal	2.98	0.01	-5.24	-0.03
	<i>Urera pacifica</i>	-	4.68	0.01	-4.79	-0.04
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Vitex mollis</i>	Coyotomate	2.13	0.00	-5.57	-0.02
	<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo	0.85	0.00	-6.49	-0.01
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	20.43	0.04	-3.31	-0.12
	<b>Total</b>		560.43	1.00	-418.68	-3.46
			<b>Mf</b>	10.86	<b>Riqueza</b>	78.00
			<b>D</b>	0.05	<b>H calculada</b>	3.46
			<b>1-D</b>	0.95	<b>H max=LnS</b>	4.36
			<b>Equidad =H/Hmax</b>			0.79
<b>Arbustivo</b>	<i>Acacia cochliacantha</i>	Espino blanco	21.28	0.00	-5.40	-0.02
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	106.38	0.02	-3.79	-0.09

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i = n_i/N$	$\ln(P_i)$	$P_i \cdot \ln(P_i)$
	<i>Acalypha setosa</i>	Cola de alacrán	42.55	0.01	-4.71	-0.04
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	21.28	0.00	-5.40	-0.02
	<i>Anemia phyllitidis</i>	Helecho rizado	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	72.34	0.02	-4.18	-0.06
	<i>Anthurium hulmoeri</i>	Anthurium	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	12.77	0.00	-5.91	-0.02
	<i>Barleria micans</i>	Vainilla	72.34	0.02	-4.18	-0.06
	<i>Bauhinia pauletia</i>	Pata de cabra	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	21.28	0.00	-5.40	-0.02
	<i>Bromelia karatas</i>	Cardo	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	12.77	0.00	-5.91	-0.02
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	38.30	0.01	-4.81	-0.04
	<i>Calliandra houstoniana</i>	Barba de viejo	21.28	0.00	-5.40	-0.02
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	51.06	0.01	-4.52	-0.05
	<i>Cascabela ovata</i>	Torito	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	310.64	0.07	-2.72	-0.18
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	21.28	0.00	-5.40	-0.02
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Algodoncillo	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	408.51	0.09	-2.44	-0.21
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	51.06	0.01	-4.52	-0.05
	<i>Citrus x limon</i>	Limón	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	12.77	0.00	-5.91	-0.02
	<i>Coffea arabica</i>	Cafeto	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	34.04	0.01	-4.93	-0.04
	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo	29.79	0.01	-5.06	-0.03
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	85.11	0.02	-4.01	-0.07
	<i>Croton draco</i>	Drago	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Dorstenia drakena</i>	Gallito	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Dryopteris cinnamomea</i>	Helecho	12.77	0.00	-5.91	-0.02
	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de mayo	12.77	0.00	-5.91	-0.02
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuautote	85.11	0.02	-4.01	-0.07
	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	Carne de perro	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	12.77	0.00	-5.91	-0.02
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	817.02	0.17	-1.75	-0.30
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	12.77	0.00	-5.91	-0.02
	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón de tempate	102.13	0.02	-3.83	-0.08

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=n_i/N$	$\ln(P_i)$	$P_i \cdot \ln(P_i)$
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	140.43	0.03	-3.51	-0.10
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	106.38	0.02	-3.79	-0.09
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepehuaje	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Machaerium salvadorensis</i>	Uña de gato	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Montanoa bipinnatifida</i>	Acahuite	85.11	0.02	-4.01	-0.07
	<i>Paullinia clavigera</i>	Bejuco	85.11	0.02	-4.01	-0.07
	<i>Pavonia pleuranthera</i>	Pavonia pleuranthera	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo silvestre	225.53	0.05	-3.04	-0.15
	<i>Piper abalienatum</i>	-	114.89	0.02	-3.71	-0.09
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	157.45	0.03	-3.40	-0.11
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba dulce	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	12.77	0.00	-5.91	-0.02
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	17.02	0.00	-5.62	-0.02
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	89.36	0.02	-3.96	-0.08
	<i>Russelia sarmentosa</i>	Flor de mirto rojo silvestre	38.30	0.01	-4.81	-0.04
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	25.53	0.01	-5.22	-0.03
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	25.53	0.01	-5.22	-0.03
	<i>Senna obtusifolia</i>	Cafecillo	42.55	0.01	-4.71	-0.04
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	676.60	0.14	-1.94	-0.28
	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Vaquita	25.53	0.01	-5.22	-0.03
	<i>Syngonium podophyllum</i>	Chapiso	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	25.53	0.01	-5.22	-0.03
	<i>Thouinia serrata</i>	<i>Thouinia serrata Radlk</i>	12.77	0.00	-5.91	-0.02
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	51.06	0.01	-4.52	-0.05
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	25.53	0.01	-5.22	-0.03
	<i>Urera pacifica</i>	-	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo	8.51	0.00	-6.32	-0.01
	<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	4.26	0.00	-7.01	-0.01
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	63.83	0.01	-4.30	-0.06
	<b>Total</b>		4706.38	1.00	-403.37	-3.26
			<b>Mf</b>	10.56	<b>Riqueza</b>	75.00
			<b>D</b>	0.07	<b>H calculada</b>	3.26

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	$P_i \cdot \ln(P_i)$
			<b>1-D</b>	0.93	<b>H</b>	4.32
				<b>H max=LnS</b>		
				<b>Equidad =H/Hmax</b>		0.76
<b>Herbáceo</b>	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	851.06	0.01	-4.56	-0.05
	<i>Acalypha setosa</i>	Cola de alacrán	425.53	0.01	-5.25	-0.03
	<i>Adiantum andicola</i>	Cuamaquiztle	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	638.30	0.01	-4.85	-0.04
	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	1063.83	0.01	-4.34	-0.06
	<i>Canna glauca</i>	Achira amarilla	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	2553.19	0.03	-3.46	-0.11
	<i>Coffea arabica</i>	Cafeto	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Cyclanthera dissecta</i>	Chayotillo	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Cyperus odoratus</i>	Hierba del zopilote	425.53	0.01	-5.25	-0.03
	<i>Diphysa americana</i>	Flor de gatillo	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Dryopteris cinnamomea</i>	Helecho	1276.60	0.02	-4.15	-0.07
	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	36170.21	0.45	-0.81	-0.36
	<i>Inga vera</i>	Aguatope	638.30	0.01	-4.85	-0.04
	<i>Ipomoea cholulensis</i>	Campanilla	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	4468.09	0.05	-2.90	-0.16
	<i>Machaerium salvadorensis</i>	Uña de gato	851.06	0.01	-4.56	-0.05
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	15319.15	0.19	-1.67	-0.31
	<i>Mimosa diplotricha</i>	Rascapetate	638.30	0.01	-4.85	-0.04
	<i>Paullinia clavigera</i>	Bejuco	1489.36	0.02	-4.00	-0.07
	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo silvestre	851.06	0.01	-4.56	-0.05
	<i>Piper abalienatum</i>	-	638.30	0.01	-4.85	-0.04
	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Selaginella silvestris</i>	Selaginela	3404.26	0.04	-3.17	-0.13
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	212.77	0.00	-5.95	-0.02
<i>Senna obtusifolia</i>	Cafecillo	212.77	0.00	-5.95	-0.02	
<i>Senna quinquangulata</i>	Senna quinquangulata	212.77	0.00	-5.95	-0.02	
<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	5319.15	0.07	-2.73	-0.18	
<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	212.77	0.00	-5.95	-0.02	

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=n_i/N$	$\ln(P_i)$	$P_i \cdot \ln(P_i)$
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<i>Zanthoxylum mollissimum</i>	-	212.77	0.00	-5.95	-0.02
	<b>Total</b>		81276.60	1.00	-189.71	-2.11
			<b>Mf</b>	6.22	<b>Riqueza</b>	38.00
			<b>D</b>	0.25	<b>H calculada</b>	2.11
			<b>1-D</b>	0.75	<b>H max=LnS</b>	3.64
				<b>Equidad =H/Hmax</b>		0.58

#### IV.2.11. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ) en el área del proyecto

##### IV.2.11.1. Índice de Valor de importancia

Dentro del área de proyecto se observó Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino, vegetación que puede formar masas puras, pero es más frecuentemente que la dominancia se reparta entre varias especies del mismo género y a menudo admiten la compañía de pinos, así como de otras especies (Lewington, 1993). Dentro de este tipo de vegetación, en 8 sitios de muestreo se encontraron 18 especies en el estrato arbóreo, 19 en el arbustivo y cuatro en el herbáceo.

Los valores de índices de valor de importancia para los estratos son los siguientes:

En lo que respecta al estrato arbóreo, se registraron 18 especies, de las cuales la que presenta el IVI más elevado es *Q. magnoliifolia* (encino amarillo) con un valor de 151.47 %, le sigue con importante valor la especie *T. rosea* (apamate rosa) (23.67 %) y *B. crassifolia* (nananche) (20.16 %). Finalmente, las especies que se registraron con menor IVI son *S. macrocarpum* (amatillo) y *A. hindsii* (cornizuelo) con 3.76 % y 3.71 %, respectivamente.

El estrato arbustivo está compuesto por 19 especies, uno por encima del estrato arbóreo, la especie más representativa y con más alto IVI es *C. collina* (hierba de ángel) con 70.94 %, en segundo lugar de importancia se encuentran las especies *C. corymbosa* (botoncillo) y *Q.*

*magnoliifolia* (encino amarillo) ambas con 42.22 % de IVI cada una; finalmente, en tercer lugar, se encuentra la especie *C. xalapensis* (capulín) con un IVI de 20.27 %. Las especies con menor IVI en este estrato corresponden a *B. crassifolia* (nananche) (5.74 %) y *S. pallida* (abejón) (5.45 %).

Por su parte, el estrato herbáceo está integrado por solo 4 especies, siendo *M. maximus* (camalote) (152.69 %) la especie con mayor valor de importancia, le sigue en importancia la especie *H. insulares* (hierba del toro) con un valor de 61.20 % y *C. odorata* (albahaquilla) con un valor de 56.06 %, por lo tanto, la especie *C. xalapensis* (capulín) resultó ser la menos representativa del estrato herbáceo de la VSa/BQ con un valor de importancia de 30.05 %.

A continuación, se muestran los valores de IVI mencionados anteriormente (ver siguiente tabla).

Tabla IV.23 Índice de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino en el proyecto.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
Arbóreo	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	0.49	3.13	0.09	3.71
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	2.96	6.25	2.36	11.57
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	3.94	12.50	3.72	20.16
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	0.99	3.13	0.79	4.90
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	1.48	3.13	1.10	5.70
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	6.90	6.25	5.42	18.57
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	1.97	6.25	2.16	10.38
	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	0.49	3.13	1.09	4.71
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	0.99	3.13	0.89	5.00
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	0.99	3.13	5.54	9.65
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	0.49	3.13	0.37	3.99
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	2.46	3.13	1.41	7.00
	<i>Quercus glaucescens</i>	Encino amarillo	2.96	3.13	1.67	7.75
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	63.05	21.88	66.55	151.47
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	0.49	3.13	0.37	3.99
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	0.49	3.13	0.14	3.76
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	0.49	3.13	0.43	4.04
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	8.37	9.38	5.92	23.67
		<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
Arbustivo	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	3.19	3.23	0.46	6.88
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	1.06	3.23	4.62	8.91
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	2.13	3.23	1.83	7.18
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	2.13	3.23	0.39	5.74



Estrato	Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	2.13	6.45	3.50	12.08
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	9.57	3.23	29.42	42.22
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	29.79	12.90	28.25	70.94
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	2.13	3.23	0.58	5.93
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	7.45	6.45	6.38	20.27
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	2.13	3.23	0.65	6.01
	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	1.06	3.23	1.74	6.03
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	13.83	12.90	15.48	42.22
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	2.13	3.23	0.89	6.24
	<i>Senna pallida</i>	Abejón	2.13	3.23	0.10	5.45
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	4.26	6.45	3.37	14.08
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	2.13	6.45	0.30	8.88
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	4.26	3.23	0.96	8.44
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	6.38	9.68	0.61	16.67
	<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	2.13	3.23	0.48	5.84
	<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Herbáceo</b>	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	20.00	25.00	11.06	56.06
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	4.00	25.00	1.05	30.05
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	24.00	25.00	12.20	61.20
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	52.00	25.00	75.69	152.69
	<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Con la finalidad de una mejor visualización de los resultados obtenidos, en la siguiente tabla y figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se muestra el listado de las cinco especies (a excepción del herbáceo donde únicamente existen tres especies) que presentan los valores de importancia más elevados para cada uno de los estratos.

**Tabla IV.24** Especies con mayor valor de importancia en la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino en el proyecto.

Especies	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>B. simaruba</i>	11.57		
<i>B. crassifolia</i>	20.16		
<i>C. corymbosa</i>		42.22	
<i>C. collina</i>		70.94	
<i>C. odorata</i>			56.06
<i>C. vitifolium</i>	18.57		

Especies	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>C. xalapensis</i>		20.27	30.05
<i>H. insularis</i>			61.20
<i>M. maximus</i>			152.69
<i>Q. magnoliifolia</i>	151.47	42.22	
<i>T. rosea</i>	23.67		
<i>V. oligantha</i>		16.67	

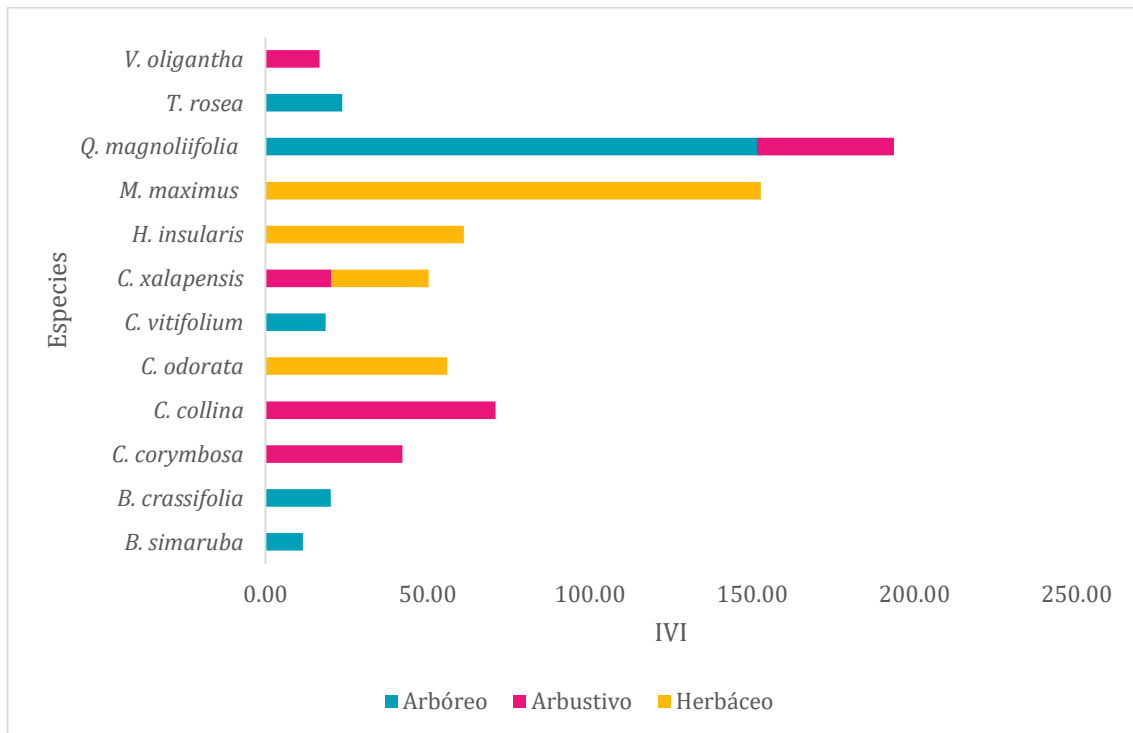


Figura IV.19 Especies con mayor valor de importancia en la VSa/BQ en el proyecto.

#### IV.2.11.2. Índices de diversidad

Por otro lado, se llevó a cabo la estimación de los índices de diversidad de Margalef, índice de Shannon-Wiener, índice de dominancia de Simpson, índice de diversidad de Simpson y Equidad de Pielou. A continuación, se describen cada uno de los valores obtenidos:

De acuerdo con los datos obtenidos en el muestreo el **estrato con mayor riqueza** corresponde al **arbustivo** con 19 especies, seguido del estrato arbóreo con 18 especies y finalmente el estrato herbáceo con 4 especies.

En lo que respecta al índice de Margalef para la VSa/BQ en el área del proyecto se obtuvieron dos clasificaciones, la primera clasificación corresponde al estrato herbáceo como de baja diversidad ya que obtuvo un valor de índice de 0.93; por otra parte, el estrato arbóreo y arbustivo obtuvieron un índice de 3.20 y 3.96 respectivamente, por lo que al encontrarse en el intervalo de 2 a 5, se consideran comunidades con diversidad media (Campos y Duval, 2014).

Por su parte el índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que únicamente el estrato arbustivo presenta una diversidad media al tener un valor de 2.44, los estratos arbóreo y herbáceo presentaron valores de este índice de 1.54 y 1.13 respectivamente, mismos que corresponden a ecosistemas de baja diversidad (Graciano-Ávila *et al.*, 2017).

Al realizar el cálculo del índice de dominancia de Simpson, se encontró que los valores para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo corresponden a 0.41, 0.14 y 0.37 respectivamente, los valores muestran que en los estratos de VSa/BQ en el área del proyecto se inclinan más hacia el 0, lo cual nos indica que la población de la vegetación es heterogénea (Campos y Duval, 2014).

El índice de diversidad de Simpson (1-D) dio como resultado un valor de 0.59 en el estrato arbóreo, indicándonos que se encuentra en un punto de diversidad media, el cual como se mencionó anteriormente se debe a la frecuencia con que se encontró a *Q. magnoliifolia* (encino amarillo). En el estrato arbustivo el valor obtenido fue de 0.86, el cual nos indica una diversidad alta. Mientras que en el estrato herbáceo el valor fue de 0.63, indicándonos que es ligeramente heterogéneo, con una diversidad media (Campo y Duval, 2014).

A continuación, se muestra la tabla con los índices antes descritos:

**Tabla IV.25 Índices de diversidad para la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino en el proyecto.**

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)
Arbóreo	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	2.50	0.00	-5.31	-0.03
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	15.00	0.03	-3.52	-0.10
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	20.00	0.04	-3.23	-0.13
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	5.00	0.01	-4.62	-0.05
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	7.50	0.01	-4.21	-0.06
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	35.00	0.07	-2.67	-0.18

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)	
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	10.00	0.02	-3.93	-0.08	
	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	2.50	0.00	-5.31	-0.03	
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	5.00	0.01	-4.62	-0.05	
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	5.00	0.01	-4.62	-0.05	
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	2.50	0.00	-5.31	-0.03	
	<i>Quercus elliptica</i>	Encino	12.50	0.02	-3.70	-0.09	
	<i>Quercus glaucescens</i>	Encino amarillo	15.00	0.03	-3.52	-0.10	
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	320.00	0.63	-0.46	-0.29	
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	2.50	0.00	-5.31	-0.03	
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	2.50	0.00	-5.31	-0.03	
	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	2.50	0.00	-5.31	-0.03	
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	42.50	0.08	-2.48	-0.21	
	<b>Total</b>			507.50	1.00	-73.48	-1.54
				<b>Mf</b>	3.20	<b>Riqueza</b>	18.00
				<b>D</b>	0.41	<b>H calculada</b>	1.54
			<b>1-D</b>	0.59	<b>H max=LnS</b>	2.89	
			<b>Equidad =H/Hmax</b>		0.53		
<b>Arbustivo</b>	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	75.00	0.03	-3.44	-0.11	
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul	25.00	0.01	-4.54	-0.05	
	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	50.00	0.02	-3.85	-0.08	
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	50.00	0.02	-3.85	-0.08	
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	50.00	0.02	-3.85	-0.08	
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	225.00	0.10	-2.35	-0.22	
	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	700.00	0.30	-1.21	-0.36	
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	50.00	0.02	-3.85	-0.08	
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	175.00	0.07	-2.60	-0.19	
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	50.00	0.02	-3.85	-0.08	
	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	25.00	0.01	-4.54	-0.05	
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	325.00	0.14	-1.98	-0.27	
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	50.00	0.02	-3.85	-0.08	
	<i>Senna pallida</i>	Abejón	50.00	0.02	-3.85	-0.08	
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	100.00	0.04	-3.16	-0.13	
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	50.00	0.02	-3.85	-0.08	
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	100.00	0.04	-3.16	-0.13	
	<i>Verbesina oligantha</i>	-	150.00	0.06	-2.75	-0.18	
	<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	50.00	0.02	-3.85	-0.08	
	<b>Total</b>			2350.00	1.00	-64.38	-2.44
			<b>Mf</b>	3.96	<b>Riqueza</b>	19.00	

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i = n_i/N$	$\ln(P_i)$	$P_i * \ln(P_i)$	
			<b>D</b>	0.14	<b>H calculada</b>	2.44	
			<b>1-D</b>	0.86	<b>H max=LnS</b>	2.94	
				<b>Equidad =H/Hmax</b>		0.81	
<b>Herbáceo</b>	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	6250.00	0.20	-1.61	-0.32	
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	1250.00	0.04	-3.22	-0.13	
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	7500.00	0.24	-1.43	-0.34	
	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	16250.00	0.52	-0.65	-0.34	
	<b>Total</b>		31250.00	1.00	-6.91	-1.13	
				<b>Mf</b>	0.93	<b>Riqueza</b>	4.00
				<b>D</b>	0.37	<b>H calculada</b>	1.13
			<b>1-D</b>	0.63	<b>H max=LnS</b>	1.39	
				<b>Equidad =H/Hmax</b>		0.82	

## IV.2.12. Comparación de la comunidad florística del área del proyecto y del Sistema Ambiental Regional

### IV.2.12.1. Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia

#### a) Índice de Valor de importancia

En relación al valor ecológico de las especies del **estrato arbóreo**, la especie que presenta el más alto porcentaje de importancia en ambas comunidades es la anona morada (*A. purpurea*) con 31.49 % en proyecto y un 24.28 % en SAR, le sigue la especie conocida como amatillo (*S. macrocarpum*) con 28.07 % de importancia en el área del proyecto y ocupa un tercer lugar en SAR con 16.14 % de importancia, además, la tercera especie con mayor representatividad en proyecto es la bellota de cualote (*G. ulmifolia*) con 23.43 % y esta misma especie se encuentra como la segunda más representativa en el SAR con 20.45 %. Lo anterior indica una **similitud en la composición y estructura de las especies de ambas áreas**.

En el **estrato arbustivo**, las especies que definen la estructura en el proyecto son la hierba de ángel (*C. collina*) con 32.23 %, le sigue la hierba de toro (*H. insularis*) con 30.87 % y el botoncillo (*C. corymbosa*) con 19.90 %, ésta última especie comparte el segundo lugar en cuestión de importancia en el índice dentro del área del SAR con 22.39 %. Hablando de la especie que más porcentaje obtuvo en el SAR fue el carricillo (*L. ruscifolia*) (25.47 %) y la tercera especie fue el

palo fierro (*T. trifolia*) con 22.34 %. Cabe mencionar, que **todas las especies observadas dentro del área del proyecto fueron encontradas también dentro del SAR, lo cual es indicativo de que existe una similitud en la composición del estrato arbustivo entre ambas áreas.**

Finalmente, dentro del **estrato herbáceo**, la especie con mayor valor ecológico y que comparten ambas áreas es la hierba del toro (*H. insularis*) con 112.63 % en el proyecto mientras que en el SAR se registró un 40.81 %, la especie que le precede es la conocida como camalote (*M. maximus*) con 61.54 % y una tercera especie que es el talamate (*S. rhombifolia*) con 19.56 % para proyecto. Hablando del área del SAR se encuentra el carricillo (*L. ruscifolia*) (31.39%) como la segunda especie más representativa y la selaginela (*S. silvestris*) con 26.21 % como la tercera especie representativa de este tipo de ecosistema.

En la tabla siguiente, se pueden apreciar las cinco especies con los valores más altos y más bajos de IVI descritos anteriormente:

Tabla IV.26 Comparación de Índices de Valor de Importancia en la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia en el SAR y área del proyecto.

Estrato	Sistema Ambiental Regional			Área del proyecto		
	Nombre científico	Nombre común	Índice de valor de Importancia (IVI)	Nombre científico	Nombre común	Índice de valor de Importancia (IVI)
Arbóreo	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	24.28	<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	31.49
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	20.45	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	28.07
	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	16.14	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuaulote	23.43
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	13.26	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	22.45
	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	11.26	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	16.90
	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastillo	0.24	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	0.34
	<i>Bauhinia pauletia</i>	Pata de cabra	0.24	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Algodoncillo	0.34
	<i>Piper abalienatum</i>	-	0.23	<i>Sommerera arborescens</i>	Capulín	0.34
	<i>Cascabela ovata</i>	Torito	0.23	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	0.34
	<i>Citrus x limon</i>	Limón	0.23	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba dulce	0.33
Arbustivo	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	25.47	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	32.23
	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	22.39	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	30.87
	<i>Trichilia trifolia</i>	Palo fierro	22.34	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	19.90
	<i>Randia armata</i>	Cruceta	12.24	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	19.87
	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo silvestre	9.70	<i>Piper abalienatum</i>	-	14.23
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	0.35	<i>Syngonium podophyllum</i>	Chapiso	0.42
	<i>Baccharis salicifolia</i>	Azumiate	0.35	<i>Anthurium hulmoeri</i>	Anthurium	0.42
	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de mayo	0.34	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	0.41
	<i>Morisonia americana</i>	Árbol del diablo	0.34	<i>Dorstenia drakena</i>	Gallito	0.41
	<i>Opuntia karwinskiana</i>	Nopal	0.34	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	0.41
Herbáceo	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	40.81	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	112.63
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	31.39	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	61.54
	<i>Selaginella silvestris</i>	Selaginela	26.21	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	19.56
	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordón de San Juan	22.56	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	19.49

Estrato	Sistema Ambiental Regional			Área del proyecto		
	Nombre científico	Nombre común	Índice de valor de Importancia (IVI)	Nombre científico	Nombre común	Índice de valor de Importancia (IVI)
	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Escobillo	18.69	<i>Selaginella silvestris</i>	Selaginela	7.59
	<i>Andira inermis</i>	Maquilla	0.84	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	1.22
	<i>Cupania macrophylla</i>	-	0.84	<i>Ipomoea cholulensis</i>	Campanilla	1.22
	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	0.81	<i>Cyclanthera dissecta</i>	Chayotillo	1.21
	<i>Acalypha setosa</i>	Cola de alacrán	0.81	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	1.20
	<i>Piper abalienatum</i>	-	0.81	<i>Canna glauca</i>	Achira amarilla	1.19



## b) Índices de diversidad

Derivado de los análisis de diversidad se puede concluir que ambas áreas (área de proyecto y SAR) presentaron una gran similitud en cuanto a la riqueza y dominancia, pero el área que presentó una mayor abundancia de especies es el SAR, el cual cuenta con un total de 192 especies repartidas en los tres estratos, en el estrato arbóreo cuenta con 108 especies, en el arbustivo con 125 especies y por último en el estrato herbáceo cuenta con 62 especies.

Al realizar el análisis del índice de Shannon-Wiener, se obtuvieron índices que demuestran que el área del proyecto cuenta con una diversidad clasificada como media ya que sus índices oscilan entre 2.11 y 3.46; sin embargo, el SAR se encuentra clasificada con diversidad de media a alta al contar con índices entre 3.11 y 3.83, siendo los estratos arbóreo y arbustivo los que presentan la diversidad alta (Graciano-Ávila *et al.*, 2017).

Lo antes mencionado es apoyado por el índice de Margalef, el cual indica que los índices obtenidos para los tres estratos de ambas comunidades se consideran como zonas de alta diversidad, siendo el SAR el que cuenta con índices más altos a diferencia del área del proyecto, por ejemplo, con un 9.70 en el estrato herbáceo, 14.15 para el estrato arbóreo y por último el arbustivo con 17.52 que a diferencia de su estrato homólogo del área del proyecto donde la diversidad fue de 10.56 (Badii *et al.*, 2007).

En lo que respecta a la dominancia de Simpson se obtuvieron valores cercanos a 0 en el área del proyecto, los valores oscilan entre 0.05 y 0.25, mientras que en el SAR los valores oscilan entre 0.03 y 0.08, lo cual nos da a entender que ambas áreas son ecosistemas donde la mayoría de las especies están igualmente representadas, lo cual nos indica que no existe dominancia por una especie, sobre todo en el SAR que es el área en el que se obtuvieron valores muy cercanos a 0, lo anterior es reforzado por el índice de equidad donde se obtuvieron valores  $>0.75$ , es decir cercanos a la unidad (1), lo cual muestra que las especies tienden a ser igualmente abundantes tanto en el SAR como en el área del proyecto (Badii *et al.*, 2007).

En la tabla que se muestra a continuación, se plasman de manera más simplificada los valores obtenidos de los índices de diversidad:

Tabla IV.27 Comparación de los índices de diversidad en la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

Ubicación	Estrato	Riqueza	Shannon-Wiener (H)	Simpson (D)	Diversidad de Simpson (1-D)	Margalef (Mf)	Equitatividad (E)	H'max
SAR	Arbóreo	108	3.83	0.03	0.97	14.15	0.82	4.68
Área proyecto	Arbóreo	78	3.46	0.05	0.95	10.86	0.79	4.36
SAR	Arbustivo	125	3.98	0.04	0.96	17.52	0.82	4.83
Área proyecto	Arbustivo	75	3.26	0.07	0.93	10.56	0.76	4.32
SAR	Herbáceo	62	3.11	0.08	0.92	9.70	0.75	4.13
Área proyecto	Herbáceo	38	2.11	0.25	0.75	6.22	0.58	3.64

#### IV.2.12.2. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino

##### a) Índice de Valor de importancia

En el estrato arbóreo la especie *Q. magnoliifolia* (encino amarillo) tuvo como resultado el valor del IVI más alto, tanto para el área del proyecto como del SAR, con valores de 151.47 % y 117.38 %, respectivamente. Así mismo *Q. glaucescens* (encino amarillo) se encuentra dentro de las cinco especies con un valor alto de importancia, tanto en el SAR como en el área del proyecto, tomando un valor superior en el SAR (24.36 %).

En lo que respecta al estrato arbustivo, las especies *V. oligantha*, *C. xalapensis* (capulín) y *Q. magnoliifolia* (encino amarillo) se encuentran dentro de las cinco especies con mayor valor de IVI tanto en el área del proyecto como en SAR. Así mismo la especie *C. odorata* (hierba de ángel) esta reportada como una de las cinco especies con mayor IVI en el SAR, mientras que en el área del proyecto se encuentra dentro de las cinco especies con menor IVI.

Respecto al estrato herbáceo se registraron únicamente cuatro especies para el área del proyecto, mientras que en el área del SAR se registraron 11. De las especies que coinciden con mayor valor del IVI se encuentra *M. maximus* (camalote), el cual tiene un valor superior en el área del proyecto (152.69 %), mientras que en el SAR tomó un valor de 116.73 %.

A continuación, se presenta la tabla, en la cual se exponen las cinco especies con mayor y menor valor de IVI para cada estrato.

Tabla IV.28 Comparación de Índices de Valor de Importancia en la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino en el SAR y área del proyecto.

Estrato	Sistema Ambiental			Área del proyecto		
	Nombre científico	Nombre común	Índice de valor de Importancia (IVI)	Nombre científico	Nombre común	Índice de valor de Importancia (IVI)
Arbóreo	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	117.38	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	151.47
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	28.85	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate rosa	23.67
	<i>Quercus glaucescens</i>	Encino amarillo	24.36	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	20.16
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	21.69	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón silvestre	18.57
	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	20.26	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	11.57
	<i>Clethra mexicana</i>	Mamojuaxtle	3.37	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	4.04
	<i>Ficus obtusifolia</i>	Amate	3.33	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	3.99
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuauote	3.02	<i>Randia armata</i>	Cruceta	3.99
	<i>Syzygium jambos</i>	Manzana rosa	3.02	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	3.76
	<i>Casearia arguta</i>	Cedrón	2.99	<i>Acacia hindsii</i>	Cornizuelo	3.71
Arbustivo	<i>Verbesina oligantha</i>	-	60.40	<i>Chromolaena collina</i>	Hierba de ángel	70.94
	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	50.22	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	42.22
	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	43.36	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	42.22
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	36.22	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	20.27
	<i>Quercus confertifolia</i>	Encino blanco	17.16	<i>Verbesina oligantha</i>	-	16.67
	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastillo	3.47	<i>Inga laurina</i>	Sacky sac bean	6.01
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	3.38	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	5.93
	<i>Triumfetta lappula</i>	Cadillo	3.32	<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	5.84
	<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	3.32	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	5.74
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	3.27	<i>Senna pallida</i>	Abejón	5.45
Herbáceo	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	116.73	<i>Megathyrsus maximus</i>	Camalote	152.69
	<i>Habenaria novemfida</i>	Orquídea de los pantanos	51.72	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	61.20
	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	29.79	<i>Chromolaena odorata</i>	Albahaquilla	56.06
	<i>Desmodium tortuosum</i>	Cadillo	19.52	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	30.05
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	16.24			

Estrato	Sistema Ambiental			Área del proyecto		
	Nombre científico	Nombre común	Índice de valor de Importancia (IVI)	Nombre científico	Nombre común	Índice de valor de Importancia (IVI)
	<i>Henrya insularis</i>	Hierba del toro	14.80			
	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de ángel	11.55			
	<i>Lippia umbellata</i>	Hierba dulce	9.60			
	<i>Hybanthus attenuatus</i>	Quelite	7.43			
	<i>Selaginella silvestris</i>	Selaginela	7.43			

## b) Índices de diversidad

Derivado de la toma de datos de 94 sitios de muestreo realizados en la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ), se obtuvieron los siguientes resultados. Se puede observar que **la mayor riqueza de especies se presenta en el área del SAR** donde el estrato arbóreo se encuentra representado por 17 especies, por su parte el estrato arbustivo está representado por 21 especies arbustivas y 11 especies ocupan el estrato herbáceo, mientras que en el área del proyecto se registraron 18 especies pertenecientes al estrato arbóreo, 19 al estrato arbustivo y únicamente cuatro al estrato herbáceo.

En relación al índice de Margalef, este nos indica que los tres estratos del SAR son considerados como diversidad media ya que obtuvieron valores de 2.69 a 3.92, mientras que para el caso del área del proyecto tiene dos clasificaciones, la primera en el estrato arbóreo y arbustivo la cual se considera como diversidad media, y la segunda en el estrato herbáceo la cual se considera como baja diversidad al obtener un índice de 0.93 (Badii *et al.*, 2007). Por otra parte, el índice de Shannon-Wiener nos muestra que en ambas áreas (área del proyecto y SAR), los estratos arbóreos y herbáceos se consideran como de diversidad baja, mientras que el estrato arbustivo de ambas áreas es considerado como diversidad media al contar con valores en el área del proyecto de 2.44 y para el SAR de 2.20 (Graciano-Ávila *et al.*, 2017).

En lo que respecta a la dominancia de Simpson se obtuvieron valores alejados a 0 en ambas áreas de muestreo, en el área del proyecto los valores oscilan entre 0.14 y 0.41, mientras que en el SAR los valores oscilan entre 0.16 y 0.31, lo cual nos indica que ambas áreas de estudio se tratan de ecosistemas homogéneos. Por otra parte, lo anterior es reforzado por el índice de equidad donde se obtuvieron valores que van de 0.59 a 0.84, valores ligeramente cercanos a la unidad (1), lo que evidencia que las especies tienden a presentarse de manera equitativa tanto en el SAR como en el área del proyecto (Badii *et al.*, 2007).

En la siguiente tabla, se plasman de manera más simplificada los valores obtenidos de los índices de diversidad:

Tabla IV.29 Comparación de los índices de diversidad en la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino.

Ubicación	Estrato	Riqueza	Shannon-Wiener (H)	Dominancia de Simpson (D)	Diversidad de Simpson (1-D)	Margalef (Mf)	Equitatividad (E)	H'max
SAR	Arbóreo	17	1.77	0.31	0.69	2.79	0.62	2.83
Área del proyecto	Arbóreo	18	1.54	0.41	0.59	3.20	0.53	2.89
SAR	Arbustivo	21	2.20	0.16	0.84	3.92	0.72	3.04
Área del proyecto	Arbustivo	19	2.44	0.14	0.86	3.96	0.81	2.94
SAR	Herbáceo	11	1.94	0.20	0.80	2.69	0.81	2.40
Área del proyecto	Herbáceo	4	1.13	0.37	0.63	0.93	0.82	1.39

#### IV.2.13. Curva de acumulación de especies e Índice de Morisita para el Área del proyecto y SAR

La curva de acumulación de especies es una herramienta que junto con la intensidad y el error de muestreo indican la fiabilidad del análisis de los datos obtenidos de los muestreos de campo realizados. La aparición de nuevas especies representa una correlación positiva con respecto al esfuerzo de muestreo, de esta manera, cuanto mayor es el número de muestras, mayor será el número de especies registradas. Al inicio del muestreo la pendiente de la curva tiene un crecimiento exponencial, conforme se incrementa el tamaño de la muestra se repiten individuos de especies ya colectadas y muy poca presencia de nuevas especies raras, esto hace que la curva descienda o se mantenga horizontal, cuando esto ocurre, se dice que se tiene registro máximo de especies de la zona de estudio.

Con la finalidad de conocer la eficiencia del muestreo aplicado dentro del proyecto, se utilizaron los estimadores Chao 1 y Chao 2 que miden la acumulación de especies respecto del número de sitios de muestreo realizados, así mismo con estos se estima un número de especies esperadas.

##### Área del proyecto

Dentro del área del proyecto se realizó el levantamiento de información de 55 sitios de muestreo, donde se identificaron 121 especies de árboles, arbustos y herbáceas. Mediante el estimador Chao 1 el esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto muestra una eficiencia del 88.22

% el cual indica que se podrían encontrar hasta 137 especies, sin embargo, al utilizar Chao 2 la eficiencia fue de 74.58 % con 162 especies esperadas. En la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa, se muestra que con el aumento del número de sitios de muestreo no se incrementa el número de especies nuevas, por lo que la curva de acumulación deja de crecer y se mantiene horizontal, mostrando que con el esfuerzo de muestreo se encontraron 121 de las 137 especies que posiblemente se distribuyen dentro del área del proyecto, de acuerdo con Chao 1.

Tabla IV.30. Número de especies observadas y esperadas dentro del proyecto.

Especies observadas	Especies esperadas		% de eficiencia	
	Chao 1	Chao 2	Chao 1	Chao 2
121	137	162	88.22	74.58

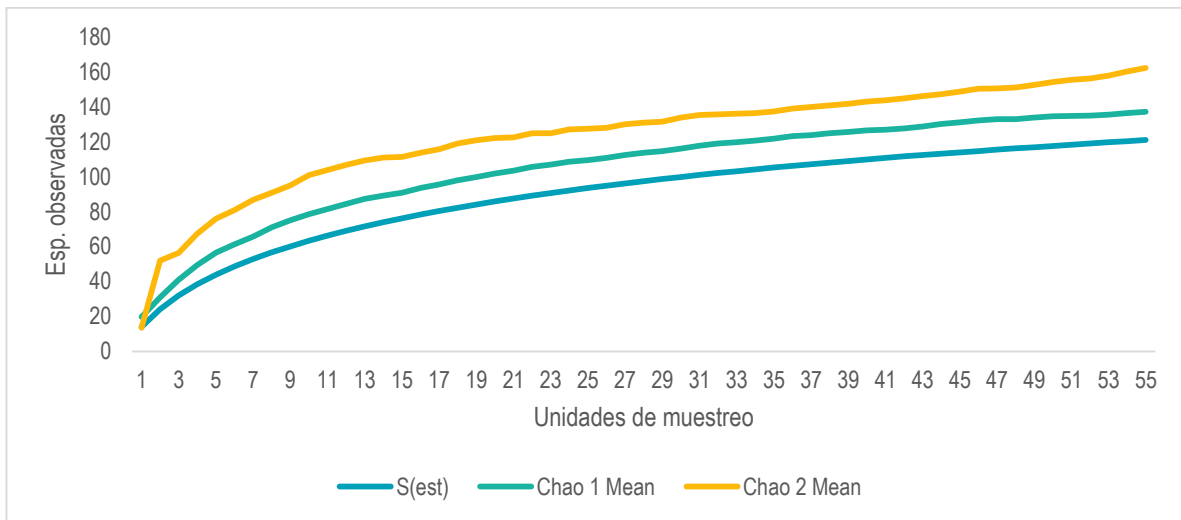


Figura IV.20 Curva de acumulación de especies del área del proyecto.

**SAR**

Mediante el estimador Chao 1 el esfuerzo de muestreo realizado en el SAR mostró una eficiencia de muestreo del 86.48 %, sin embargo, al utilizar el estimador Chao 2 la eficiencia decrece a 75.91 %. Lo antes mencionado se refleja en la curva de acumulación de especies donde se observa que con el aumento de la intensidad de muestreo no se incrementa significativamente el número de especies nuevas, por lo que la curva de acumulación deja de crecer y se mantiene horizontal,



mostrando el total de especies registradas. El porcentaje de eficiencia de muestreo dentro del SAR indica que se obtuvo una muestra bien representada de las especies que se distribuyen en la región y que con el aumento de los sitios de muestreo se presentarían individuos de especies ya registradas.

Tabla IV.31. Número de especies observadas y esperadas dentro del SAR.

Especies observadas	Especies esperadas		% de eficiencia	
	Chao 1	Chao 2	Chao 1	Chao 2
192	222	253	86.48	75.91

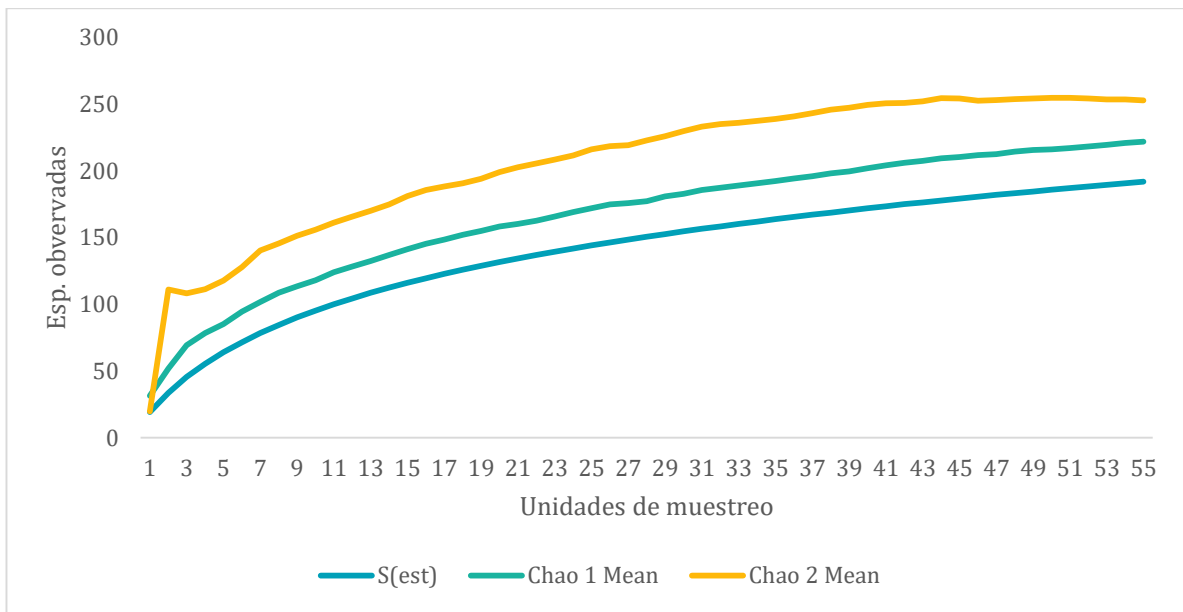


Figura IV.21 Curva de acumulación de especies del SAR.

Por otro lado, para conocer la similitud en la composición de especies entre ambas superficies muestreadas se utilizó el índice de Morisita, el cual mostró un valor de 0.6873, lo cual indica que entre el área del proyecto y el SAR existe una similitud del 68.73 %, esto considerando la estructura de las comunidades, su riqueza y abundancia total y relativa, si el registro de especies fuera similar en ambas áreas, se tendría una similitud superior; sin embargo, existen 71 especies exclusivas que se registraron en el área del SAR lo cual influyó en el porcentaje de similitud.

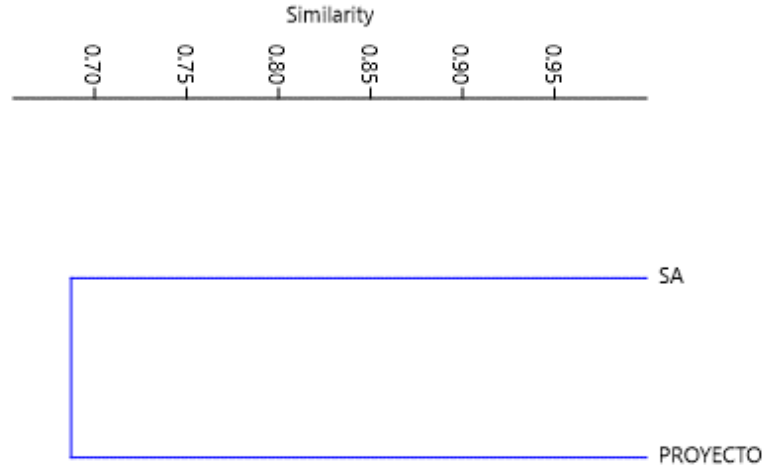


Figura IV.22 . Dendrograma de similitud en la composición de especies entre la comunidad del proyecto y del Sistema Ambiental Regional.

#### IV.2.14. Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las 192 especies registradas durante el muestreo, 12 se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Modificación al Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010; y de éstas, cinco especies se observaron en ambas áreas, correspondientes a la especie *C. brasiliense* (brasil), *S. macrocarpum* (amatillo) y *Z. loddigesii* (camotillo) dentro de la categoría de Amenazada (A); *C. odorata* (cedro) en Protección especial (Pr), y *P. lasiocarpum* (granadilla) en Peligro de extinción (P). Las otras siete especies protegidas únicamente se registraron dentro del SAR, cuatro como Amenazadas (amargoso (*A. graveolens*), tepejilote canelillo (*C. pochutlensis*), magnolia de jalisco (*M. iltisiana*) y el tempisque (*S. capiri*)) y dos en Protección especial (bamel (*B. dulcis*) y la orquídea de los pantanos (*H. novemfida*)) y una en Peligro de extinción (camotillo (*D. congestiflora*)).

Tabla IV.32. Especies en alguna categoría de riesgo dentro del NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Área
<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	Amargoso	A	SAR
<i>Brahea dulcis Mart.</i>	Bamel	Pr	SAR
<i>Calophyllum brasiliense Cambess.</i>	Brasil	A	Proyecto, SAR
<i>Cedrela odorata L.</i>	Cedro	Pr	Proyecto, SAR

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Área
<i>Chamaedorea pochutlensis</i> Liebm. ex Mart.	Tepejilote canelillo	A	SAR
<i>Dalbergia congestiflora</i> Pittier	Camotillo	P	SAR
<i>Habenaria novemfida</i> Lindl.	Orquídea de los pantanos	Pr	SAR
<i>Magnolia iltisiana</i> A. Vázquez	Magnolia de Jalisco	A	SAR
<i>Platymiscium lasiocarpum</i> Sandwith	Granadilla	P	Proyecto, SAR
<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.	Amatillo	A	Proyecto, SAR
<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	A	SAR
<i>Zamia loddigesii</i> Miq.	Camotillo	A	Proyecto, SAR

A=amenazada; Pr=Sujeta a Protección especial; P=Peligro de extinción.

Mediante la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se muestra la distribución espacial de las especies identificadas bajo alguna categoría de riesgo por la NOM.059-SEMARNAT-2010.

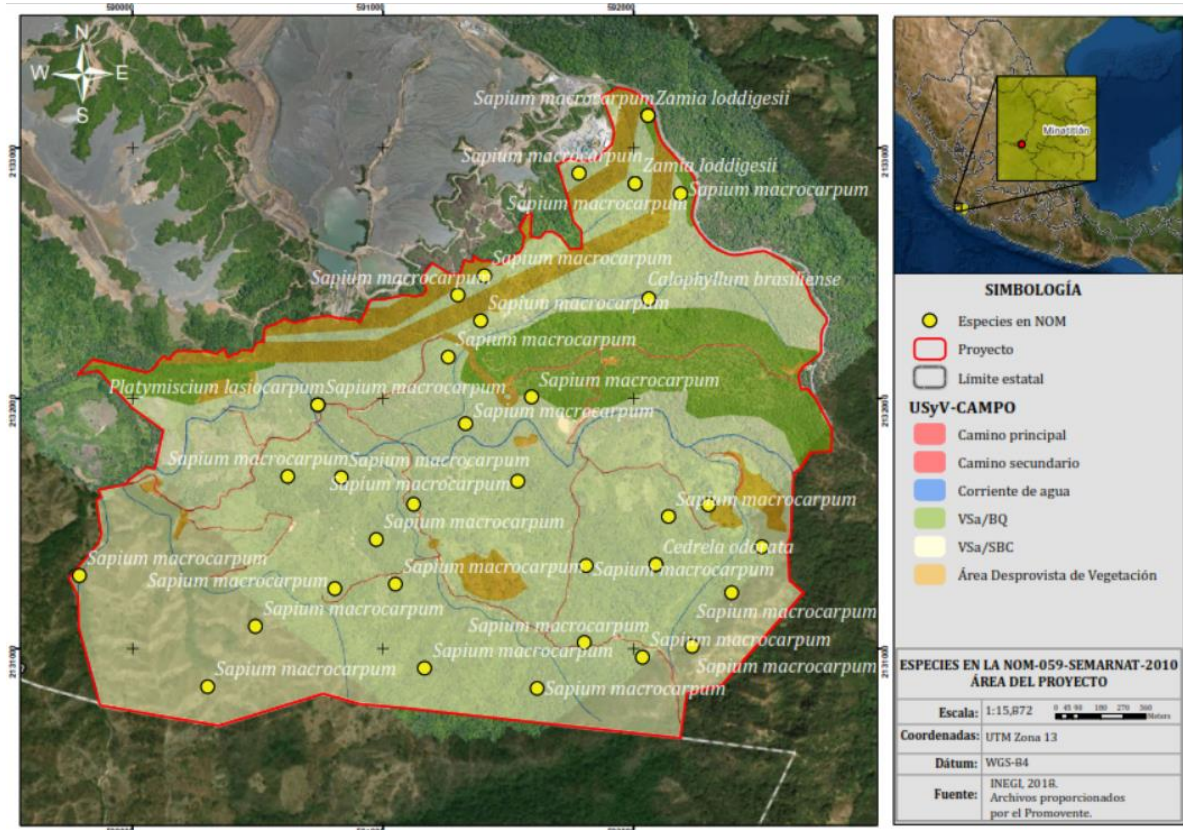


Figura IV.23. Distribución de las especies en categoría de riesgo registradas en el área del proyecto.

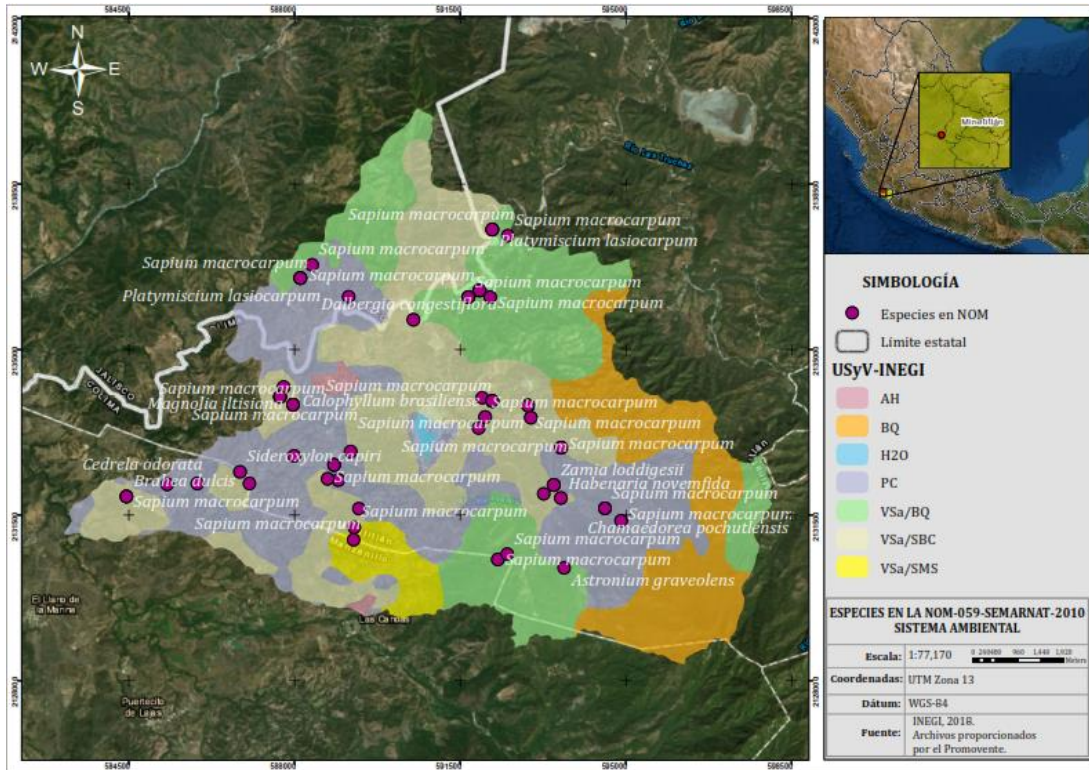


Figura IV.24 Distribución de las especies en categoría de riesgo registradas en el SAR.

Previo a presentar la evidencia fotográfica, (incluida de manera anexa para mayor apreciación), de las especies listadas en la Modificación al Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que fueron encontradas dentro del área del proyecto, es importante mencionar que específicamente para la especie *Zamia loddigesii*, la Unidad Minera Peña Colorada cuenta con programas de reproducción, reintroducción y reforestación (ver siguiente imagen), por lo que si bien, la zona corresponde a sitios de distribución natural, su presencia se ve acentuada derivado de dichos esfuerzos.



Figura IV.25. *Zamia loddigesii*. Lado izquierdo especies producidas en el vivero de la Unidad Minera Peña Colorada. Lado derecho actividades de reforestación con *Zamia loddigesii*.

### ***Calophyllum brasiliense* (A)- brasil**

Esta especie fue encontrada en los sitios 21 (X-591123 e Y-2131577) y 24 (X-592062 e Y-2132398) del área del proyecto.



Figura IV.26. *Calophyllum brasiliense* (Brasil).



Figura IV.27 Condiciones del sitio donde se encontró el árbol Brasil (*C. brasiliense*).

### ***Cedrela odorata* (Pr)- cedro**

Su registro fue únicamente en el sitio 06 del área del proyecto (X- 592089 e Y- 2131336).



Figura IV.28. *Cedrela odorata* (Cedro).



Figura IV.29. Condiciones del sitio donde se encontró el Cedro (*C. odorata*).

***Platymiscium lasiocarpum* (P) - granadilla**

Su registro fue únicamente en un sitio de muestreo, el cual corresponde al 18 ubicado en las coordenadas X- 590740 e Y-2131973 del área del proyecto.



Figura IV.30. *Platymiscium lasiocarpum* (Granadilla).



Figura IV.31. Condiciones del sitio donde se encontró la especie Granadilla (*P. lasiocarpum*).

***Sapium macrocarpum* (A) - amatillo**

Esta especie presenta gran abundancia en la VSa/SBC del área del proyecto, tuvo presencia en 30 sitios de muestreo, en la siguiente tabla se presentan los datos de los sitios de muestreo en los que fue encontrada.

Tabla IV.33.. Coordenadas de los sitios donde se encontró el amatillo (*S. macrocarpum*).

ID	Sitio	Coordenadas	
		X	Y
1	AP-02	590301	2130848
2	AP-06	592089	2131336
3	AP-07	592188	2132817
4	AP-09	592139	2131528
5	AP-10	592234	2131011
6	AP-11	592036	2130966
7	AP-14	590809	2131240
8	AP-15	590973	2131436



ID	Sitio	Coordenadas	
		X	Y
9	AP-17	591593	2132005
10	AP-18	590740	2131973
11	AP-20	590834	2131683
12	AP-32	590491	2131089
13	AP-35	591050	2131258
14	AP-39	591810	2131331
15	AP-40	591537	2131668
16	P-05	592299	2131574
17	P-08	592512	2131407
18	P12	591615	2130841
19	P-19	591330	2131898
20	P28	590620	2131687
21	P34	591166	2130922
22	P-48	592392	2131224
23	PF01	591298	2132413
24	PF02	591405	2132489
25	PF03	591390	2132309
26	PF-04	591782	2132899
27	PF-05	592299	2131574
28	PF-06	592057	2133128
29	PF-07	592188	2132817
30	PF-22	591261	2132164

En las siguientes figuras, mismas que se incluyen de manera anexa para mayor apreciación, se muestran las condiciones del sitio en que se encontró la especie.

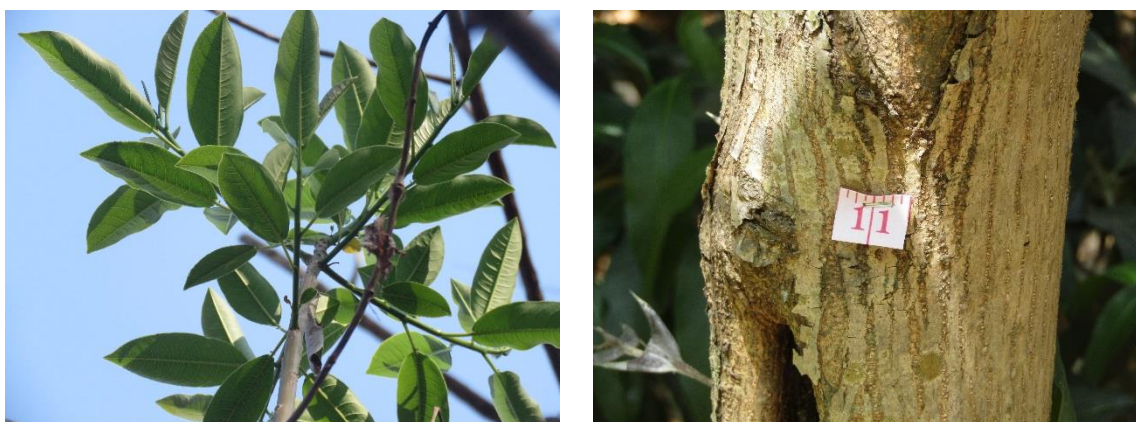


Figura IV.32. *Sapium macrocarpum* (amatillo).



Figura IV.33 Condiciones del sitio donde se encontró el amatillo (*S. macrocarpum*).

***Zamia loddigesii- camotillo***

Esta especie, como ya fue referido se reproduce dentro de los viveros de la Unidad Minera Peña Colorada, por lo que su presencia se ve acentuada derivado de los esfuerzos de reforestación. Su registro fue en el estrato arbustivo del sitio SA.N-06 que corresponde al Sistema Ambiental Regional en las siguientes coordenadas centrales Y=2132134 y X= 593474, tiene una altura de 0.5 metros y cuenta con un diámetro de 0.4 cm.

A continuación, se presenta la evidencia fotográfica de la especie y las condiciones del sitio donde fue encontrada.



Figura 34. Condiciones del sitio donde se encontró el Camotillo (*Z. Ioddigesii*).

Finalmente, en la siguiente tabla se presentan las especies, coordenadas y sitios de muestreo donde se registraron las especies que fueron exclusivas del SAR y que se encuentran dentro alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Modificación al Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies compartidas con el área del proyecto fueron descritas en el apartado anterior.

Tabla 34. Coordenadas de los sitios donde se encontraron las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 del SAR.

ID	Nombre científico	Sitio	X	Y	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	<i>Astronium graveolens</i> (Amargoso)	UHF-12	591955	2133964	A
		UHF-22	593691	2130378	
2	<i>Brahea dulcis</i> (Bamel)	UHF-56	584450	2131892	Pr
3	<i>Calophyllum brasiliense</i> (Brasil)	UHF-07	587694	2133996	A
		UHF-13	592175	2133901	
		UHF-21	588840	2132557	

ID	Nombre científico	Sitio	X	Y	NOM-059-SEMARNAT-2010
		UHF-25	588924	2132236	
4	<i>Cedrela odorata</i> (Cedro)	UHF-55	585944	2132166	Pr
5	<i>Chamaedorea pochutlensis</i> (Tepejilote canelillo)	UHF-41	594558	2131639	A
6	<i>Dalbergia congestiflora</i> (Camotillo)	UHF-14	590509	2135628	P
		UHF-62	591672	2136106	
7	<i>Habenaria novemfida</i> (Orquídea de los pantanos)	UHF-06	593266	2131942	Pr
		SAN-06	593474	2132134	
8	<i>Magnolia iltisiana</i> (Magnolia de jalisco)	UHF-09	587968	2133832	A
9	<i>Platymiscium lasiocarpum</i> (Granadilla)	UHF_33	588119	2136510	P
		UHF-02	593635	2132921	
		UHF-07	587694	2133996	
		UHF-08	587769	2134204	
		UHF-19	592177	2137536	
		UHF-29	589144	2136111	
		UHF-50	592935	2133810	
10	<i>Sapium macrocarpum</i> (Amatillo)	UHF_33	588119	2136510	A
		UHF-02	588698	2132260	
		UHF-57	588701	2132267	
		UHF-04	593627	2131860	
		UHF-07	587694	2133996	
		UHF-09	587968	2133832	
		UHF-13	592175	2133901	
		UHF-18	589183	2132836	
		UHF-19	592177	2137536	
		UHF-20	592507	2137406	
		UHF-21	588840	2132557	
		UHF-27	592296	2130559	
		UHF-28	588370	2136786	
		UHF-31	589362	2131630	
		UHF-32	589252	2130974	
		UHF-34	589260	2131237	
		UHF-36	592493	2130668	
UHF-37	587989	2132749			
UHF-38	587047	2132167			
UHF-39	594896	2131373			
UHF-41	594558	2131639			
UHF-43	585310	2132148			

ID	Nombre científico	Sitio	X	Y	NOM-059-SEMARNAT-2010
		UHF-49	592990	2133559	
		UHF-50	592935	2133810	
		UHF-56	584450	2131892	
		UHF-59	591888	2133338	
		UHF-61	592027	2133567	
		UHF-62	591672	2136106	
		UHF-63	591908	2136249	
		UHF-64	592135	2136105	
11	<i>Sideroxylon capiri</i> (Tempisque)	UHF-42	586845	2132411	A
12	<i>Zamia loddigesii</i> (Camotillo)	SAN-06	593474	2132134	A

A=amenazada; Pr=Sujeta a protección especial; P=Peligro de extinción.

Finalmente es de reiterar que varias especies de las identificadas en campo y que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, por un lado, su distribución no se restringe al SAR, y por otro, dentro de la Unidad Minera Peña Colorada se cuentan con programas de reproducción para su posterior introducción y actividades de reforestación en áreas que así lo requieran.

#### IV.2.15. Estatus de distribución

Mediante la siguiente tabla se muestra la relación del estatus de distribución de las especies, en donde de las 37 especies identificadas, 23 se registraron en ambas áreas, mientras que 14 especies se observaron únicamente en el SAR. Por otro lado, se identificaron 148 especies nativas, de las cuales 94 se observaron en ambas áreas y el resto (54) se registraron únicamente en el SAR. También, se observaron siete especies exóticas de las cuales cuatro se observaron en ambas áreas de muestreo y las otras tres solo en el SAR

Tabla 35. Lista de especies con estatus de distribución endémica.

ID	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Area
1	<i>Anthurium halmoorei</i> Croat	Anthurium	Endémica/Nativa	Proyecto, SA
2	<i>Brahea dulcis</i> Mart.	Bamel	Endémica/Nativa	SA
3	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Árbol del copal santo	Endémica/Nativa	Proyecto, SA
4	<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	Chicopun	Endémica/Nativa	Proyecto, SA

ID	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Area
5	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Endémica/Nativa	Proyecto, SA
6	<i>Chamaedorea pochutlensis</i> Liebm. ex Mart.	Tepejilote canelillo	Endémica/Nativa	SA
7	<i>Clethra mexicana</i> DC.	Mamojuaxtle	Endémica/Nativa	SA
8	<i>Croton ynesiae</i> Croizat		Endémica/Nativa	SA
9	<i>Dalbergia congestiflora</i> Pittier	Camotillo	Endémica/Nativa	SA
10	<i>Hamelia xorullensis</i> Kunth	Colorín	Endémica/Nativa	Proyecto, SA
11	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Jonote	Endémica/Nativa	SA
12	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> Hochr.	Cicuito	Endémica/Nativa	Proyecto, SA
13	<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i> Micheli	Margarita	Endemica,nativa	SA
14	<i>Magnolia iltisiana</i> A. Vázquez	Magnolia de Jalisco	Endemica,nativa	SA
15	<i>Montanoa bipinnatifida</i> K. Koch	Acahuite	Endemica,nativa	Proyecto, SA
16	<i>Nopalea karwinskiana</i> K. Schum.	Nopal	Endemica,nativa	SA
17	<i>Otatea acuminata</i> C.E. Calderón & Soderstr	Otate	Endemica,nativa	SA
18	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> Britton & Rose.	Cardón hecho	Endemica,nativa	SA
19	<i>Pavonia pleuranthera</i> Fryxell	Pavonia pleuranthera	Endemica,nativa	Proyecto, SA
20	<i>Piper abalienatum</i> Trel.		Endemica,nativa	Proyecto, SA
21	<i>Platymiscium lasiocarpum</i> Sandwith	Granadilla	Endemica,nativa	Proyecto, SA
22	<i>Pterocarpus orbiculatus</i> DC.	Sangrillo	Endemica,nativa	SA
23	<i>Quercus confertifolia</i> Humb. & Bonpl	Encino blanco	Endemica,nativa	Proyecto, SA
24	<i>Quercus glaucescens</i> Humb. & Bonpl.	Encino amarillo	Endemica,nativa	Proyecto, SA
25	<i>Quercus magnoliifolia</i> Née	Encino amarillo	Endemica,nativa	Proyecto, SA
26	<i>Smallanthus macvaughii</i> H. Rob.		Endemica,nativa	SA
27	<i>Sommeria arborescens</i> Schldtl.	Capulín	Endemica,nativa	Proyecto, SA
28	<i>Stemmadenia tomentosa</i> Greenm.	Vaquita	Endemica,nativa	Proyecto, SA
29	<i>Styrax argenteus</i> var. <i>Ramirezii</i> Gonsoulin	Aguacatillo	Endemica,nativa	Proyecto, SA
30	<i>Tabernaemontana tomentosa</i> A.O. Simões & M.E. Endres	Vaquita	Endemica,nativa	SA
31	<i>Thouinia serrata</i> Radlk	Thouinia serrata	Endemica, nativa	Proyecto, SA
32	<i>Trichospermum insigne</i> Kosterm.	Yaco de cal	Endemica,nativa	Proyecto, SA
33	<i>Urera pacifica</i> V.W. Steinm		Endemica,nativa	Proyecto, SA
34	<i>Verbesina oligantha</i> B.L. Rob		Endemica,nativa	Proyecto, SA
35	<i>Vitex mollis</i> Kunth	Coyotomate	Endemica,nativa	Proyecto, SA
36	<i>Vitex pyramidata</i> B.L. Rob.	Canelillo	Endemica,nativa	Proyecto, SA
37	<i>Zamia loddigesii</i> Miq.	Camotillo	Endemica,nativa	Proyecto, SA

Mediante la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se muestra la distribución espacial de las especies referidas en la tabla anterior.

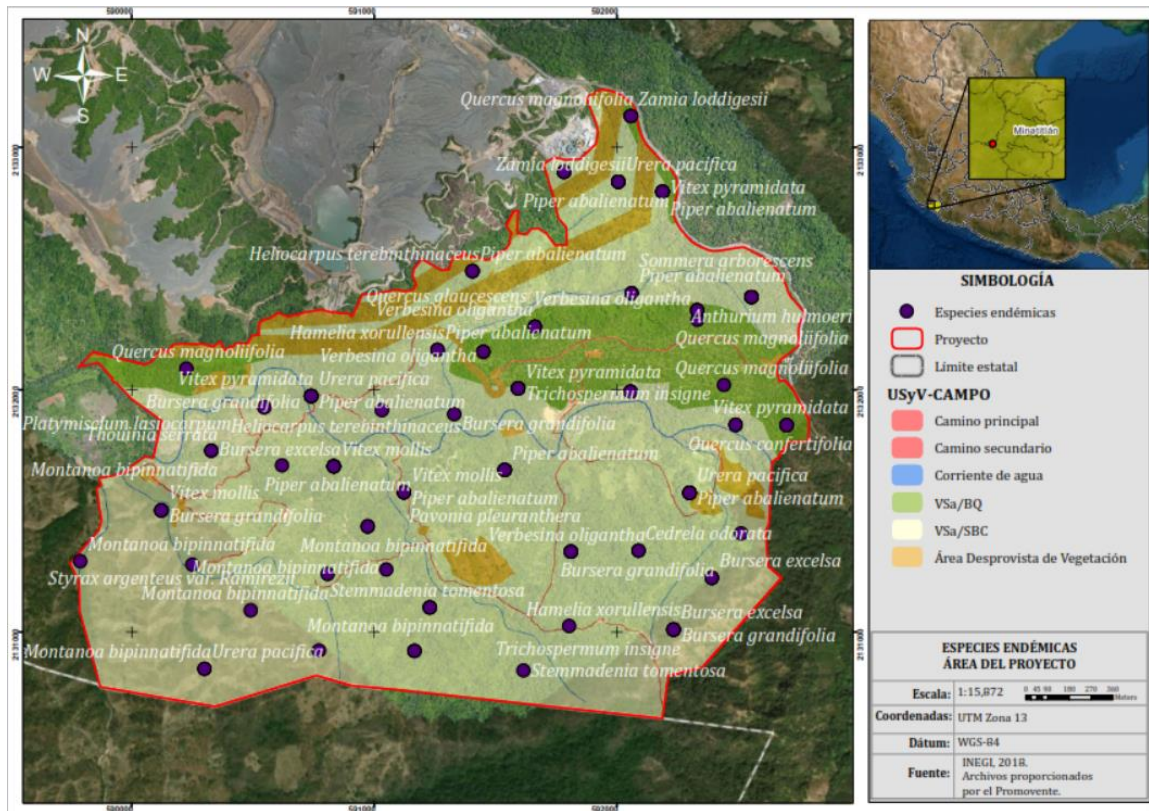


Figura 35.. Distribución de las especies endémicas dentro del proyecto.

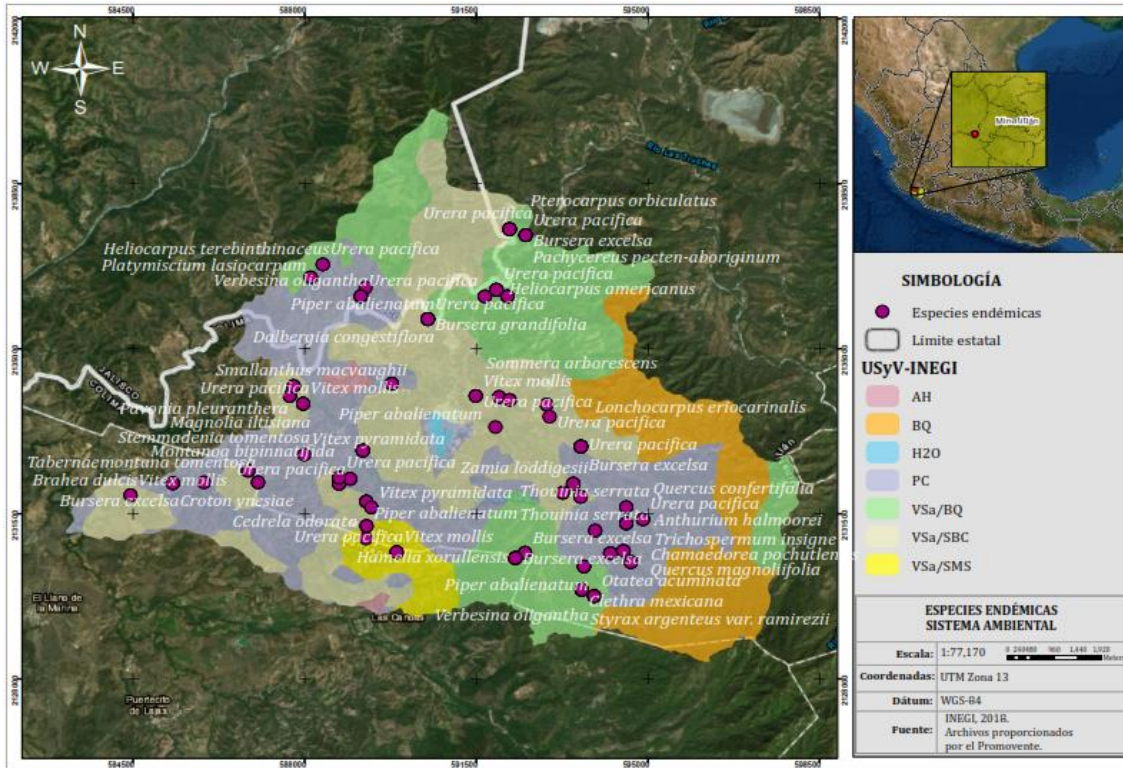


Figura 36.. Distribución de las especies endémicas dentro del SAR

### IV.3. Fauna

#### IV.3.1. Especies de fauna registradas bibliográficamente en el SAR

Dentro de la superficie del SAR, se tiene registrado **bibliográfico** de 256 especies distribuidas en 4 clases, 27 órdenes y 75 familias. Las clases reportadas corresponden a amphibia, aves, mammalia y reptilia.

A continuación, se describen el registro para cada una de estas clases conforme a la **bibliografía**.

#### Amphibia

La clase amphibia presento un total de 11 registros distribuidos en 8 especies incluidas en un solo orden (Anura). Cabe mencionar que ninguna especie muestra dominancia, teniendo entre uno y dos registros cada una de las especies.

#### Aves



La clase aves presento un total de 1,649 registros, considerándose la clase con el mayor número de registros. El orden con mayor número de registros corresponde a Passeriformes (1,014), seguido de Accipitriformes (111).

En total se reportaron **bibliográficamente** 188 especies para la clase aves, las especies con mayor número de registros fueron *Aratinga canicularis* (59 registros), *Poliophtilia caerulea* (47 registros) y *Cathartes aura* (42 registros). Cabe mencionar, que dichas especies presentan una amplia distribución, por lo que su presencia no se restringe al SAR del proyecto

### Mammalia

La clase mammalia presento un total de 256 registros distribuidos en 37 especies. Los órdenes con el mayor número de registros corresponden a Chiroptera (111) y Rodentia (110).

De las siete especies registradas para esta clase, la especie que presento el mayor número de registros corresponden a *Artibeus jamaicensis* (45 registros).

### Reptilia

La clase reptilia presento un total de 28 registros distribuidos en dos órdenes (Squamata y Testudines), y 23 especies. Ninguna de las especies muestra dominancia ya que todas muestran registros entre uno y dos.

El listado de las especies registradas **bibliográficamente** puede ser consultado de manera anexa.

Una vez indicadas las especies por clase registradas bibliograficamente en el SAR, se procedió a la identificación de aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mismas que se refieren en la siguiente tabla.

**Tabla IV.36** Listado de especies reportadas en la bibliografía que estan listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el SAR (Fuente Gbif).

Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Dendropsophus sartori</i>	Rana de árbol de Taylor	Si	Amenazada
<i>Eleutherodactylus modestus</i>	Rana chirriadora de dedos chatos	Si	Sujeta a protección especial

<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana de cascada	Si	Sujeta a protección especial
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	No	Sujeta a protección especial
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	No	Sujeta a protección especial
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala ancha	No	Sujeta a protección especial
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	No	Sujeta a protección especial
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico de plata	No	Sujeta a protección especial
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilan pico de gancho	No	Sujeta a protección especial
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	No	Sujeta a protección especial
<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Papamoscas jaspeado	Si	Sujeto a protección especial
<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorniz coluda neovolcanica	Si	Amenazada
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	No	Sujeto a protección especial
<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe de Tolmie	No	Amenazada
<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilan zacón	no	Amenazada
<i>Glauclidium palmarum</i>	Tecolote colimense	Si	Amenazada
<i>Megascops seductus</i>	Tecolote del balsas	Si	Amenazada
<i>Micrastur semitorquatus</i>	<b>Halcón selvatico de collar</b>	No	Sujeta a protección especial
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	No	Sujeta a protección especial
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	No	Sujeta a protección especial
<i>Penelope purpurascens</i>	Pava cojolita	No	Amenazada
<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	No	Peligro de extinción
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	No	Sujeta a protección especial
<i>Vireo atricapilla</i>	Vireo gorra negra	Si	Peligro de extinción
<i>Vireo nelsoni</i>	Vireo enano	Si	Sujeta a protección especial
<i>Cratogeomys fumosus</i>	Tuza llanera	Si	Amenazada
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	No	Peligro de extinción
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Vibora enjaquimada	No	Sujeta a protección especial
<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante	Si	Sujeto a protección especial
<i>Aspidoscelis lineattissima</i>	Cuiji de muchas líneas	Si	Sujeta a protección especial
<i>Crotalus basiliscus</i>	Vibora de cascabel tropical	Si	Sujeta a protección especial

<i>Crotalus lannomi</i>	Cascabel de Autlan	Si	Amenazada
<i>Dipsas gaigeae</i>	Culebra caracolera de Gaige	Si	Sujeta a protección especial
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	No	Sujeta a protección especial
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Si	Sujeta a protección especial
<i>Leptodeira maculata</i>	Culebra ojo de gato del sureste	Si	Sujeta a protección especial
<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	Tortuga colorado	No	Amenazada

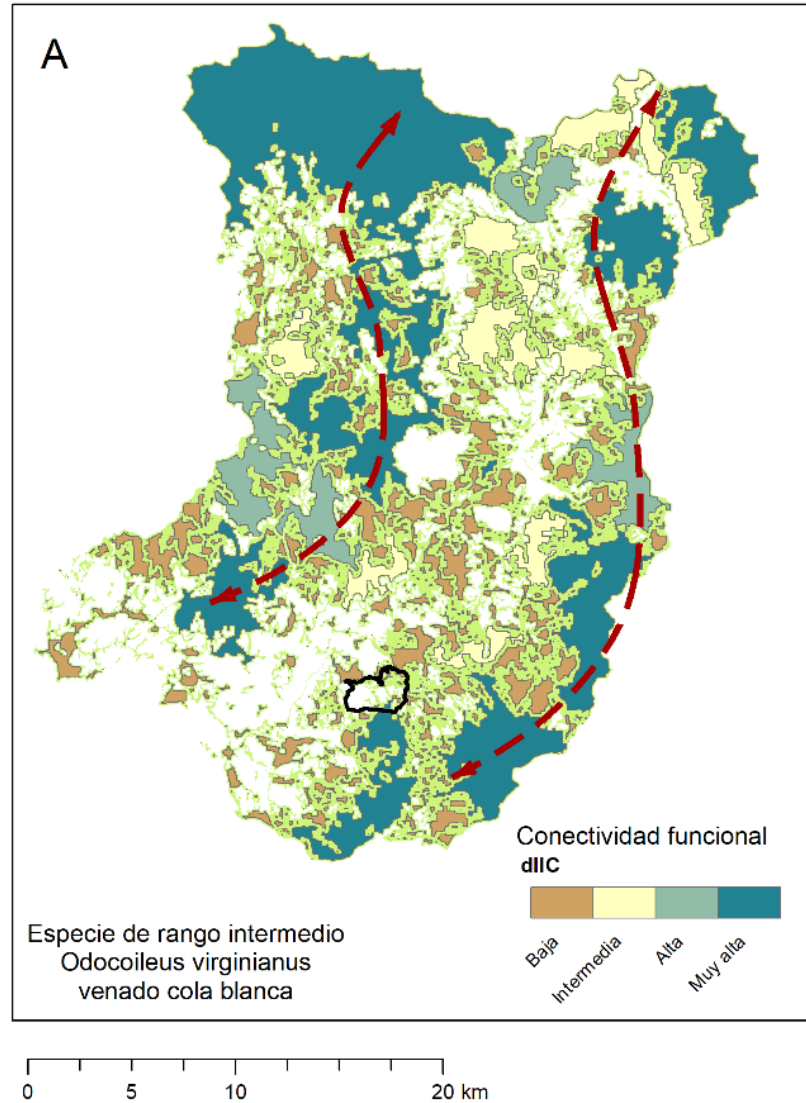
Es importante mencionar que la mayoría de las especies registradas **bibliográficamente** en el SAR presentan capacidades altas de adaptación o vagilidad como el caso de las aves. Asimismo, se tiene que estas especies se toman solo como referencia, ya que su presencia/ausencia fue corroborada mediante el trabajo de campo en el área del proyecto descrito mas adelante.

#### IV.3.2. Corredores biológicos

Al igual que en el apartado de flora, se retomó información del estudio de fragmentación realizado por la promovente dentro de la microcuenca hidrológica, misma en la que se incluye el SAR y área del proyecto.

Mediante dicho estudio, mismo que se incluye de manera anexa, se identifico que para la microcuenca existen dos corredores para desplazamiento de las especies en dirección norte-sur, en donde un corredor se encuentra en la zona del oeste del paisaje y otro corredor se visualiza en el margen este.

Mediante la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se puede observar la ubicación del proyecto respecto a los corredores de fauna identificados.



**Figura 37. Patrón de conectividad funcional del hábitat forestal en el paisaje en el escenario “línea base”. El polígono del proyecto está representado por la línea negra. Las líneas rojas punteadas representan los corredores potenciales para desplazamiento de las especies venado cola blanca y puma. Imagen tomada del estudio de fragmentación.**

Como se pudo observar en la imagen anterior, la ubicación del proyecto no incide en los corredores identificados mediante el estudio de fragmentación, hecho que es coincidente con los parches de vegetación identificados dentro del mismo estudio.

Asimismo, mediante los análisis realizados se determinó que el efecto del proyecto en la configuración de los parches del hábitat forestal identificados con los valores clasificados como

“muy alto” para el índice integral de conectividad (dIIC), reveló que el polígono del proyecto no presenta un efecto directo a estos parches.

Por otro lado, se tiene que en la escala del paisaje (microcuenca hidrológica donde se incluye el SAR), el efecto de disminución de conectividad funcional por la implementación del proyecto se estimó inferior a 0.0002%. Es decir, la implementación del proyecto estadísticamente no tiene una incidencia significativa en la conectividad funcional los mismos.

### **IV.3.3. Descripción del método de muestreo para fauna en el SAR y polígono del proyecto.**

El método de muestreo busca determinar la cantidad de información que se requiere para evaluar los diversos parámetros de interés poblacional de la fauna silvestre asociada al SAR y área del proyecto, con la finalidad de obtener datos en cada elemento muestreado, y minimizar los errores logrando mayor precisión en la recolección de datos (Jones, 1986).

Considerando lo anterior, y con el objetivo de obtener mayor eficiencia en el muestreo, se eligió el método de Muestreo Aleatorio Estratificado, el cual consiste en separar a la población en subgrupos o estratos que tienen cierta afinidad. En este sentido el área del proyecto se dividió en subpolígonos, tomando en cuenta los usos de suelo y vegetación, la densidad de la vegetación y el grado de heterogeneidad espacial, características que pueden influir en las observaciones directas de las especies faunísticas, lo que garantiza la variabilidad entre estratos y facilita conocer las áreas que presentan semejanza en la riqueza y distribución de especies (Bautista-Zúñiga, 2011; Uhart y Zaccagnini, 1999).

Una vez elegido el método de muestreo, se realizó la colocación de los transectos de muestreo, considerando para ello cubrir el 5.72 % de la superficie total del proyecto, lo que se tradujo en 26 transectos de muestreo de 10,000 m<sup>2</sup> (500 m x 20 m), mismo número de sitios de muestreo realizados en el SAR. Para lo anterior se tomó como criterio la superficie del área de estudio y la visibilidad, factores que determinan el ancho de los transectos y esta a su vez es afectada por los

factores como: tipo de hábitats, cobertura vegetal, relieve y horario de muestreo (Gallina y López, 2011).

Por otro lado, considerando la intensidad de muestreo se estimó el error de muestreo el cual correspondió a 0.19 %, este valor es inferior al 5 % permisible por lo que el muestreo realizado se considera **estadísticamente aceptable y la muestra representativa**.

La selección de los sitios obedeció a los siguientes criterios:

- Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el polígono del proyecto y el SAR, esto de acuerdo al conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000, serie VI (INEGI, 2017).
- El grado de perturbación.
- Zonas de transición entre los tipos de vegetación.
- Fragilidad de los ecosistemas por medio de un mayor número de muestreos en zonas con vegetación natural, además de la inclusión de zonas sin vegetación natural, las cuales suelen ser empleadas por especies características de sitios perturbados. Con dicha información será posible representar de manera general la calidad de los ecosistemas presentes.
- La presencia de cuerpos de agua: ríos y arroyos (temporales y permanentes), lagunas, etc.
- Las características topográficas del área del proyecto y el SAR.
- Vías de acceso.

#### **IV.3.3.1. Esfuerzo de muestreo**

El esfuerzo de muestreo viene a ser la cantidad total de unidades de muestreo desplegadas o efectuadas en un determinado hábitat, ecosistema o área de interés, y en una ubicación temporal determinada. La implementación de las unidades de muestreo tiene como finalidad

establecer o conocer ciertas características de una comunidad, población animal u otros elementos (Magurran y Mc Gill, 2011).

Como se mencionó anteriormente, para poder establecer los sitios de muestreo se determinó el esfuerzo y error de muestreo, considerando la longitud y amplitud de los transectos. La intensidad o esfuerzo de muestreo es un parámetro de gran relevancia para expresar el esfuerzo realizado durante las campañas de levantamiento de datos. La estimación se realizó mediante la siguiente fórmula tomada de Romahn-De la Vega y Ramírez (2010):

$$f = \frac{n}{N} * 100$$

Donde:

$f$  = Intensidad (esfuerzo) de muestreo (%)

$n$  = Tamaño de la muestra

$N$  = Tamaño de la población

Para conocer el error muestral, se empleó la ecuación utilizada por Infante y Zárate (1986), quienes establecen la siguiente fórmula para proporciones finitas con un nivel de confiabilidad del 95 %:

$$e = 0.98 \sqrt{\frac{(N - n)}{[(N * n) - n]}}$$

Donde:

$E$ =error muestral

$N$ =tamaño de la población

$n$ =tamaño de la muestra

De acuerdo con las fórmulas anteriores, para obtener una intensidad de muestreo de 5.332 % se realizaron 26 transectos de 500 m de largo por 20 m de ancho, con estos valores se obtiene un error de muestreo del 0.187 %.

**Tabla IV.37 Intensidad y error de muestreo para el muestreo de fauna.**

Muestreo Fauna		Vegetación
<b>P (Ha)</b>	Superficie total del proyecto en hectáreas	487.55
<b>l</b>	Longitud de la unidad de muestreo	500
<b>a</b>	Amplitud de la unidad de muestreo	20
<b>n(m<sup>2</sup>)</b>	Superficie por unidad de muestreo en m <sup>2</sup>	10,000
<b>N (m2)</b>	(Esfuerzo) superficie total de muestreo en m <sup>2</sup>	260,000
<b>Cálculo</b>		
<b>e (%)</b>	Error muestral en porcentaje	<b>0.187%</b>
<b>Intensidad de muestreo (%)</b>	Porcentaje de muestreo	<b>5.332 %</b>

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los transectos realizados dentro del área del proyecto, posterior a la cual se muestra la figura de la distribución de los sitios, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación.

**Tabla IV.38 Coordenadas de los transectos realizados en el área del proyecto Datum: WGS84 Zona 13Q.**

ID	Transecto Campo	Coordenadas			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
<b>1</b>	TAP27	590665	2131832	590177	2131694
<b>2</b>	TAP29	590347	2131618	589912	2131369
<b>3</b>	TAP01	589796	2131309	589871	2130806
<b>4</b>	TAP02	590372	2130757	590146	2131203
<b>5</b>	TAP20	590775	2131869	591231	2131686
<b>6</b>	TAP18	590740	2131972	591238	2131969
<b>7</b>	TAP16	591118	2132198	590666	2132152
<b>8</b>	TAP37	591220	2131387	591498	2130964
<b>9</b>	TAP35	590919	2131040	591119	2131480
<b>10</b>	TAP33	590575	2131271	590835	2130835
<b>11</b>	TAP31	590251	2131280	590735	2131421
<b>12</b>	TAP45	591750	2132020	591568	2132482
<b>13</b>	TAP47	591695	2132509	592172	2132680
<b>14</b>	TAP24	592288	2132431	591803	2132331
<b>15</b>	TAP41	591957	2132179	591872	2131684
<b>16</b>	TAP43	592208	2132112	592684	2131945
<b>17</b>	TAP23	592735	2132180	592395	2132561



ID	Transecto Campo	Coordenadas			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
18	TAP07	591772	2130804	591781	2131312
19	TAP39	591587	2131225	591515	2131723
20	TAP25	591022	2130848	591557	2130809
21	TAP21	592123	2130747	592446	2131115
22	TAP04	592729	2131737	592240	2131835
23	TAP05	592219	2131720	592386	2131239
24	TAP06	592329	2131182	591878	2131417
25	TAP26	591972	2133221	592036	2132726
26	TAP28	591492	2132590	591075	2132311

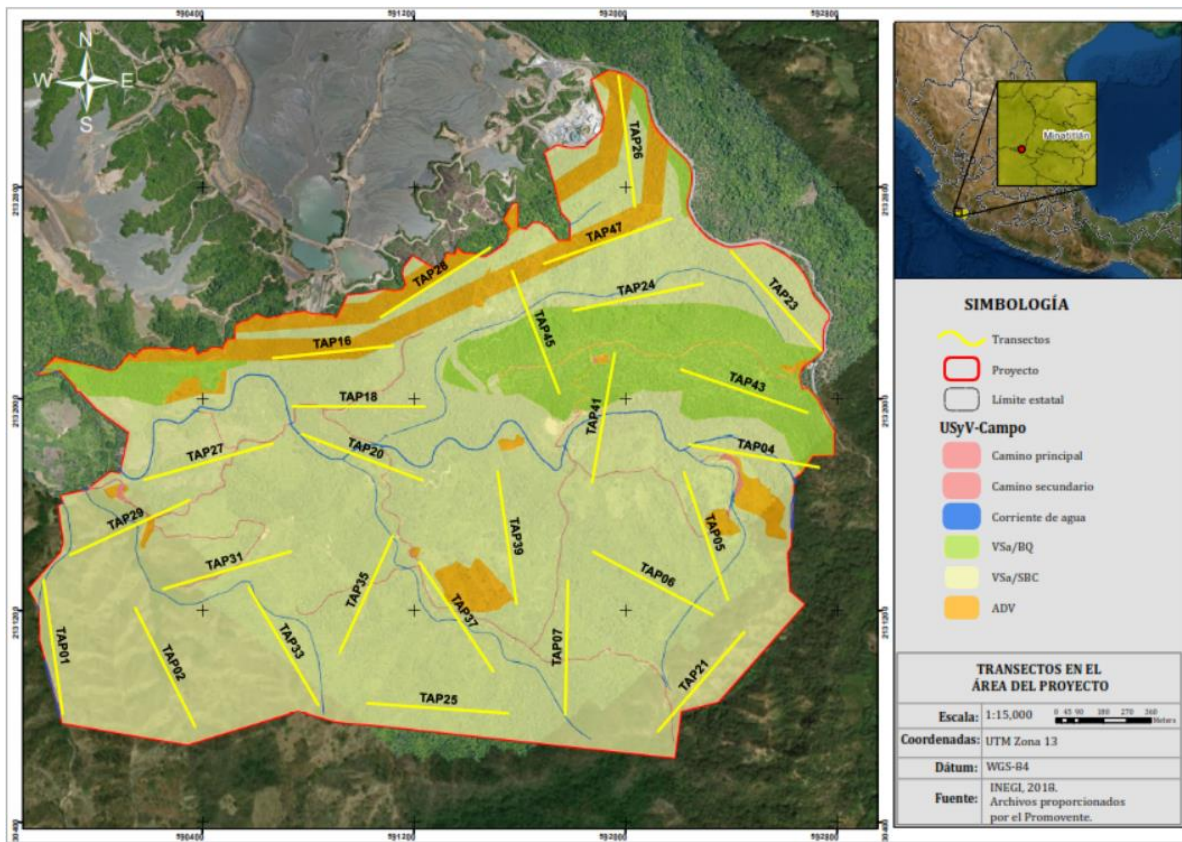


Figura 38.. Ubicación de los sitios de muestreo para fauna silvestre dentro del área del proyecto.

Por otro lado, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los sitios de muestreo realizados en el SAR.

Tabla IV.39. Coordenadas de los transectos realizados en el SAR.

ID	Transecto Campo	Coordenadas			
		Inicial		Final	
		X	Y	X	Y
1	TUHF01	593633	2132693	593429	2133159
2	TUHF02	589728	2131115	589782	2130620
3	TUHF03	589632	2131100	589811	2131568
4	TUHF04	593152	2132145	593535	2131841
5	TUHF05	592831	2131719	593259	2131443
6	TUHF06	589270	2132794	589670	2132506
7	TUHF07	587612	2134285	587422	2133821
8	TUHF08	587620	2133954	588126	2133936
9	TUHF09	591853	2133640	591503	2133986
10	TUHF10	591957	2133970	592435	2133838
11	TUHF11	588986	2131884	589041	2131388
12	TUHF12	590514	2135635	590387	2136078
13	TUHF13	589478	2131300	589281	2131774
14	TUHF14	587981	2133736	587698	2133336
15	TUHF15	591433	2134908	591674	2135352
16	TUHF16	593800	2130419	593951	2130903
17	TUHF17	589130	2135984	589289	2136464
18	TUHF18	589551	2136488	589478	2135987
19	TUHF19	591901	2136191	592066	2135700
20	TUHF20	594401	2131900	594838	2132178
21	TUHF21	594741	2132416	595242	2132465
22	TUHF22	595085	2132016	595549	2132205
23	TUHF23	591561	2135547	591761	2136013
24	TUHF24	593691	2131039	593522	2130567
25	TUHF25	593631	2130174	593807	2129707
26	TUHF26	591646	2136414	591167	2136596

En complemento de lo anterior, en la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se muestra la distribución de los sitios de muestreo.



El registro de vertebrados dentro de los transectos se llevó a cabo de acuerdo con las características de cada grupo, como se describe a continuación.

#### **a) Clase Amphibia**

La búsqueda de anfibios se realizó a una velocidad constante, a través de una búsqueda exhaustiva sobre y debajo de troncos, piedras y hojarasca que se encuentren en los transectos (Manzanilla y Péfaur, 2000). Para el caso del muestreo del área del proyecto y el SAR, se realizaron recorridos a través de un procedimiento aleatorio y en zigzag, contabilizando a todos los organismos observados. En los cuerpos de agua se realizó una búsqueda directa.

Dado que los anfibios son organismos muy susceptibles a la radiación solar y son muy dependientes de la humedad, para su muestreo se tomaron en cuenta sus horarios de restricción de actividad (horas más cálidas del día), y los transectos fueron orientados perpendicularmente, siguiendo el cauce, este es un método eficiente y muy poco dispendioso, en donde se registran con la misma facilidad las especies arborícolas, las cripticas, las fatorias y de la hojarasca (Angulo et al., 2006).

Para la identificación de las especies se utilizó la bibliografía de Casas-Andréu y McCoy, 1979; Flores-Villela et al., 1995; Cruz et al., 2008; Santiago et al., 2012 y Chávez-Ávila et al., 2015.

#### **b) Clase Reptilia**

El avistamiento de reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable efectuar conteos de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y en tiempo (Gallina y López, 2011).

El muestreo para este grupo consistió en una búsqueda intensiva revisando debajo de rocas, troncos y otros objetos en los que se pueden refugiar. Esta actividad se realizó durante los periodos de mayor actividad de esta clase, también se utilizaron ganchos o bastones herpetológicos para remover hojas, piedras y troncos (Aguirre-León 2009).

Finalmente, se llevó a cabo el registro fotográfico de cada una de las especies avistadas, así como también el conteo, registro de la localización en coordenadas geográficas, altitud y tipo de vegetación (Ceballos, 2011). Para la determinación taxonómica se utilizaron las claves de Casas-Andréu y McCoy, 1979; Cruz *et al.*, 2008; Santiago *et al.*, 2012 y Chávez-Ávila *et al.*, 2015.

### **c) Clase Mammalia**

Para el caso de los mamíferos medianos y grandes se emplearon técnicas de seguimientos, observación directa y conteo de rastros (excretas, huellas, pelos). También se realizó la búsqueda de restos de mamíferos a lo largo de arroyos y veredas, tal como lo sugiere Aranda, 2012. Para la aplicación de esta metodología se realizaron caminatas de forma aleatoria en el interior de área total de cada transecto (Cruz-Bazán *et al.*, 2017).

La evidencia se recabo a través de fotografías digitales con escala, para su posterior identificación a través de la literatura especializada (Reid, 2006 y Aranda-Sánchez, 2012).

La búsqueda y registro de madrigueras habitadas se hizo a lo largo de los transectos. Considerando en todo momento que las madrigueras activas se caracterizan por la presencia de pelos, tierras removidas, excretas, alimento y huellas (Bautista-Zúñiga, 2011).

### **d) Clase Aves**

El registro de las aves se llevó a cabo por medio de métodos directos de avistamientos e identificación de cantos y nidos a lo largo de los transectos. Los avistamientos se realizaron a simple vista y con la ayuda de binoculares y cámaras fotográficas de alta resolución.

Con el objetivo de tener una muestra amplia y representativa de las aves presentes tanto en el área del proyecto como en el SAR se empleó el método de transectos, el cual es similar al de puntos de conteo con la diferencia de que el evaluador registra las aves detectadas mientras camina en línea recta o dentro de una franja (transecto), sin retroceder, detenerse o mirar hacia atrás. Esta técnica puede utilizarse alternativamente al método de puntos de conteo siempre que el ambiente sea abierto y ampliamente homogéneo (Loyola *et al.*, 2015).

Este método se recomienda en los estudios de avifauna siempre que se especifique las características de tiempo de duración de cada evento, distancia mínima entre puntos, horario de evaluación, y otras características del método que haga posible replicar el muestreo (Salinas *et al.*, 2007). En casos donde fue baja la visibilidad por las condiciones vegetales del sitio, y se tuvo claridad en el canto de las aves, se realizó la búsqueda del ejemplar y poder tomar la evidencia fotográfica para su correcta identificación, tal como lo recomienda Ralph y colaboradores (1996).

La identificación de aves se llevó a cabo a través de las guías de Davis (1972), Howell y Webb, 1995; Hilty, 2003, Van Perlo, 2006, Peterson y Chalif, 2008, Dunn y Aldederfer, 2017 y la App para móvil Merlin Bird ID de Cornell Lab of Ornithology, en tanto a los criterios taxonómicos seguidos fueron de acuerdo a la Ornithologist's Union (AOU).

#### **IV.3.3.2. Nidos**

Registro de nidos presentes dentro del polígono del proyecto y el SAR. El método consistió en registrar todos los nidos observados determinando el estatus en que se encontraba de acuerdo a las siguientes características:

- Activo: para los nidos que se encontraran con puesta de huevos.
- Inactivos: para aquellos que a pesar de ser utilizados nos presentan puesta.
- Abandonado: para los nidos destruidos o en malas condiciones
- Construcción: para nidos en formación.

Finalmente se tomaron las coordenadas geográficas de cada nido (Bautista-Zúñiga, 2011).

#### **IV.3.3.3. Trampeo**

##### **a) Fototrampas**

Muchas especies son difíciles de observar debido a sus patrones de conducta, bajas densidades y carácter elusivo, entre otras razones (Wilson *et al.*, 1996; Karanth *et al.*, 2004a), por lo que fue necesario implementar técnicas y protocolos que nos permitan obtener suficiente información

sobre sus poblaciones que sea útil en la toma de decisiones para su manejo y su conservación en el largo plazo.

Con la finalidad de obtener más datos se utilizó el método de fototrampeo, lo cual es utilizado para las especies de mayor tamaño, de hábitos nocturnos y de difícil observación. Las trampas cámaras se ubicaron sobre senderos o dentro de cada una de las unidades de muestreo, tratando de abarcar la mayor área posible. Se colocaron dos cámaras trampa mismas que se aseguraron a los árboles con un cinchillo a una altura aproximada de 30 cm desde el suelo, se utilizó un tipo cebo (manteca de cerdo), la cual se roció hasta llegar a las trampas cámaras, esto para atraer a los organismos y de esta manera poder ser registrados por las cámaras. La identificación de los individuos se llevó a cabo de acuerdo con la literatura especializada (Aranda-Sánchez, 2012).

#### **IV.3.4. Análisis de datos**

Los datos obtenidos en campo fueron procesados y se obtuvo la riqueza de especies en términos absolutos y de abundancia relativa. La diversidad y la equidad de especies se estimó mediante los índices de Margalef, Shannon-Wiener y de Simpson. Estos índices fueron obtenidos con el programa Past3 (Hammer *et al.*, 2001). Para probar si las muestras provienen de poblaciones con medias iguales, se corrió una prueba *t* de Student con los índices Shannon-Wiener (Hammer *et al.*, 2001; Moreno, 2001) y de dominancia de Simpson (Hammer *et al.*, 2001). Además, se aplicó el índice de Morisita (Diversidad Beta) con el propósito de conocer la similitud existente en la composición de especies entre la comunidad del proyecto y el SAR. De igual manera, se sacó la curva de acumulación de especies tanto para el SAR como el área del proyecto.

##### **IV.3.4.1. Riqueza y abundancia**

De acuerdo con Moreno (2001), la riqueza específica es el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

###### **a) Índice de Diversidad de Margalef**

El índice de diversidad de Margalef ( $D_{mg}$ ) transforma el número de especies por muestra en una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Moreno, 2001); y

aunque depende fuertemente del esfuerzo de muestreo, es un índice intuitivamente significativo y puede jugar un rol útil en la investigación de diversidad biológica (Magurran, 2004). Se define como:

$$D_{MG} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

En donde  $S$  es el número de especies y  $N$  es el número total de individuos.

Usando  $S-1$ , en lugar de  $S$ , da  $D_{MG}$  es igual a 0 cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

#### **b) Índice de Abundancia Relativa (IART)**

El índice de abundancia relativa (IART) o abundancia proporcional (Moreno, 2001) se define como:

$$p_i = n_i / N$$

En donde  $p_i$  es la abundancia relativa,  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ , y  $N$  es el número total de individuos.

### **IV.3.4.2. Índices de Dominancia**

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

#### **a) Índice de Simpson**

El índice de Simpson ( $D$ ), una de las medidas más significativas y robustas de diversidad disponibles (Magurran, 2004). Es un índice de dominancia influenciado por las especies más dominantes (Moreno, 2001) que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, también provee una buena estimación de



diversidad para muestras relativamente pequeñas y puede expresar la diversidad cuando se presenta de la forma 1- D (Magurran, 2004).

El índice de Simpson se define como:

$$D = \sum \left( \frac{ni}{N} \right)^2$$

Mientras que el índice de diversidad de Simpson, según Krebs (1985), es:

$$1 - D = 1 - \sum \left( \frac{ni}{N} \right)^2$$

En donde  $ni$  es el número de individuos (o frecuencia) de la especie  $i$ , y  $N$  es el número total de individuos en la muestra. Dominancia Simpson: manifiesta la probabilidad de que los datos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Puede expresarse en % o probabilidad.

#### IV.3.4.3. Índices de Equidad

##### a) Índice de Shannon-Wiener

El índice de Shannon-Wiener se basa en el razonamiento, bajo el cual, la diversidad en un sistema natural puede ser medida, de una manera similar, como la información contenida en un mensaje o en un código (Magurran, 2004). Se define como:

$$H' = - \sum \frac{ni}{N} \ln \left( \frac{ni}{N} \right)$$

En donde  $ni$  es el número de individuos de la especie  $i$ , y  $N$  es el número total de individuos.

#### IV.3.4.4. Índices de Similitud

##### a) Índice de Morisita-Horn

A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc) (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984), que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras. (Moreno, 2001; Álvarez *et al.*, 2004; Ferriol y Merle, 2012).

Por lo tanto, es necesario conocer índices que trabajen con datos de abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos. (Moreno, 2001; Álvarez, *et al.*, 2004). Estos índices expresan la semejanza entre dos muestras considerando la composición de especies y sus abundancias (Álvarez *et al.*, 2004).

El índice de Morisita-Horn relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y totales (Magurran, 1988; Álvarez *et al.*, 2004) y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_{M-H} = \frac{2\sum(an_i \times bn_j)}{(da + db)aN \times bN}$$

Donde

$an_i$ = Número de Individuos de la  $i$ -ésima especie en el sitio A

$bn_j$ = Número de Individuos de la  $j$ -ésima especie en el sitio B

$$da = \frac{\sum an_i^2}{aN^2}$$

$$db = \frac{\sum bn_j^2}{bN^2}$$

#### IV.3.4.5. Curvas de acumulación de especies

De acuerdo con Villareal y colaboradores (2004), una curva de acumulación de especies es una herramienta que se emplea para calcular el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Su aplicación resulta de gran interés e importancia al momento de realizar estimaciones de la diversidad alfa de una determinada zona de muestreo, considerando que al basarse en el concepto de muestreo únicamente es posible realizar aproximaciones basadas en la probabilidad que tienen los diferentes individuos pertenecientes a cualquiera de las posibles especies. Escalante (2003) explica que las curvas de acumulación de especies muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota.

Los siguientes beneficios del uso de curvas de acumulación de especies son mencionados por Jiménez-Valverde y Hortal (2003):

- 1) Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- 2) Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- 3) Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Existen diferentes estimadores para el cálculo de especies (González-Oreja *et al.*, 2010; Villareal *et al.*, 2004), dentro de los cuales es común usar los de la serie Chao, que consiste en métodos no paramétricos, los cuales se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado (Villareal *et al.*, 2004).

Chao 1: se utiliza cuando se tienen datos de abundancia, es de los más rigurosos.

Chao 2: estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

Para los cálculos se utilizó el programa de uso libre EstimateS 9.1.0, elaborado por Robert K. Colwell en 1994, para lo cual se calcularon los estimadores Chao 1 y Chao 2.

### **IV.3.5. Especies Protegidas**

#### **IV.3.5.1. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**

Al igual que para la flora, el listado de especies observadas durante los muestreos de vertebrados silvestres dentro del área del proyecto y en el SAR, se cotejó con la lista de especies incluidas en la Modificación al Anexo Normativo III de la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010. Norma que establece las categorías de protección ambiental para las especies de flora y fauna silvestres nativas de México, así como las especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Referente a las categorías de riesgo que identifica esta norma, fueron previamente descritas en el apartado de flora.

### **IV.3.6. Especies Endémicas**

Con base en el listado obtenido de la caracterización de vertebrados terrestres, se procedió a elaborar una tabla en donde se muestra las categorías de endemismo de las especies registradas, para lo cual se revisaron los siguientes documentos especializados y las siguientes bases de datos en línea:

- Enciclovida (CONABIO, 2019)
- Naturalista (CONABIO,2019)
- Avesmx (CONABIO,2019)
- Red List (IUCN, 2019)
- THE REPTILE DATABASE (2019)
- NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Lista Actualizada de especies y nombres comunes de las aves (Berlanga et al., 2015 y 2017)

Las categorías de endemismo se tomaron de acuerdo con lo descrito en la lista actualizada de especies y nombres comunes de las aves de México (Berlanga *et al.*, 2015) las cuales son las siguientes:

**Especies Endémicas (EN):** son aquellas cuya distribución geográfica se encuentra restringida a los límites políticos del territorio mexicano.

**Especies Semiendémicas (SE):** aquellas especies cuya población completa se distribuye únicamente en México durante cierta época del año.

**Especies Cuasiendémicas (CE):** son las especies que tienen áreas de distribución que se extienden ligeramente fuera de México hacia algún país vecino ( $\leq 35\ 000\text{km}^2$ ) debido a la continuidad de los hábitats.

### IV.3.7. Estacionalidad de Aves

Para este apartado, se generó una tabla en donde se muestran las categorías de estacionalidad de las especies de aves registradas, para lo cual se revisaron los siguientes documentos y bases de datos en línea:

- Avesmx (CONABIO,2019)
- Lista Actualizada de especies y nombres comunes de las aves (CONABIO, 2015 y 2017).

Las categorías de estacionalidad y residencia se tomaron de acuerdo con lo descrito en la lista actualizada de especies y nombres comunes de las aves de México (CONABIO, 2015) las cuales son las siguientes:

**Residentes (R):** especies que viven a lo largo de todo el año en una misma región.

**Migratorias de Invierno (MI):** especies que se reproducen al norte del continente y pasan el invierno en México y más a sur, por lo general entre los meses de septiembre y abril.

**Migratorias de Verano (MV):** son las especies que están registradas en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano, por lo general entre marzo y septiembre.

**Transitorias (T):** especies que durante la migración van de paso por nuestro país para dirigirse a sus áreas de invernación al sur en el otoño, o hacia sus áreas de reproducción al norte durante la primavera.

**Accidentales (A):** especies cuya presencia en México es rara o irregular, por ejemplo, individuos en dispersión que están fuera de sus áreas de distribución habitual, o individuos que han sido arrastrados por fenómenos meteorológicos extremos como huracanes y tormentas.

**Oceánicas (O):** representadas por las especies de aves pelágicas que pasan la mayor parte del tiempo en mar abierto, y que por lo general se reproducen en islas. Si bien esta última no es una categoría de residencia, se permite destacar su presencia regular en el mar abierto durante la mayor parte del año.

#### **IV.3.8. Resultados del trabajo en campo para fauna en el SAR y área del proyecto.**

Se realizó un muestreo recorriendo un total de 26 transectos para la zona del proyecto y 26 transectos para el área del SAR, con la finalidad de comparar las comunidades de fauna silvestre presente en ambas zonas (proyecto y SAR).

##### **IV.3.8.1. Riqueza de especies**

La riqueza de vertebrados terrestres registrada para el **área del proyecto** está conformada por cuatro clases (Amphibia, Reptilia, Aves y Mammalia), obteniéndose un total de 19 órdenes, 38 familias, 54 géneros y 63 especies. La clase de Aves fue la más conspicua ya que presentó mayor riqueza, con 44 especies distribuidas en 12 órdenes, 23 familias y 37 géneros, le sigue en importancia la clase Reptilia con 10 especies contenidas en dos órdenes, siete familias y ocho géneros, continuando, la clase Mammalia presentó siete especies pertenecientes a cuatro órdenes, seis familias y siete géneros. Con respecto a la clase Amphibia, se registraron dos especies distribuidas en un orden, dos familias y dos géneros.

La riqueza de vertebrados terrestres en el **SAR**, está conformada por cuatro clases, 24 órdenes, 56 familias, 101 géneros y 122 especies. La clase mejor representada es la de las Aves donde se registraron 15 órdenes, 32 familias, 69 géneros y 86 especies, seguido de la clase Reptilia con 18

especies pertenecientes a dos órdenes, 11 familias y 15 géneros, por último, se encuentra la clase Mammalia con 12 especies, seis ordenes, nueve familias y 12 géneros.

Mediante la siguiente tabla se presenta la diversidad de especies de fauna registradas mediante los trabajos de campo, tanto en el SAR como en el área del proyecto.

**Tabla IV.40. Especies registradas dentro el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional.**

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	Área del proyecto	SAR
1	Aves	Apodiformes	Trochilidae	Amazilia	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	X	X
2	Reptilia	Squamata	Dactyloidae	Anolis	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	X	X
3	Aves	Apodiformes	Trochilidae	Archilochus	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra	X	X
4	Aves	Pelecaniformes	Ardidae	Ardea	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	-	X
5	Reptilia	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	X	X
6	Reptilia	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	X	X
7	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Attila	<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero atila	X	X
8	Aves	Passeriformes	Parulidae	Basileuterus	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	-	X
9	Reptilia	Squamata	Corytophanidae	Basiliscus	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	-	X
10	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Bassariscus	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	-	X
11	Reptilia	Squamata	Boidae	Boa	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	-	X
12	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	X	X
13	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	X	X
14	Aves	Passeriformes	Corvidae	Calocitta	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	X	X
15	Aves	Piciformes	Picidae	Campephilus	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plateado	-	X
16	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca serrana	-	X
17	Aves	Passeriformes	Icteridae	Cassiculus	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	X	X
18	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	X	X
19	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal pico naranja	-	x
20	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de anteojos	-	x
21	Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	Chloroceryle	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	-	x
22	Aves	Strigiformes	Strigidae	Ciccaba	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	X	X
23	Aves	Piciformes	Picidae	Colaptes	<i>Colaptes auricularis</i>	Carpintero corona gris	-	x
24	Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	X	X



ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	Área del proyecto	SAR
25	Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pico Rojo	X	X
26	Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	-	X
27	Mammalia	Carnivora	Mephitidae	Conepatus	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca	-	X
28	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Contopus	<i>Contopus pertinax</i>	Pamoscas Jose Maria	-	X
29	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	X	X
30	Amphibia	Anura	Craugastoridae	Craugastor	<i>Craugastor occidentalis</i>	Rana ladradora costeña	-	X
31	Reptilia	Squamata	Viperidae	Crotalus	<i>Crotalus basiliscus</i>	Cascabel del Pacífico	-	X
32	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	X	X
33	Reptilia	Squamata	Iguanidae	Ctenosaura	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	X	X
34	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Cyanocompsa	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azulnegro	X	X
35	Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	Chara de San Blas	-	X
36	Aves	Apodiformes	Trochilidae	Cynanthus	<i>Cynanthus auriceps</i>	Esmeralda mexicana	X	X
37	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasypus	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas	X	X
38	Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	Dicotyles	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	X	X
39	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	-	X
40	Reptilia	Squamata	Colubridae	Drymarchon	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	-	X
41	Reptilia	Squamata	Colubridae	Drymobius	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de petatillos	-	X
42	Aves	Piciformes	Picidae	Dryobates	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero Mexicano	-	X
43	Aves	Piciformes	Picidae	Dryocopus	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	-	X
44	Aves	Pelecaniformes	Ardidae	Egretta	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	-	X
45	Amphibia	Anura	Eleutherodactylidae	Eleutherodactylus	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana fisgona deslumbrante	-	X
46	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	<i>Empidonax affinis</i>	Papamoscas pinero	-	X
47	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca	-	X
48	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas amarillo del pacifico	X	X
49	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas chico	X	X

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	Área del proyecto	SAR
50	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	<i>Empidonax oberholseri</i>	Papamoscas Matorralero	X	X
51	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Eudocimus	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	-	X
52	Aves	Passeriformes	Fringillidae	Euphonia	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	X	X
53	Aves	Psittaciformes	Psittacidae	Eupsittula	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	X	X
54	Aves	Passeriformes	Parulidae	Geothlypis	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe lores negros	-	X
55	Reptilia	Squamata	Teiidae	Holcosus	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	X	X
56	Aves	Passeriformes	Icteriidae	Icteria	<i>Icteria virens</i>	Chipe grande	-	X
57	Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus bullockii</i>	Calandria Cejas Naranjas	X	X
58	Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado	X	X
59	Amphibia	Anura	Bufo	Incilius	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	X	X
60	Amphibia	Anura	Bufo	Incilius	<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapito pinto de Mazatlán	-	X
61	Reptilia	Testudines	Kinosternidae	Kinosternon	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	X	X
62	Aves	Passeriformes	Parulidae	Leiostyris	<i>Leiostyris ruficapilla</i>	Chipe cabeza gris	-	X
63	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Lepidocolaptes	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos Mexicano	X	X
64	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	-	X
65	Reptilia	Squamata	Dipsadidae	Manolepis	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada	X	X
66	Reptilia	Squamata	Colubridae	Mastigodryas	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	X	X
67	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Megarynchus	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	-	X
68	Aves	Piciformes	Picidae	Melanerpes	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	X	X
69	Aves	Piciformes	Picidae	Melanerpes	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	-	X
70	Aves	Passeriformes	Mimidae	Melanotis	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	-	X
71	Aves	Passeriformes	Parulidae	Mniotilta	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	-	X
72	Aves	Passeriformes	Icteridae	Molothrus	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	-	X
73	Aves	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela	X	X
74	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Morococcyx	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cuclillo terrestre	-	X
75	Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	Mycteria	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	X	X

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	Área del proyecto	SAR
76	Aves	Passeriformes	Turdidae	Myadestes	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	-	X
77	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	X	X
78	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón	X	X
79	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiodynastes	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado común	-	X
80	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiozetetes	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	X	X
81	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Nasua	<i>Nasua narica</i>	Coatí	X	X
82	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Notocitellus	<i>Notocitellus annulatus</i>	Ardilla de Tierra de Cola Anillada	-	X
83	Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	Odocoileus	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	X	X
84	Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	-	X
85	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Passerina	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado	X	X
86	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Peucaea	<i>Peucaea humeralis</i>	Zacatonero pecho negro	-	X
87	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Peucaea	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	X	X
88	Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	-	X
89	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Pheucticus	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo trigrillo	X	X
90	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Piaya	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo	X	X
91	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja	X	X
92	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	X	X
93	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Procyon	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X	X
94	Reptilia	Testudines	Geoemydidae	Rhinoclemmys	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	Tortuga de monte pintada	-	X
95	Aves	Passeriformes	Rhodinocichlidae	Rhodinocichla	<i>Rhodinocichla rosea</i>	Tangara pecho rosa	-	X
96	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Saltator	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Gris	X	X
97	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Sayornis	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	-	X
98	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus	<i>Sceloporus bulleri</i>	Lagartija espinosa de Buller	-	X
99	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro	X	X
100	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus	<i>Sceloporus utiformis</i>	Lagartija espinosa del Pacífico	X	X

ID	Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	Área del proyecto	SAR
101	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	<i>Sciurus coliaei</i>	Ardilla gris del pacifico	X	X
102	Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	X	X
103	Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga pitiayumi</i>	Chipe tropical	-	X
104	Amphibia	Anura	Hylidae	Smilisca	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	X	X
105	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Sporophila	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero rabadilla canelo	-	X
106	Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	-	X
107	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Thryophilus	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	X	X
108	Aves	Pelecaniformes	Ardidae	Tigrisoma	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	-	X
109	Aves	Passeriformes	Tityridae	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira puerquito	X	X
110	Amphibia	Anura	Hylidae	Tripurion	<i>Tripurion spatulatus</i>	Rana pico de pato del Pacífico	-	X
111	Aves	Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	X	X
112	Aves	Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	<i>Trogon elegans</i>	Coa elegante	X	X
113	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo Garganta Blanca	-	X
114	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso canela	-	X
115	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	X	X
116	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	X	X
117	Mammalia	Carnivora	Canidae	Urocyon	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X	X
118	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Urosaurus	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Cuije de árbol	-	X
119	Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	X	X
120	Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	-	X
121	Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo amarillo	-	X
122	Aves	Columbiformes	Columbidae	Zenaida	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	-	X

X= presencia, “-“= ausencia

Mediante el muestreo se registraron 122 especies de vertebrados terrestres, de las cuales, 86 pertenecen a la clase Aves, 18 a la clase Reptilia, 12 a la clase Mammalia y 6 la clase Amphibia. Se obtuvo un total de 1,003 registros, el 65.30 % corresponde a registros de la clase Aves, seguida de la clase Reptilia con el 21.44 %, por su parte la clase Mammalia obtuvo el 11.57 % del total de registros y finalmente el 1.69 % del total de registros corresponde a la clase Amphibia. En la siguiente tabla se muestra el número de especies y de individuos para cada clase dentro del área del proyecto y el SAR.

Tabla IV.41. Número de especies e individuos por clases registradas dentro el área del proyecto y el SAR.

Clase	Proyecto		SAR	
	Número de individuos	Número de especies	Número de individuos	Número de especies
Amphibia	3	2	14	6
Reptila	55	10	160	18
Aves	228	44	427	86
Mammalia	42	7	74	12
<b>Total</b>	<b>328</b>	<b>63</b>	<b>675</b>	<b>122</b>

### IV.3.9. Comparación entre el área del proyecto y el SAR

#### IV.3.9.1. Amphibia

En el **SAR** se registraron 14 individuos de 6 especies, mientras que en el área del proyecto se observaron un total de 3 individuos de **2 especies**. Dos individuos fueron del sapo Jaspeado (*Incilius marmoreus*) y el otro fue de la rana arborícola mexicana (*Smilisca baudinii*). En el SAR, la especie con mayor abundancia, al igual que en el área del proyecto, fue a *I. marmoreus* con el 57.14 %, e *Incilius mazatlanensis* (sapito pinto de Mazatlán) fue la segunda más abundante con el 14.29%. Se considera que la abundancia de estas especies está relacionada con los ciclos reproductivos que coinciden con la temporada de lluvias, provocando un incremento en su abundancia en función de la disponibilidad de refugio y alimento (Leyte-Manrique *et al.*, 2018).

Tabla IV.42. Índice de abundancia relativa de la Clase Amphibia para el área del proyecto y el SAR.

ID	Especie	Proyecto			SAR			
		Nombre común	Número de individuos (ni)	Pi	IART	Número de individuos (ni)	pi	IART
1	<i>Craugastor occidentalis</i>	Rana ladadora costeña	0	0.00	0.00	1	0.07	7.14
2	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana fisgona deslumbrante	0	0.00	0.00	1	0.07	7.14
3	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	2	0.67	66.67	8	0.57	57.14
4	<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapito pinto de Mazatlan	0	0.00	0.00	2	0.14	14.29
5	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola	1	0.33	33.33	1	0.07	7.14
6	<i>Triprrion spatulatus</i>	Rana pico de pato del Pacifico	0	0.00	0.00	1	0.07	7.14
<b>Número total de individuos (N)</b>			<b>3</b>	<b>1.00</b>	<b>100.00</b>	<b>14</b>	<b>1.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Número de especies (S)</b>			<b>2</b>			<b>6</b>		

IART= índice de abundancia relativa

Mediante la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se ilustra lo referido en la tabla anterior.

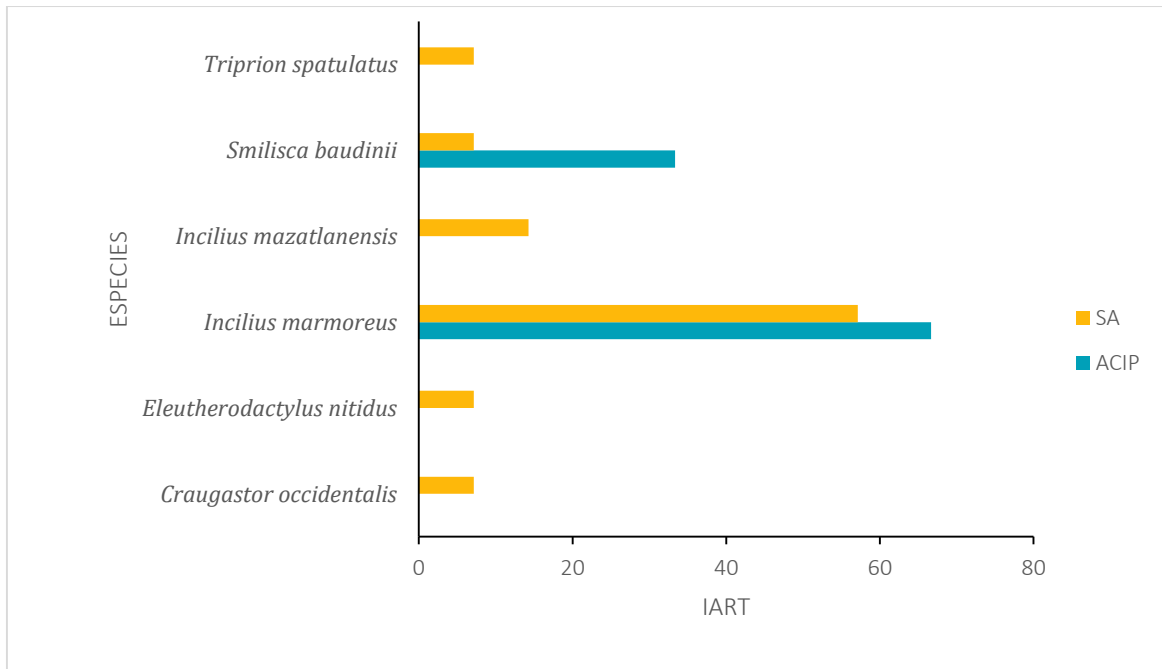


Figura 41. Índice de Abundancia relativa de la clase Amphibia para el área del proyecto y el SAR.

Respecto a los valores obtenidos con los índices de diversidad, el índice de dominancia de Simpson (D) presenta valores intermedios a la unidad (1), por lo que resalta la dominancia de unas cuantas especies en ambos sitios mostrando valores de 0.56 para el área del proyecto y 0.37 para el SAR, ya que valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie (Campo y Duval 2014). Por su parte, el índice de Shannon-Wiener muestra un valor de 0.64 para el área del proyecto y de 1.35 para el SAR, indicando que ambos sitios presentan una diversidad baja ya que los valores son inferiores a 2 (Graciano-Ávila *et al.* 2017). Finalmente, el índice de Margalef indica que ambas áreas presentan baja diversidad de anfibios, ya que se presentaron valores de 0.91 para el área del proyecto y 1.90 para el SAR, valores que son inferiores a 2 (Graciano-Ávila *et al.*, 2017).

Mediante la siguiente tabla se muestran los índices de diversidad para la clase Amphibia.

**Tabla IV.43. Índices de diversidad para la clase Amphibia en el área del proyecto y el SAR.**

Índice	Proyecto	SAR
Número de especies (S)	2	6
Número total de individuos (N)	3	14
Índice de dominancia de Simpson (D)	0.56	0.37
Diversidad de Simpson (1-D)	0.44	0.63
Índice de Shannon-Wiener (H')	0.64	1.35
H' Max	0.69	1.79
Índice de diversidad de Margalef (Dmg)	0.91	1.90
Equitatividad	0.92	0.75

#### IV.3.9.2. Reptilia

De la clase Reptilia, en el **SAR** se registraron 160 individuos de 18 especies, mientras que en el **área del proyecto** se observaron 55 individuos de **10 especies** con un total de. **Tanto en el área del SAR como del proyecto, la especie con mayor abundancia** es la lagartija espinosa del Pacífico (*Sceloporus utiformis*) con valores de 31.38 % y 50.91 % respectivamente. El huico de líneas de Jalisco (*Aspidoscelis lineattissimus*) le sigue en abundancia, la cual el área del SAR presentó un valor de 18.75 %, mientras que en el área del proyecto alcanzó un valor de 12.73 %.

La alta abundancia de *S. utiformis* tanto en el SAR como en el proyecto concuerda con lo citado por Ramírez-Bautista y colaboradores (2009) donde mencionan que las poblaciones de esta

especie en su área de distribución son abundantes mientras encuentren los sitios con recursos, lo cual indica que tanto en el SAR como en el área del proyecto se presenta la vegetación adecuada para su anidación y alimentación, factor que influye en su abundancia, siendo menos abundante dentro del área del proyecto.

Mediante la siguiente tabla se muestran los índices de abundancia para la clase Reptilia.

Tabla IV.44.. Valores de Índice de abundancia relativa de la Clase Reptilia para el área del proyecto y el SAR.

ID	Especie	Nombre común	Proyecto			SAR		
			Número de individuos (ni)	Pi	IART	Número de individuos (ni)	pi	IART
1	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	2	0.04	3.64	17	0.11	10.63
2	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la Costa de Jalisco	6	0.11	10.91	13	0.08	8.13
3	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de jalisco	7	0.13	12.73	30	0.19	18.75
4	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	0	0.00	0.00	2	0.01	1.25
5	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	0	0.00	0.00	1	0.01	0.63
6	<i>Crotalus basiliscus</i>	Cascabel del Pacífico	0	0.00	0.00	1	0.01	0.63
7	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana Mexicana de cola espinosa	1	0.02	1.82	4	0.03	2.50
8	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	0	0.00	0.00	1	0.01	0.63
9	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de petatillos	0	0.00	0.00	1	0.01	0.63
10	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	6	0.11	10.91	21	0.13	13.13
11	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	2	0.04	3.64	2	0.01	1.25
12	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada	1	0.02	1.82	2	0.01	1.25
13	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	1	0.02	1.82	1	0.01	0.63
14	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	Tortuga de monte pintada	0	0.00	0.00	1	0.01	0.63
15	<i>Sceloporus bulleri</i>	Lagartija espinosa de Buller	0	0.00	0.00	1	0.01	0.63
16	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro	1	0.02	1.82	10	0.06	6.25
17	<i>Sceloporus utiformis</i>	Lagartija espinosa del pacifico	28	0.51	50.91	51	0.32	31.88
18	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del Pacífico	0	0.00	0.00	1	0.01	0.63
<b>Número total de individuos (N)</b>			<b>55</b>		<b>100.00</b>	<b>160</b>		<b>100.00</b>



ID	Especie	Nombre común	Proyecto			SAR		
			Número de individuos (ni)	Pi	IART	Número de individuos (ni)	pi	IART
<b>Número de especies (S)</b>			<b>10</b>			<b>18</b>		

IART= índice de abundancia relativa

Mediante la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se ilustra lo referido en la tabla anterior.

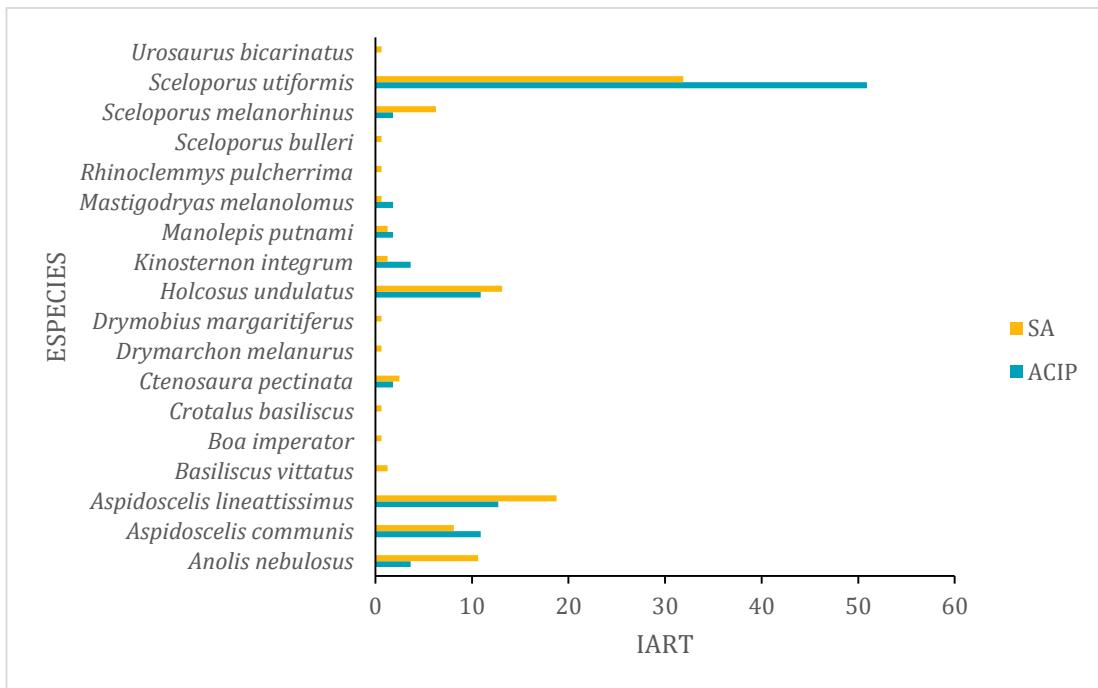


Figura 42. Índice de abundancia relativa de la clase Reptilia para el área del proyecto y el SAR.

De acuerdo con los análisis, **el área del proyecto presenta una menor riqueza de especies que el SAR**, la riqueza de especies en el proyecto corresponde a 10 especies, mientras que en el SAR es de 18 especies.

El índice de Dominancia de Simpson (D) indica que en ambas áreas las especies tienden a distribuirse de manera homogénea, mostrando valores de 0.30 para el área del proyecto y 0.18 para el SAR. En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener, el proyecto presenta un menor valor (1.62) respecto al SAR (2.07), por lo cual el valor obtenido muestra que el SAR presenta una

diversidad media, ya que su valor es mayor a 2 (Graciano-Ávila, 2017). Lo anterior es reforzado por el índice de Margalef, el cual muestra valores característicos de una diversidad media en ambas áreas, al presentar valores en el rango de 2 a 5, siendo de 2.25 para el área del proyecto y de 3.35 para el SAR (Margalef, 1995). Respecto a la equitatividad se obtuvieron valores cercanos a la unidad (1), lo cual indica que tanto el área del proyecto (0.70) como en el SAR (0.72) las especies comparten abundancias similares.

Mediante la siguiente tabla se muestran los índices de diversidad para la clase Reptilia.

**Tabla IV.45.. Índices de diversidad para la clase Reptilia en el área del proyecto y el SAR.**

Índice	Proyecto	SAR
Número de especies (S)	10	18
Número total de individuos (N)	55	160
índice de dominancia de Simpson (D)	0.30	0.18
Diversidad de Simpson (1-D)	0.70	0.82
índice de Shannon-Wiener (H')	1.62	2.07
H' Max	2.30	2.89
índice de diversidad de Margalef (Dmg)	2.25	3.35
Equitatividad	0.70	0.72

### IV.3.9.3. Aves

Dentro del **área del proyecto se registraron 44 especies**, representadas por 228 individuos. La especie más abundante fue el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) con el 14.04 % de los individuos, seguida del zopilote común (*Coragyps atratus*) y el zopilote aura (*Cathartes aura*) con el 10.09 % cada una. Por otro lado, en el SAR, de las 86 especies registradas las más abundantes fueron el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) con 11.71 % de los registros, y el zopilote aura (*Cathartes aura*) con un 7.03 % y finalmente el zopilote común (*Coragyps atratus*) 6.09 %.

En ambos sitios la especie con mayor Índice de Abundancia Relativa (IART) resultó ser *Eupsittula canicularis*, que, si bien presenta un mayor porcentaje en el proyecto, no significa que exista un mayor número de individuos, toda vez que en el área del SAR se registraron 50 individuos, mientras que en el área del proyecto solamente 32, es importante señalar que el número de

especies es mayor en el SAR, por lo que el total del Índice de abundancia se ve repartido entre el número total de especies y el número de individuos de estas.

Mediante la siguiente tabla se muestran los índices de abundancia para la clase de aves.

**Tabla IV.46.. Valores de Índice de abundancia relativa de la clase Aves para el área del proyecto y el SAR.**

ID	Especie	Nombre común	Proyecto			SAR		
			Número de individuos (ni)	Pi	IART	Número de individuos (ni)	Pi	IART
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	5	0.02	2.19	6	0.01	1.41
2	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra	2	0.01	0.88	3	0.01	0.70
3	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	0	0.00	0.00	4	0.01	0.94
4	<i>Attila spadiceus</i>	Mosquetero atila	2	0.01	0.88	1	0.00	0.23
5	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	0	0.00	0.00	10	0.02	2.34
6	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0.00	0.44	2	0.00	0.47
7	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	1	0.00	0.44	1	0.00	0.23
8	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	4	0.02	1.75	13	0.03	3.04
9	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plateado	0	0.00	0.00	3	0.01	0.70
10	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca serrana	0	0.00	0.00	2	0.00	0.47
11	<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano	9	0.04	3.95	8	0.02	1.87
12	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	23	0.10	10.09	30	0.07	7.03
13	<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal pico naranja	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
14	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de anteojos	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
15	<i>Chloroceryle americana</i>	Martin pescador verde	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
16	<i>Ciccaba virgata</i>	Bhúo café	2	0.01	0.88	5	0.01	1.17
17	<i>Colaptes auricularis</i>	Carpintero corona gris	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
18	<i>Columbina inca</i>	Tortilta cola larga	5	0.02	2.19	10	0.02	2.34
19	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	5	0.02	2.19	8	0.02	1.87
20	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	0	0.00	0.00	3	0.01	0.70
21	<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
22	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	23	0.10	10.09	26	0.06	6.09
23	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	0.01	1.32	7	0.02	1.64
24	<i>Cyanocopsa parvula</i>	Colorín azulnegro	1	0.00	0.44	4	0.01	0.94
25	<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	Chara de San Blas	0	0.00	0.00	5	0.01	1.17
26	<i>Cynanthus auriceps</i>	Esmeralda mexicana	1	0.00	0.44	2	0.00	0.47

ID	Especie	Nombre común	Proyecto			SAR		
			Número de individuos (ni)	Pi	IART	Número de individuos (ni)	Pi	IART
27	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
28	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
29	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
30	<i>Empidonax affinis</i>	Papamoscas pinero	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
31	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
32	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas amarillo del pacifico	1	0.00	0.44	1	0.00	0.23
33	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas chico	1	0.00	0.44	3	0.01	0.70
34	<i>Empidonax oberholseri</i>	Papamoscas matorralero	1	0.00	0.44	1	0.00	0.23
35	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
36	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	6	0.03	2.63	9	0.02	2.11
37	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	32	0.14	14.04	50	0.12	11.71
38	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe lores negros	0	0.00	0.00	2	0.00	0.47
39	<i>Icteria virens</i>	Chipe grande	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
40	<i>Icterus bullockii</i>	Calandria cejas naranjas	2	0.01	0.88	2	0.00	0.47
41	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado	4	0.02	1.75	13	0.03	3.04
42	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	Chipe cabeza gris	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
43	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos mexicano	1	0.00	0.44	2	0.00	0.47
44	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	0	0.00	0.00	3	0.01	0.70
45	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	0	0.00	0.00	2	0.00	0.47
46	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	4	0.02	1.75	5	0.01	1.17
47	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	0	0.00	0.00	2	0.00	0.47
48	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	0	0.00	0.00	2	0.00	0.47
49	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
50	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	0	0.00	0.00	2	0.00	0.47
51	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona canela	1	0.00	0.44	2	0.00	0.47
52	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cuclillo terrestre	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
53	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	1	0.00	0.44	1	0.00	0.23
54	<i>Myiadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23

ID	Especie	Nombre común	Proyecto			SAR		
			Número de individuos (ni)	Pi	IART	Número de individuos (ni)	Pi	IART
55	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	3	0.01	1.32	4	0.01	0.94
56	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas griton	4	0.02	1.75	3	0.01	0.70
57	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado común	0	0.00	0.00	3	0.01	0.70
58	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	5	0.02	2.19	13	0.03	3.04
59	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca palida	0	0.00	0.00	7	0.02	1.64
60	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado	2	0.01	0.88	2	0.00	0.47
61	<i>Peucaea humeralis</i>	Zacatonero pecho negro	0	0.00	0.00	3	0.01	0.70
62	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	2	0.01	0.88	4	0.01	0.94
63	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
64	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	1	0.00	0.44	1	0.00	0.23
65	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canelo	6	0.03	2.63	4	0.01	0.94
66	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja	16	0.07	7.02	9	0.02	2.11
67	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	9	0.04	3.95	7	0.02	1.64
68	<i>Rhodinocichla rosea</i>	Tangara pecho rosa	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
69	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	2	0.01	0.88	11	0.03	2.58
70	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
71	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	1	0.00	0.44	2	0.00	0.47
72	<i>Setophaga pitiayumi</i>	Chipe torpical	0	0.00	0.00	2	0.00	0.47
73	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero rabadilla canelo	0	0.00	0.00	5	0.01	1.17
74	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared sinaloense	3	0.01	1.32	7	0.02	1.64
75	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23
76	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira puerquito	21	0.09	9.21	19	0.04	4.45
77	<i>Trogon citreolus</i>	Coa citrina	5	0.02	2.19	17	0.04	3.98
78	<i>Trogon elegans</i>	Coa elegante	2	0.01	0.88	6	0.01	1.41
79	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo garganta blanca	0	0.00	0.00	3	0.01	0.70
80	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	0	0.00	0.00	3	0.01	0.70
81	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	1	0.00	0.44	1	0.00	0.23
82	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	3	0.01	1.32	6	0.01	1.41
83	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verde amarillo	1	0.00	0.44	3	0.01	0.70
84	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorgojeador	0	0.00	0.00	1	0.00	0.23

ID	Especie	Nombre común	Proyecto			SAR		
			Número de individuos (ni)	Pi	IART	Número de individuos (ni)	Pi	IART
85	<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo amarillo	0	0.00	0.00	4	0.01	0.94
86	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	0	0.00	0.00	2	0.00	0.47
Número total de individuos (N)			228	1	100.00	427	1	100.00
Número de especies (S)			44			86		

IART= índice de abundancia relativa

En la siguiente figura se muestran las 10 especies que presentaron mayor abundancia dentro del área del proyecto y el SAR.

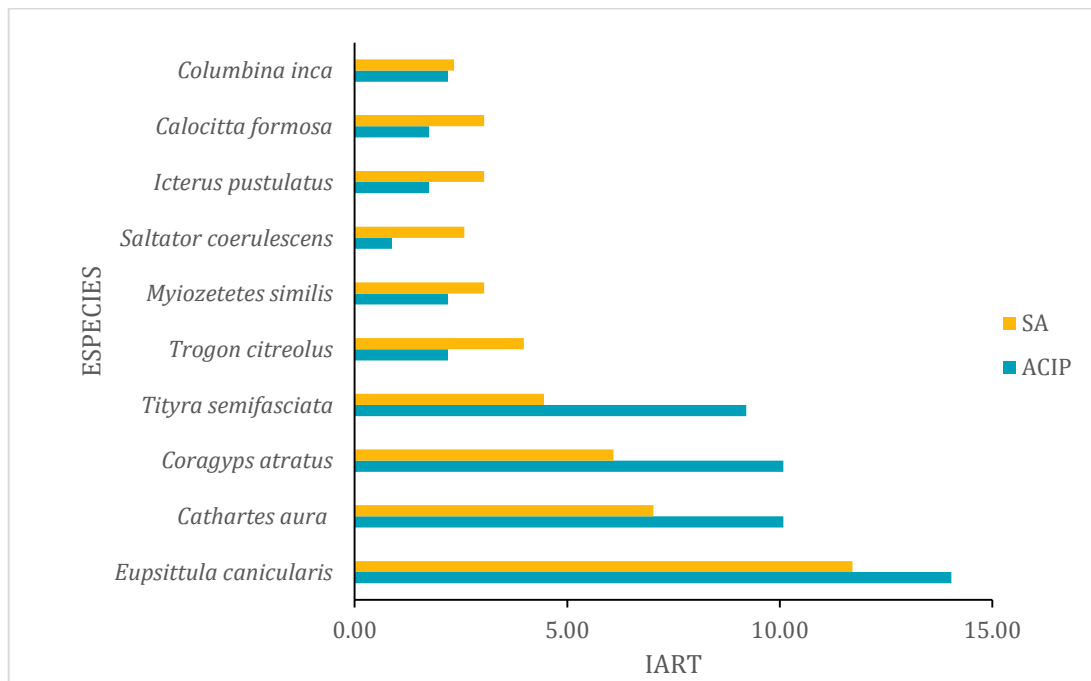


Figura 43. Índice de abundancia relativa de la clase Aves dentro del área del proyecto y el SAR.

Los valores obtenidos en relación a la riqueza específica para ambas comunidades, muestra que el SAR presentó mayor riqueza con 86 especies, mientras que el proyecto solamente registró 44 especies.

Conforme a los índices de diversidad, el índice de Shannon-Wiener presentó un valor de 3.85 para el SAR y de 3.19 en el área del proyecto, lo que indica que en el área del SAR se presenta

una diversidad alta al ser un valor superior a 3.5, mientras que en el proyecto la diversidad es media al ser un valor superior a 2 pero inferior a 3.5 (Graciano-Ávila, 2017). En cuanto al índice de dominancia de Simpson (D) se obtuvo un valor de 0.04 para el SAR y 0.06 para el proyecto, lo cual demuestra que tanto en el SAR como en el área del proyecto no existe una sola especie dominante, lo que se complementa con el índice de diversidad de Simpson (D-1), el cual muestra valores cercanos a la unidad (1), considerándose que ambas zonas presentan alta diversidad de acuerdo con este índice, siendo de 0.94 para el área del proyecto y de 0.96 en el SAR.

Por su parte, el índice de diversidad de Margalef presentó un valor de 7.92 para el área del proyecto y de 14.03 para el SAR, por lo que, aun cuando el valor fue superior en el SAR, ambos sitios se consideran de diversidad alta, ya que los valores son superiores a 5 (Margaleff, 1995). Respecto a los índices de equidad, se tienen valores superiores a 0.80, por lo que ambas comunidades tienden a ser homogéneas, ya que el valor de 1 significa que las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

Mediante la siguiente tabla se muestran los índices de diversidad para la clase Aves.

**Tabla IV.47. Índices de diversidad para la clase Aves en el polígono del proyecto y el SAR.**

Índice	Proyecto	SAR
Número de especies (S)	44	86
Número total de individuos (N)	228	427
índice de dominancia de Simpson (D)	0.06	0.04
Diversidad de Simpson (1-D)	0.94	0.96
índice de Shannon-Wiener (H')	3.19	3.85
H' Max	3.78	4.45
índice de diversidad de Margalef (Dmg)	7.92	14.03
Equitatividad	0.84	0.87

#### IV.3.9.4. Mammalia

En cuanto a la clase Mammalia, el área del **SAR** se encuentra representada por **12 especies** y 74 individuos, mientras que el **área del proyecto** presentó **7 especies** y 42 individuos. La especie más abundante dentro del área del proyecto fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con el 40.48 % del IART, convirtiéndola en la más representativa de la clase, seguida del pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) y el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con el 19.05 %, cada una, por otro lado, las especies con menor representación dentro del área del proyecto fueron el armadillo nueve bandas (*Dasyus novemcinctus*), el mapache (*Procyon lotor*) y la ardilla gris del Pacífico (*Sciurus colliaei*) quienes obtuvieron el 2.38 % respecto al total del IART.

En el área del SAR, al igual que en el área del proyecto, la especie más representativa fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con el 33.78 %, seguida del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con un 17.57%, posteriormente las especies conocidas como pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) y el coatí (*Nasua narica*) ambos con el 13.51 %, por otra parte, las especies menos abundantes corresponden al armadillo nueve bandas (*Dasyus novemcinctus*), tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*), zorrillo de espalda blanca (*Conepatus leuconotus*) y el conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*) con el 1.35 % cada una.

Mediante la siguiente tabla se muestran los índices de abundancia para la clase Mammalia.

**Tabla IV.48. Valores de Índice de Abundancia Relativa de la clase Mammalia para el área del proyecto y el SAR.**

ID	Especie	Nombre común	Proyecto			SAR		
			Número de individuos (ni)	Pi	IART	Número de individuos (ni)	Pi	IART
1	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	0	0.00	0.00	1	0.01	1.35
2	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca	0	0.00	0.00	1	0.01	1.35
3	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas	1	0.02	2.38	1	0.01	1.35
4	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	8	0.19	19.05	10	0.14	13.51
5	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	0	0.00	0.00	1	0.01	1.35
6	<i>Nasua narica</i>	Coatí	6	0.14	14.29	10	0.14	13.51
7	<i>Notocitellus annulatus</i>	Ardilla de tierra de cola anillada	0	0.00	0.00	2	0.03	2.70



8	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	8	0.19	19.05	13	0.18	17.57
9	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0.02	2.38	4	0.05	5.41
10	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del pacífico	1	0.02	2.38	5	0.07	6.76
11	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	0	0.00	0.00	1	0.01	1.35
12	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	17	0.40	40.48	25	0.34	33.78
Número total de individuos (N)			42	1	100.00	74	1	100.00
Número de especies (S)			7			12		

IART= índice de abundancia relativa

Mediante la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se ilustra lo referido en la tabla anterior.

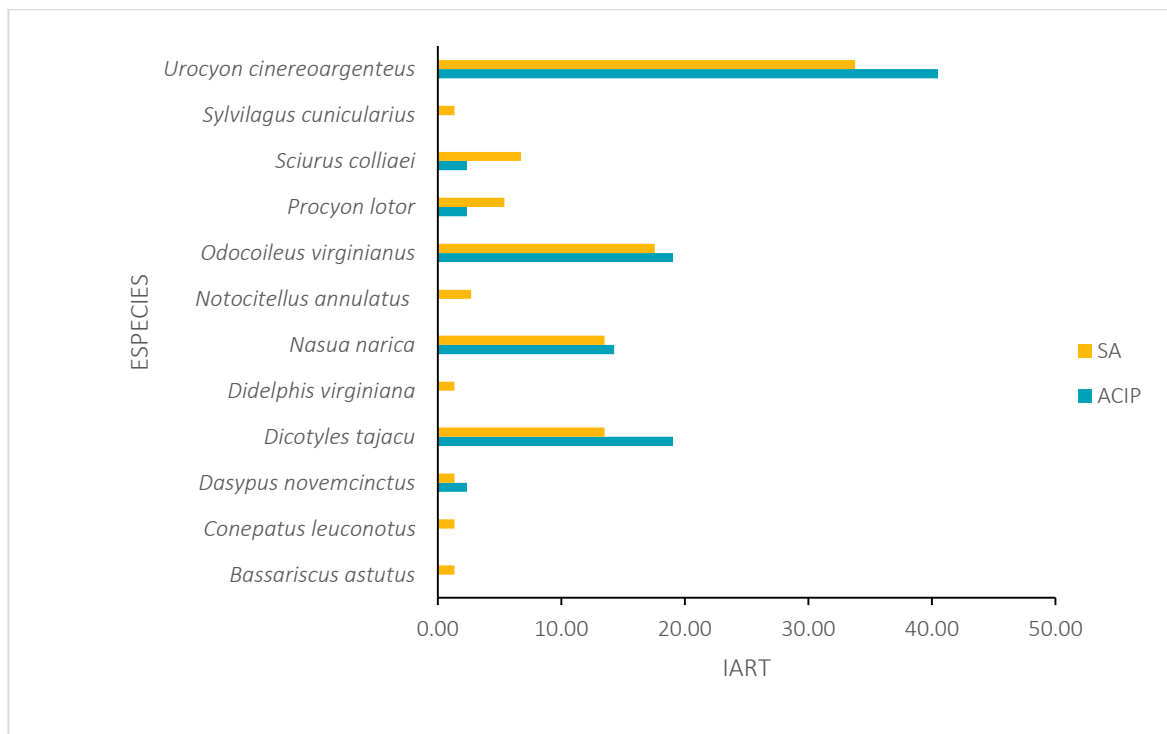


Figura 44.. Índice de Abundancia relativa de la clase Mammalia para el área del proyecto y el SAR.

De los registros obtenidos para la clase Mammalia, las especies registradas con mayor IART son similares en ambas áreas, sin embargo, en el SAR se presentan 12 especies mientras que el área del proyecto presenta únicamente 7 especies.

En cuanto al índice de diversidad de Margalef, se obtuvieron valores de 1.61 para el área del proyecto y de 2.56 para el SAR, lo cual es indicativo de que el área del SAR presenta una

diversidad media, al presentar un valor mayor a 2, mientras que el área del proyecto presenta una diversidad baja (Margaleff, 1995). De igual manera, el índice de Shannon indica que en ambas áreas la diversidad de mamíferos tiende a ser baja, ya que presentan valores de 1.54 para el proyecto y de 1.94 para el SAR, por lo que al ser valores inferiores a 2, se consideran como ecosistemas de diversidad baja (Graciano-Ávila *et al.*, 2017).

Por su parte, el índice de dominancia de Simpson (D), al presentar valores de 0.26 para el proyecto, y de 0.19 para el SAR, muestra que dentro de las comunidades no existe dominancia de una sola especie, ya que los valores se encuentran alejados de la unidad (1), mientras que su inverso, el índice de diversidad de Simpson (1-D), señala una diversidad media para el área del proyecto, al presentar un valor superior a 0.35 pero inferior a 0.75, por su parte el SAR presenta un valor de 0.81, indicando una alta diversidad para esta clase (Campo y Duval, 2014).

El índice de Shannon-Wiener muestra que la clase Mammalia presenta una diversidad baja tanto en el SAR como en el proyecto, al tener valores inferiores a 2 (Graciano-Ávila *et al.*, 2017).

Finalmente, se presentan valores de equitatividad de 0.79 para el proyecto y de 0.78 para el SAR, lo que indica que ambas comunidades tienden a tener especies igualmente abundantes, es importante recordar que este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada.

Mediante la siguiente tabla se muestran los índices de diversidad para la clase Mammalia.

**Tabla IV.49. Índices de diversidad para la Clase Mammalia en el área del proyecto y el SAR.**

Índice	Proyecto	SAR
Número de especies (S)	7	12
Número total de individuos (N)	42	74
índice de dominancia de Simpson (D)	0.26	0.19
Diversidad de Simpson (1-D)	0.74	0.81
índice de Shannon-Wiener (H')	1.54	1.94
H' Max	1.95	2.48
índice de diversidad de Margalef (Dmg)	1.61	2.56
Equitatividad	0.79	0.78

### IV.3.10. Diversidad general

Tomando en cuenta las cuatro clases de vertebrados, de manera general la riqueza y abundancia específica es mayor en el SAR respecto al área del proyecto, ya que en el SAR se tienen registradas 122 especies distribuidas en 675 individuos, mientras que en el área del proyecto solamente se registraron 63 especies con 328 individuos.

Respecto al índice de dominancia de Simpson, ambas áreas tienden a la homogeneidad, ya que los valores son de 0.04 para el proyecto y de 0.03 para el SAR, valores que se encuentran muy lejanos a la unidad (1), por lo tanto, no existe dominancia de una sola especie (Campo y Duval, 2014).

Respecto al índice de diversidad de Margalef, este mostró un valor de 18.57 en el área del SAR, mientras que en el área del proyecto fue de 10.70, aun cuando el área del SAR presentó valores más altos, ambas zonas se consideran con una diversidad alta, al tener un valor superior a 5 (Margalef, 1995). El índice de Shannon-Wiener muestra que el SAR presenta una diversidad alta al presentar un valor superior a 3.5 (4.12) (Graciano-Ávila *et al.*, 2017). De igual manera, para el área del proyecto se obtuvo un valor que refiere a una diversidad alta (3.55).

De acuerdo con la diversidad máxima esperada, tanto el SAR como el proyecto presentaron porcentajes superiores al 80 % de su  $H'$ max. Respecto al índice de equidad, se tienen valores de 86 % para el proyecto y el SAR, por lo que se considera que las especies tienden a ser igualmente abundantes. Mediante la siguiente tabla se muestran los índices de diversidad general.

**Tabla IV.50. Índices de diversidad general para el área del proyecto y el SAR.**

Índice	ACIP	SAR
Número de especies (S)	63	122
Número total de individuos (N)	328	675
índice de dominancia de Simpson (D)	0.04	0.03
Diversidad de Simpson (1-D)	0.96	0.97
índice de Shannon-Wiener (H')	3.55	4.12
H' Max	4.14	4.80
índice de diversidad de Margalef (Dmg)	10.70	18.57
Equitatividad	0.86	0.86

A continuación, se presentan los estadísticos obtenidos a partir de la prueba t de Student realizadas a las muestras provenientes del área del proyecto y el SAR. En este sentido, se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los índices Shannon-Wiener de los sitios de muestreo; es decir, la diversidad de vertebrados en el área del proyecto y el SAR es diferente, pues el valor de t obtenido es mayor al de t estimado (de tablas); para el caso del índice de Simpson la prueba t demuestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores, por lo que la dominancia en ambas zonas es diferente (Moreno, 2001).

**Tabla IV.51. Comparativo entre los índices calculados para el área del Proyecto y el SAR.**

<b>Shannon index</b>			
<b>Proyecto</b>		<b>SAR</b>	
<b>H:</b>	3.54	<b>H:</b>	4.12
<b>Varianza:</b>	0.003	<b>Varianza:</b>	0.001
<b>Valor de t:</b>	-7.7	<b>t tablas</b>	0.674
<b>Grados de libertad</b>	694.7		
<b>p(same):</b>	4.44E-14		
<b>Simpson index</b>			
<b>Proyecto</b>		<b>SAR</b>	
<b>D:</b>	0.04	<b>D:</b>	0.02
<b>Varianza:</b>	1.32E-05	<b>Varianza:</b>	3.48E-06
<b>Valor de t:</b>	4.06	<b>t tablas</b>	0.674
<b>Grados de libertad</b>	506.6		
<b>p(same):</b>	0.00005		

Con el objetivo de conocer si ambos sitios son semejantes entre sí, se aplicó el índice de Morisita-Horn, que además de tomar en cuenta la riqueza específica, considera la abundancia relativa de cada especie en ambas áreas; el valor de similitud se encuentra entre 0 y 1, significando que los valores más cercanos a uno indican mayor similitud entre ecosistemas comparados (Gutiérrez-Báez *et al.*, 2012). De acuerdo con los resultados, existe una similitud de 0.88 en cuanto a la composición de especies, valor que se acerca a la unidad (1), misma que indica que entre el área del proyecto y el SAR existe una similitud del 88 %, el alto porcentaje se debe a que comparten un elevado número de especies.

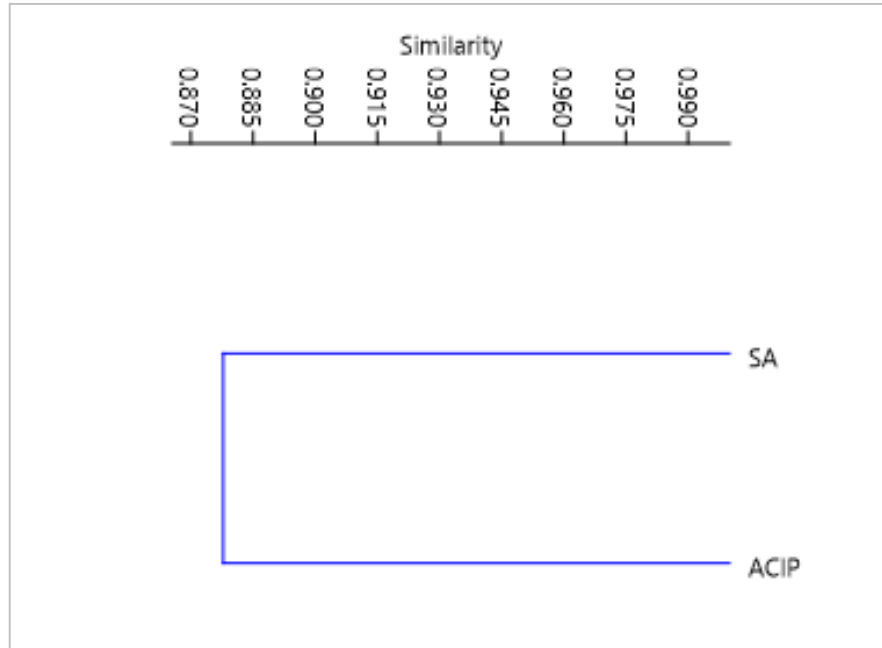


Figura 45..Dendrograma de Similitud en la composición de especies entre el área del proyecto y el SAR.

De las 122 especies encontradas durante el muestreo, dentro del área del proyecto se distribuyen 63 especies, mientras que en el área del SAR se registraron las 122 especies; es decir, en el área del proyecto no se registraron especies exclusivas, por su parte el área del SAR presentó 59 especies que no fueron registradas en el proyecto. De acuerdo con los muestreos, ambas zonas comparten 63 especies.

Mediante la siguiente tabla se muestran el listado de especies registradas exclusivamente para el SAR.

Tabla IV.52. Listado de especies registradas exclusivamente en el SAR.

Id	Clase	Nombre científico	Nombre común
1	Aves	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca
2	Aves	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela
3	Reptilia	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado
4	Mammalia	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño
5	Reptilia	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata
6	Aves	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plateado
7	Aves	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca serrana
8	Aves	<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal pico naranja
9	Aves	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de anteojos

<b>Id</b>	<b>Clase</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
10	Aves	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde
11	Aves	<i>Colaptes auricularis</i>	Carpintero corona gris
12	Aves	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela
13	Mammalia	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca
14	Aves	<i>Contopus pertinax</i>	Pamoscas Jose Maria
15	Amphibia	<i>Craugastor occidentalis</i>	Rana ladadora costeña
16	Reptilia	<i>Crotalus basiliscus</i>	Cascabel del Pacífico
17	Aves	<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	Chara de San Blas
18	Mammalia	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño
19	Reptilia	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra
20	Reptilia	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de petatillos
21	Aves	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero Mexicano
22	Aves	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado
23	Aves	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados
24	Amphibia	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana fisgona deslumbrante
25	Aves	<i>Empidonax affinis</i>	Papamoscas pinero
26	Aves	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca
27	Aves	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco
28	Aves	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe lores negros
29	Aves	<i>Icteria virens</i>	Chipe grande
30	Amphibia	<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapito pinto de Mazatlán
31	Aves	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	Chipe cabeza gris
32	Aves	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera
33	Aves	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso
34	Aves	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero
35	Aves	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul
36	Aves	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador
37	Aves	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos
38	Aves	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cuclillo terrestre
39	Aves	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero
40	Aves	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado común
41	Mammalia	<i>Notocitellus annulatus</i>	Ardilla de Tierra de Cola Anillada
42	Aves	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida
43	Aves	<i>Peucaea humeralis</i>	Zacatonero pecho negro
44	Aves	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical
45	Reptilia	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	Tortuga de monte pintada
46	Aves	<i>Rhodinocichla rosea</i>	Tangara pecho rosa
47	Aves	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro
48	Reptilia	<i>Sceloporus bulleri</i>	Lagartija espinosa de Buller
49	Aves	<i>Setophaga pitayumi</i>	Chipe tropical
50	Aves	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero rabadilla canelo

<b>Id</b>	<b>Clase</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
51	Mammalia	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte
52	Aves	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana
53	Amphibia	<i>Triprion spatulatus</i>	Rana pico de pato del Pacífico
54	Aves	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo Garganta Blanca
55	Aves	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela
56	Reptilia	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del Pacífico
57	Aves	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador
58	Aves	<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo amarillo
59	Aves	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas

Mediante la siguiente tabla se muestran el listado de especies que se comparten entre el área del proyecto y el SAR.

**Tabla IV.53. Listado de especies compartidas entre el proyecto y el SAR.**

<b>Id</b>	<b>Clase</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
1	Aves	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo
2	Reptilia	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del Pacífico
3	Aves	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra
4	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco
5	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco
6	Aves	<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero atila
7	Aves	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris
8	Aves	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor
9	Aves	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca
10	Aves	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano
11	Aves	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura
12	Aves	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café
13	Aves	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga
14	Aves	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pico Rojo
15	Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común
16	Aves	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy
17	Reptilia	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa
18	Aves	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azulnegro
19	Aves	<i>Cynanthus auriceps</i>	Esmeralda mexicana
20	Mammalia	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas
21	Mammalia	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar
22	Aves	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas amarillo del pacifico
23	Aves	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas chico

<b>Id</b>	<b>Clase</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
24	Aves	<i>Empidonax oberholseri</i>	Papamoscas Matorralero
25	Aves	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra
26	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja
27	Reptilia	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris
28	Aves	<i>Icterus bullockii</i>	Calandria Cejas Naranjas
29	Aves	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado
30	Amphibia	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado
31	Reptilia	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana
32	Aves	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos Mexicano
33	Reptilia	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada
34	Reptilia	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común
35	Aves	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado
36	Aves	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela
37	Aves	<i>Myiarteria americana</i>	Cigüeña americana
38	Aves	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste
39	Aves	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón
40	Aves	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común
41	Mammalia	<i>Nasua narica</i>	Coatí
42	Mammalia	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca
43	Aves	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado
44	Aves	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada
45	Aves	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo trigrillo
46	Aves	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo
47	Aves	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja
48	Aves	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo
49	Mammalia	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
50	Aves	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Gris
51	Reptilia	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro
52	Reptilia	<i>Sceloporus utiformis</i>	Lagartija espinosa del Pacífico
53	Mammalia	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del pacífico
54	Aves	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo
55	Amphibia	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana
56	Aves	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense
57	Aves	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira puerquito
58	Aves	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina
59	Aves	<i>Trogon elegans</i>	Coa elegante
60	Aves	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso
61	Aves	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí
62	Mammalia	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
63	Aves	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo



### IV.3.11. Curva de acumulación de especies

En las siguientes tablas se compara el número de especies registradas durante el muestreo, las especies estimadas y el porcentaje de eficiencia del muestreo en el área del proyecto y el SAR.

De acuerdo con el estimador Chao 1 el esfuerzo de muestreo realizado en el proyecto muestra una eficiencia del 76.65 %, el cual estima que se podrán encontrar hasta 82 especies; sin embargo, al utilizar Chao 2 la eficiencia fue del 76.34 %, este estimador indica que el número máximo de especies que se pueden registrar será de 83. De acuerdo con la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, al inicio de muestreo se tiene un crecimiento exponencial; sin embargo, conforme se avanza en los trabajos, el registró de especies nuevas disminuye, por lo que al final se tiende a una asíntota. El porcentaje de eficiencia de muestreo indica que se obtuvo una muestra bien representada de las especies que se distribuyen dentro del área del proyecto.

Mediante la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos medianre el estimador Chao.

**Tabla IV.54. Número de especies observadas y esperadas en el área del Proyecto.**

Especies observadas en el proyecto	Especies esperadas		% de eficiencia	
	Chao 1	Chao 2	Chao 1	Chao 2
63	82.19	82.53	76.65	76.34

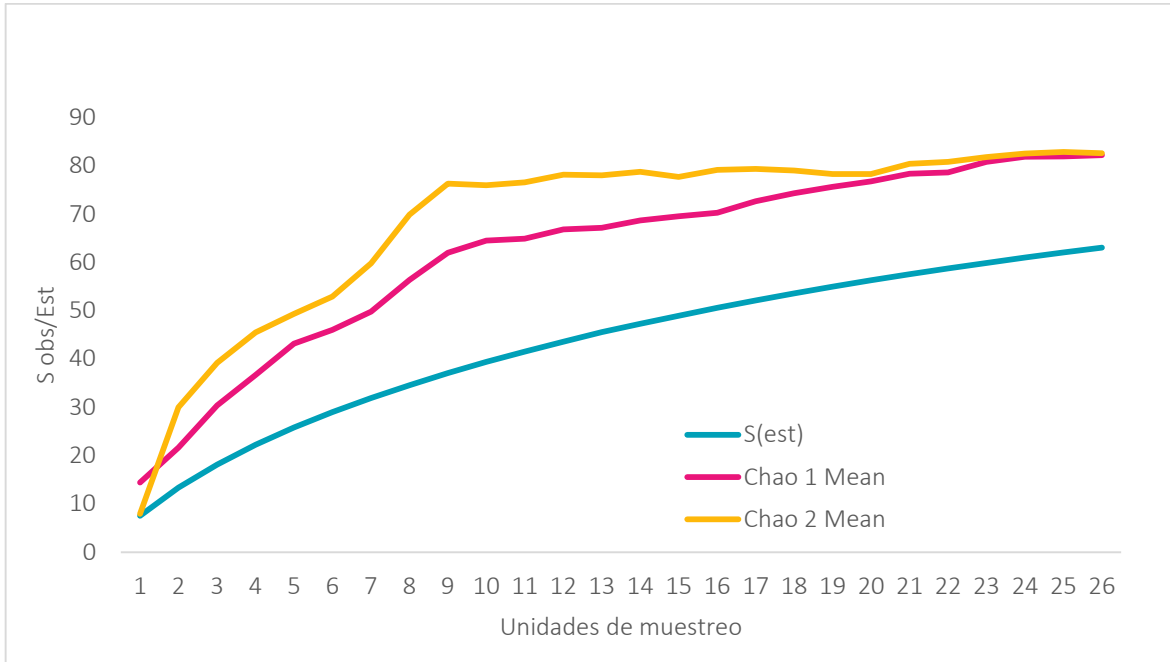


Figura 46. Curva de acumulación de especies para el muestreo realizado dentro del área del proyecto.

En el SAR el estimador Chao 1 alcanzó una eficiencia de muestreo del 72.16 %, el cual estima que se podrán encontrar hasta 169 especies, mientras que con el estimador Chao 2 la eficiencia de muestreo fue de 63.24 %, lo cual indica que el número máximo de especies que se pueden encontrar es de 193 de acuerdo con el gráfico de la curva de acumulación de especies, se observa la porción ascendente de la curva, iniciando la zona asintótica, es decir que con el aumento de los sitios de muestreo se presentarían individuos de especies ya registradas. Aunado a lo anterior, el porcentaje de eficiencia de muestreo indica que se obtuvo una muestra representativa de las especies que se distribuyen en el área del SAR.

Mediante la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos mediante el estimador Chao.

Tabla IV.55. Número de especies observadas y esperadas para el Sistema Ambiental (SAR).

Especies observadas en el SAR	Especies esperadas		% de eficiencia	
	Chao 1	Chao 2	Chao 1	Chao 2
122	169.07	192.91	72.16	63.24

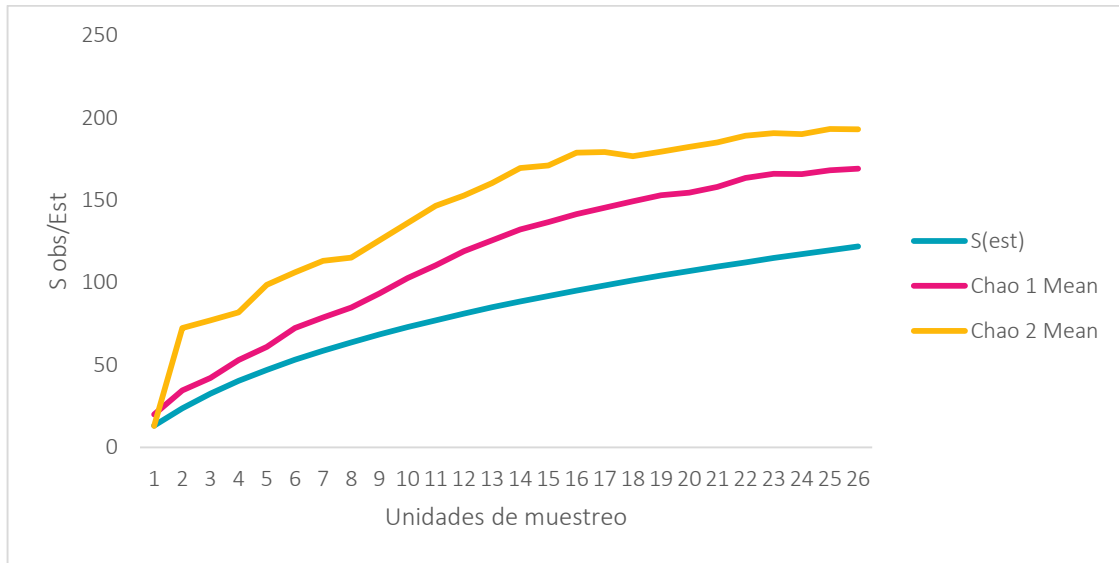


Figura 47. Curva de acumulación de especies para el muestreo realizado dentro del SAR.

#### IV.3.12. Especies en NOM-059 SEMARNAT-2010

Durante el muestreo realizado tanto en el área del proyecto como en el SAR se encontraron 15 especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales, tres especies pertenecen a la categoría de amenazado (A): *Ctenosaura pectinata* (iguana mexicana de cola espinosa), *Geothlypis tolmiei* (chipe lores negros), y *Rhinoclemmys pulcherrima* (tortuga de monte pintada); mientras que 12 especies se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr): *Aspidoscelis communis* (huico moteado gigante de la costa de Jalisco), *Aspidoscelis lineattissimus* (huico de líneas de Jalisco), *Buteogallus anthracinus* (aguililla negra menor), *Campephilus guatemalensis* (carpintero pico plateado), *Crotalus basiliscus* (cascabel del Pacífico), *Eleutherodactylus nitidus* (rana fisgona deslumbrante), *Eupsittula canicularis* (perico frente naranja), *Kinosternon integrum* (tortuga pecho quebrado mexicana), *Mycteria americana* (cigüeña americana), *Myadestes occidentalis* (clarín jilguero), *Smilisca baudinii* (rana arborícola mexicana) y *Tigrisoma mexicanum* (garza tigre mexicana).

Dentro del área del proyecto se registraron 8 especies bajo alguna categoría de riesgo de esta norma, una como Amenazada (A) y siete Sujetas a Protección Especial (Pr), mientras que, dentro del SAR, se registraron las 15 mencionadas en el párrafo anterior. Es importante mencionar que

todas las especies en norma encontradas en el área del proyecto, fueron registradas también dentro del Sistema Ambiental Regional.

Mediante la siguiente tabla se listan las especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV.56. Especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Modificación al Anexo Normativo III.**

ID	Clase	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Proyecto	SAR
1	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	Pr	X	X
2	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	Pr	X	X
3	Aves	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr	X	X
4	Aves	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plateado	Pr	-	X
5	Reptilia	<i>Crotalus basiliscus</i>	Cascabel del Pacífico	Pr	-	X
6	Reptilia	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	A	X	X
7	Amphibia	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana fisgona deslumbrante	Pr	-	X
8	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr	X	X
9	Aves	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe lores negros	A	-	X
10	Reptilia	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr	X	X
11	Aves	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr	X	X
12	Aves	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	Pr	-	X
13	Reptilia	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	Tortuga de monte pintada	A	-	X
14	Amphibia	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	Pr	X	X
15	Aves	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Pr	-	X

A= Amenazada, Pr= Sujeta a Protección Especial, SA=Sistema Ambiental, X=Presencia, - =Ausencia

En las siguientes figuras, mismas que se incluyen de manera anexa para mayor apreciación, se presentan las evidencias fotográficas de las especies listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Modificación al Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de igual manera se mencionan los transectos donde fueron encontradas. Cabe resaltar que en la siguiente tabla no se muestra la especie *Myadestes occidentalis*, ya que esta solo se registró de forma auditiva, la evidencia del registro se muestra de forma anexa.



Figura 48. *Aspidoscelis communis*.

Estatus: Pr

Avistamiento: TUHF05, TAP41, TAP25, TUHF02, TUHF12, TUHF17, TUHF26



Figura 49 *Aspidoscelis lineattissimus*.

Estatus: Pr

Avistamiento: TAP29, TAP18, TAP37, TUHF05, TUHF02, TUHF03, TUHF11, TUHF07, TUHF12, TUHF18



Figura 50. *Buteogallus anthracinus*.

Estatus: Pr

Avistamiento: TAP37, TUHF11

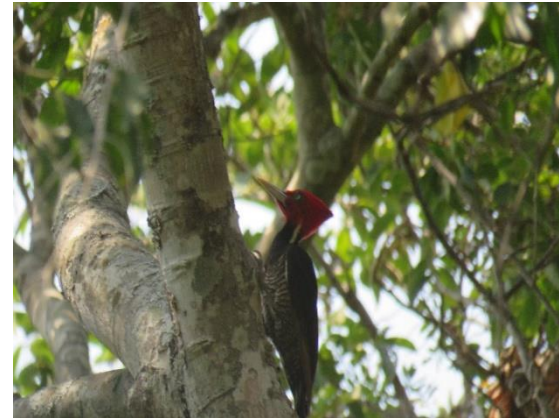


Figura 51. *Campephilus guatemalensis*.

Estatus: Pr

Avistamiento: TUHF01, TUHF10



**Figura 52. *Crotalus basiliscus*.**  
Estatus: Pr

Avistamiento: TUHF23



**Figura 53. *Ctenosaura pectinata*.**  
Estatus: A

Avistamiento: TAP41, TUHF07, TUHF09,  
TUHF14, TUHF19



**Figura 54.. *Eleutherodactylus nitidus*.**  
Estatus: Pr

Avistamiento: TUHF19



**Figura 55. *Eupsittula canicularis*.**  
Estatus: Pr

Avistamiento: TAP27, TAP29, TAP33, TUHF01,  
TAP41, TAP04, TAP05, TAP06, TUHF03,  
TUHF13, TUHF11, TUHF09, TUHF10, TUHF08,  
TUHF06, TUHF18, TUHF26



**Figura 56.. *Geothlypis tolmiei*.**  
**Estatus: A**

Avistamiento: TUHF03, TUHF08



**Figura 57. *Kinosternon integrum*.**  
**Estatus: Pr**

Avistamiento: TAP20, TAP24, TUHF08



**Figura 58. *Mycteria americana*.**  
**Estatus: Pr**

Avistamiento: TAP35, TUHF12



**Figura 59. *Rhinoclemmys pulcherrima*.**  
**Estatus: A**

Avistamiento: TUHF 20



Figura 60. *Smilisca baudinii*.

Estatus: Pr

Avistamiento: TUHF 20



Figura 61. *Tigrisoma mexicanum*.

Estatus: Pr

Avistamiento: TUHF12

A continuación, se presenta una descripción de aquellos puntos en donde se tuvo avistamiento de las especies bajo algún estatus de protección. Lo anterior, con el fin de conocer las condiciones ambientales de los sitios y de cómo fueron registrados los individuos.

TAP-04: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 592729, Y: 2131727, y finales X: 592240, Y: 2131835, con una altitud de 679 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel semicerrado, se registró un 32 % de humedad y una temperatura de 26.60 °C. La especie *Eupsittula canicularis* fue encontrada en el estrato arbóreo.

TAP-05: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 592219, Y: 2131720, y finales X: 592386, Y: 2131239, con una altitud de 661 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel semicerrado, se registró un 20 % de humedad y una temperatura de 33.50 °C. En el recorrido del transecto se encontró *Eupsittula canicularis* en vuelo.

TAP-06: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 592329, Y: 2131182, y finales X: 591878, Y: 2131417, con una altitud de 650 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una



Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel semicerrado, se registró un 21 % de humedad y una temperatura de 34.10 °C. La especie *Eupsittula canicularis* fue encontrada en el estrato arbóreo.

TAP-18: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 590740, Y: 2131972, y finales X: 591238, Y: 2131969, con una altitud de 593 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel semicerrado, se registró un 32 % de humedad y una temperatura de 33.4 °C. El sitio se encuentra conservado. En este sitio se hizo el avistamiento sobre hojarasca de *Aspidoscelis lineattissimus*.

TAP-20: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 590775, Y: 2131869, y finales X: 591231, Y: 2131686 con una altitud de 533 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel semicerrada, registrando un 45 % de humedad y una temperatura de 23.40 °C. El sitio se encuentra perturbado debido a los caminos. En el recorrido del transecto se dio el avistamiento en el estrato arbóreo de *Eupsittula canicularis*, y se encontraron restos óseos de *Kinosternon integrum*.

TAP-24: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 592288, Y: 2132431, y finales X: 591803, Y: 2132331, con una altitud de 670 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel semicerrado, registrando un 16 % de humedad y una temperatura de 35.40 °C. En este sitio se encontraron restos óseos de *Kinosternon integrum*.

TAP-25: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 591022, Y: 2130848, y finales X: 591557, Y: 2130809, con una altitud de 708 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel semicerrado, registrando un 37 % de humedad y una temperatura de 31.5 °C. El sitio se encuentra aparentemente conservado. En este sitio se dio el avistamiento sobre hojarasca a la especie *Aspidoscelis communis*.

TAP-27: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 590665, Y: 2131832, y finales X: 590177, Y: 2131694, con una altitud de 536 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel abierto, cuenta con un 18 % de humedad y una temperatura de 36 °C. El lugar se encuentra perturbado producto de aperturas de caminos. Durante el recorrido de este transecto se observó sobre el estrato arbóreo la especie *Eupsittula canicularis*.

TAP-29: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 590347, Y: 2131618, y finales X: 589912, Y: 2131369, con una altitud de 538 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel semicerrada, registrando un 52 % de humedad y una temperatura de 30.7 °C El sitio se encuentra perturbado por actividades antropogénicas. En dicho transecto se dio el avistamiento de *Aspidoscelis lineattissimus*, sobre hojarasca y de *Eupsittula canicularis* sobre el estrato arbóreo.

TAP-33: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 590575, Y: 2131271, y finales X: 590835, Y: 2130835, con una altitud de 605 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de dosel abierto, registrando un 19 % de humedad y una temperatura de 33.40 °C. El sitio se encuentra perturbado producto de la ganadería excesiva que se realiza en el lugar. En el transecto se observó en el estrato arbóreo la especie *Eupsittula canicularis*.

TAP-35: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 590919, Y: 2131040, y finales X: 591119, Y: 2131480, con una altitud de 683 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), presenta una cobertura de dosel abierta, registrando un 33 % de humedad y una temperatura de 23.10 °C. El sitio se encuentra perturbado. En el transecto se dio el avistamiento de *Mycteria americana* sobre el estrato arbóreo.

TAP-37: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 591220, Y: 2131387, y finales X: 591498, Y: 2130964, con una altitud de 600 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), tiene una cobertura de

dosel abierta, registrando un 32 % de humedad y una temperatura de 24.90 °C. El transecto se encuentra perturbado por actividades antropogénicas. Durante el recorrido del transecto se logró observar sobre hojarasca la especie *Aspidoscelis lineattissimus*, y en vuelo a la especie *Buteogallus anthracinus*.

TAP-41: Se encuentra ubicado en las coordenadas iniciales X: 591957, Y: 2132179, y finales X: 591872, Y: 2131684, con una altitud de 656 metros sobre el nivel del mar, el cual presenta una Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ), tiene una cobertura de dosel abierta, cuenta con un 26 % de humedad y una temperatura de 30.2 °C. El sitio se encuentra perturbado por actividades antropogénicas. En dicho transecto se observaron las siguientes especies, sobre rocas a la especie *Aspidoscelis communis*, en el estrato arbustivo a la especie *Ctenosaura pectinata* y a la especie *Eupsittula canicularis* en pleno vuelo.

Mediante la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación del registro de las especies, así como las condiciones del sitio.

Tabla IV.57. Coordenadas, tipo de registro y condiciones en que se registraron las especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área del proyecto

Transecto	Coordenadas UTM				Clase	Nombre científico	Nombre común	No. ind.	Tipo de microhábitat	Tipo de Vegetación	Cobertura del dosel	Tipo de registro
	Inicial		Final									
	X	Y	X	Y								
TAP41	591957	2132179	591872	2131684	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	5	Rocas	VSa/BQ	Semicerrado	Avistamiento
TAP25	591022	2130848	591557	2130809	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	1	Hojarasca	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TAP29	590347	2131618	589912	2131369	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	1	Hojarasca	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TAP18	590740	2131972	591238	2131969	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	1	Hojarasca	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TAP37	591220	2131387	591498	2130964	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	5	Hojarasca	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TAP37	591220	2131387	591498	2130964	Aves	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	1	Vuelo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TAP41	591957	2132179	591872	2131684	Reptilia	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	1	Arbustivo	VSa/BQ	Abierto	Avistamiento
TAP27	590665	2131832	590177	2131694	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	4	Arbóreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento

Transecto	Coordenadas UTM				Clase	Nombre científico	Nombre común	No. ind.	Tipo de microhábitat	Tipo de Vegetación	Cobertura del dosel	Tipo de registro
	Inicial		Final									
	X	Y	X	Y								
TAP29	590347	2131618	589912	2131369	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	3	Arbóreo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TAP33	590575	2131271	590835	2130835	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	6	Arboreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TAP41	591957	2132179	591872	2131684	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	12	Vuelo	VSa/BQ	Abierto	Avistamiento
TAP04	592729	2131737	592240	2131835	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	5	Arboreo	VSa/BQ	Semicerrado	Avistamiento
TAP05	592219	2131720	592386	2131239	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	1	Arboreo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TAP06	592329	2131182	591878	2131417	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	1	Arboreo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TAP20	590775	2131869	591231	2131686	Reptilia	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	1	Suelo	VSa/SBC	Semicerrado	Restos oseos
TAP24	592288	2132431	591803	2132331	Reptilia	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	1	Ripario	VSa/SBC	Semicerrado	Restos oseos
TAP35	590919	2131040	591119	2131480	Aves	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	1	Arbóreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TAP28	591492	2132590	591075	2132311	Amphibia	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	1	Hojarasca	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento

Tabla IV.58 Coordinadas, tipo de registro y condiciones en que se registraron las especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área del SAR.

Transecto	Coordenadas UTM				Clase	Nombre científico	Nombre común	No. ind.	Tipo de microhábitat	Tipo de Vegetación	Cobertura del dosel	Tipo de registro
	Inicial		Final									
	X	Y	X	Y								
<b>TUHF05</b>	593467	2131783	593063	2132080	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	5	Hojarasca	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
<b>TUHF02</b>	589728	2131115	589782	2130620	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	3	Hojarasca	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
<b>TUHF12</b>	590514	2135635	590387	2136078	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	1	Hojarasca	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
<b>TUHF17</b>	589130	2135984	589289	2136464	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	2	Hojarasca	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
<b>TUHF26</b>	591646	2136414	591167	2136596	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	2	Hojarasca	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
<b>TUHF05</b>	593467	2131783	593063	2132080	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	1	Rocas	VSa/SBC	VSa/SBC	Avistamiento
<b>TUHF02</b>	589728	2131115	589782	2130620	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	4	Hojarasca	VSa/SBC	VSa/SBC	Avistamiento

Transecto	Coordenadas UTM				Clase	Nombre científico	Nombre común	No. ind.	Tipo de microhábitat	Tipo de Vegetación	Cobertura del dosel	Tipo de registro
	Inicial		Final									
	X	Y	X	Y								
TUHF03	589632	2131100	589811	2131568	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	2	Hojarasca	VSa/SBC	VSa/SBC	Avistamiento
TUHF11	588986	2131884	589041	2131388	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	1	Suelo	VSa/SBC	VSa/SBC	Avistamiento
TUHF07	587612	2134285	587422	2133821	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	4	Hojarasca	VSa/SBC	VSa/SBC	Avistamiento
TUHF12	590514	2135635	590387	2136078	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	15	Suelo	VSa/SBC	VSa/SBC	Avistamiento
TUHF18	589551	2136488	589478	2135987	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	3	Suelo	VSa/SBC	VSa/SBC	Avistamiento
TUHF01	593633	2132693	593429	2133159	Aves	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plateado	2	Arbóreo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TUHF10	591957	2133970	592435	2133838	Aves	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plateado	1	Arbóreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF23	591561	2135547	591761	2136013	Reptilia	<i>Crotalus basiliscus</i>	Cascabel del Pacífico	1	Hojarasca	VSa/BQ	Semicerrado	Avistamiento
TUHF09	591853	2133640	591503	2133986	Reptilia	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	1	Suelo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF07	587612	2134285	587422	2133821	Reptilia	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	1	Suelo	VSa/SBC	Abierto	Restos óseos
TUHF14	587981	2133736	587698	2133336	Reptilia	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	1	Rocas	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF19	591901	2136191	592066	2135700	Reptilia	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	1	Suelo	VSa/SBC	Abierto	Restos óseos

Transecto	Coordenadas UTM				Clase	Nombre científico	Nombre común	No. ind.	Tipo de microhábitat	Tipo de Vegetación	Cobertura del dosel	Tipo de registro
	Inicial		Final									
	X	Y	X	Y								
TUHF19	591901	2136191	592066	2135700	Amphibia	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana fisgona deslumbrante	1	Hojarasca	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF01	593633	2132693	593429	2133159	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	8	Arbóreo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TUHF03	589632	2131100	589811	2131568	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	5	Arbóreo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TUHF13	589478	2131300	589281	2131774	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	4	Arbóreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF11	588986	2131884	589041	2131388	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	7	Arbóreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF09	591853	2133640	591503	2133986	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	3	Arbóreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF10	591957	2133970	592435	2133838	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	5	Arbóreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF08	587620	2133954	588126	2133936	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	4	Arbóreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF06	589270	2132794	589670	2132506	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	7	Arbóreo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TUHF18	589551	2136488	589478	2135987	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	3	Arbóreo	VSa/SBC	Abierto	Avistamiento
TUHF26	591646	2136414	591167	2136596	Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	4	Arbóreo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
TUHF08	587620	2133954	588126	2133936	Reptilia	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	2	Suelo	VSa/SBC	Semicerrado	Captura/Avistamiento
TUHF08	587620	2133954	588126	2133936	Aves	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe lores negros	1	Arbustivo	VSa/SBC3	Semicerrado	Avistamiento
TUHF12	590514	2135635	590387	2136078	Aves	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	1	Vuelo	VSa/SBC	Semicerrado	Excreta
TUHF16	593800	2130419	593951	2130903	Aves	<i>Myiadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	1	Arbóreo	VSa/BQ	Abierto	Auditivo



Transecto	Coordenadas UTM				Clase	Nombre científico	Nombre común	No. ind.	Tipo de microhábitat	Tipo de Vegetación	Cobertura del dosel	Tipo de registro
	Inicial		Final									
	X	Y	X	Y								
<b>TUHF20</b>	594401	2131900	594838	2132178	Reptilia	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	Tortuga de monte pintada	1	Hojarasca	VSa/SBC	Abierto	Restos óseos
<b>TUHF08</b>	587620	2133954	588126	2133936	Amphibia	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	1	Suelo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento
<b>TUHF12</b>	590514	2135635	590387	2136078	Aves	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	1	Arbóreo	VSa/SBC	Semicerrado	Avistamiento

A continuación, se presenta el mapa de la distribución las especies bajo alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas dentro del área del proyecto. Cabe mencionar que la imagen se incluye de manera anexa para mayor apreciación.

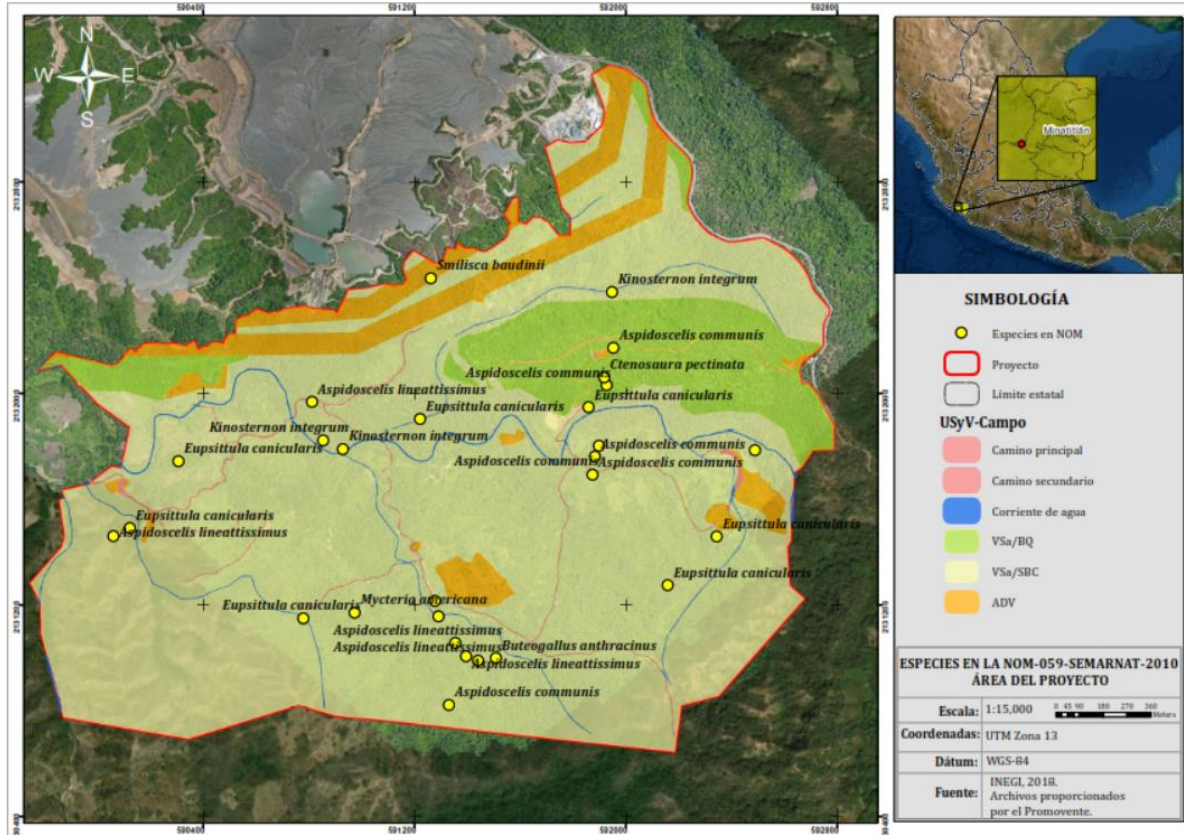


Figura 62 Especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área del Proyecto.

De igual manera, en la siguiente figura se muestra la distribución de las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Modificación al Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR.

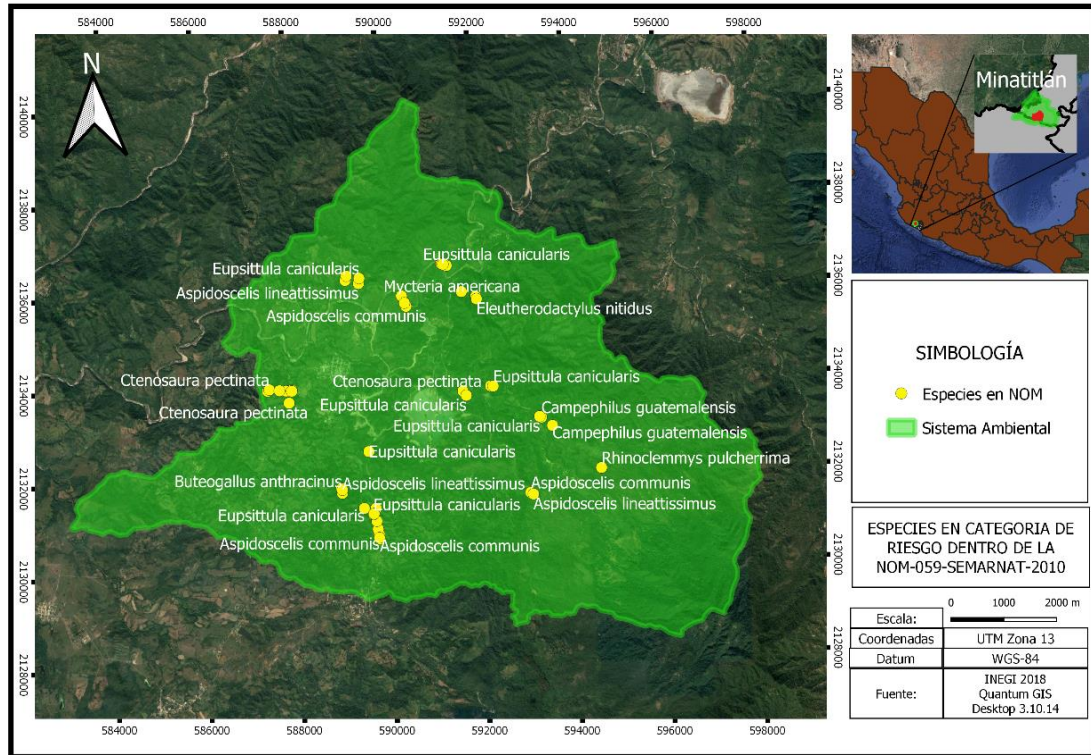


Figura 63. Especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área del SAR.

### IV.3.13. Especies endémicas

De las especies registradas 40 se encuentran dentro de alguna categoría de endemismo. Cabe mencionar que las 40 especies fueron registradas en el SAR, de estas 30 se consideran endémicas, mientras que cuatro son cuasiendémicas, y seis semiendémicas. Por su parte, de las 40 especies, solamente 21 se registraron en el área del proyecto, de estas, 13 son consideradas endémicas, dos cuasiendémicas y seis semiendémicas.

Mediante la siguiente tabla se presentan las especies con alguna categoría de endemismo.

Tabla IV.59 Especies con alguna categoría de endemismo registradas dentro del área del proyecto y el SAR.

ID	Clase	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Área del proyecto	SAR
1	Reptilia	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	Endémica	X	X
2	Aves	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra	Semiendémica	X	X

ID	Clase	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Área del proyecto	SAR
3	Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	Endémica	X	X
4	Reptilia	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	Endémica	X	X
5	Aves	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	Cuasiendémica	-	X
6	Aves	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca serrana	Endémica	-	X
7	Aves	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	Cuasiendémica	X	X
8	Aves	<i>Colaptes auricularis</i>	Carpintero corona gris	Endémica	-	X
9	Amphibia	<i>Craugastor occidentalis</i>	Rana ladradora costeña	Endémica	-	X
10	Reptilia	<i>Crotalus basiliscus</i>	Cascabel del Pacífico	Endémica	-	X
11	Reptilia	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	Endémica	X	X
12	Aves	<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	Chara de San Blas	Endémica	-	X
13	Aves	<i>Cyananthus auriceps</i>	Esmeralda mexicana	Endémica	X	X
14	Amphibia	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana fisgona deslumbrante	Endémica	-	X
15	Aves	<i>Empidonax affinis</i>	Papamoscas pinero	Cuasiendémica	-	X
16	Aves	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas amarillo del pacifico	Semiendémica	X	X
17	Aves	<i>Empidonax oberholseri</i>	Papamoscas Matorralero	Semiendémica	X	X
18	Reptilia	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	Endémica	X	X
19	Aves	<i>Icterus bullockii</i>	Calandria Cejas Naranjas	Semiendémica	X	X
20	Amphibia	<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo jaspeado	Endémica	X	X
21	Amphibia	<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapito pinto de Mazatlán	Endémica	-	X
22	Reptilia	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada	Endémica	X	X
23	Aves	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	Endémica	X	X
24	Aves	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela	Cuasiendémica	X	X
25	Mammalia	<i>Notocitellus annulatus</i>	Ardilla de Tierra de Cola Anillada	Endémica	-	X
26	Aves	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	Endémica	-	X
27	Aves	<i>Peucaea humeralis</i>	Zacatonero pecho negro	Endémica	-	X
28	Reptilia	<i>Sceloporus bulleri</i>	Lagartija espinosa de Buller	Endémica	-	X
29	Reptilia	<i>Sceloporus utiformis</i>	Lagartija espinosa del Pacífico	Endémica	X	X
30	Mammalia	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del pacifico	Endémica	X	X
31	Aves	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero rabadilla canelo	Endémica	-	X

ID	Clase	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Área del proyecto	SAR
32	Mammalia	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	Endémica	-	X
33	Aves	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	Endémica	X	X
34	Amphibia	<i>Tripidon spatulatus</i>	Rana pico de pato del Pacífico	Endémica	-	X
35	Aves	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	Endémica	X	X
36	Aves	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso canela	Endémica	-	X
37	Aves	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	Semiendémica	X	X
38	Reptilia	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Cuije de árbol	Endémica	-	X
39	Aves	<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo amarillo	Endémica	- <td X	
40	Aves	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo trigrillo	Semiendémica	X	X

A continuación, se presentan los mapas de distribución de las especies endémicas registradas dentro el área del proyecto y del SAR.

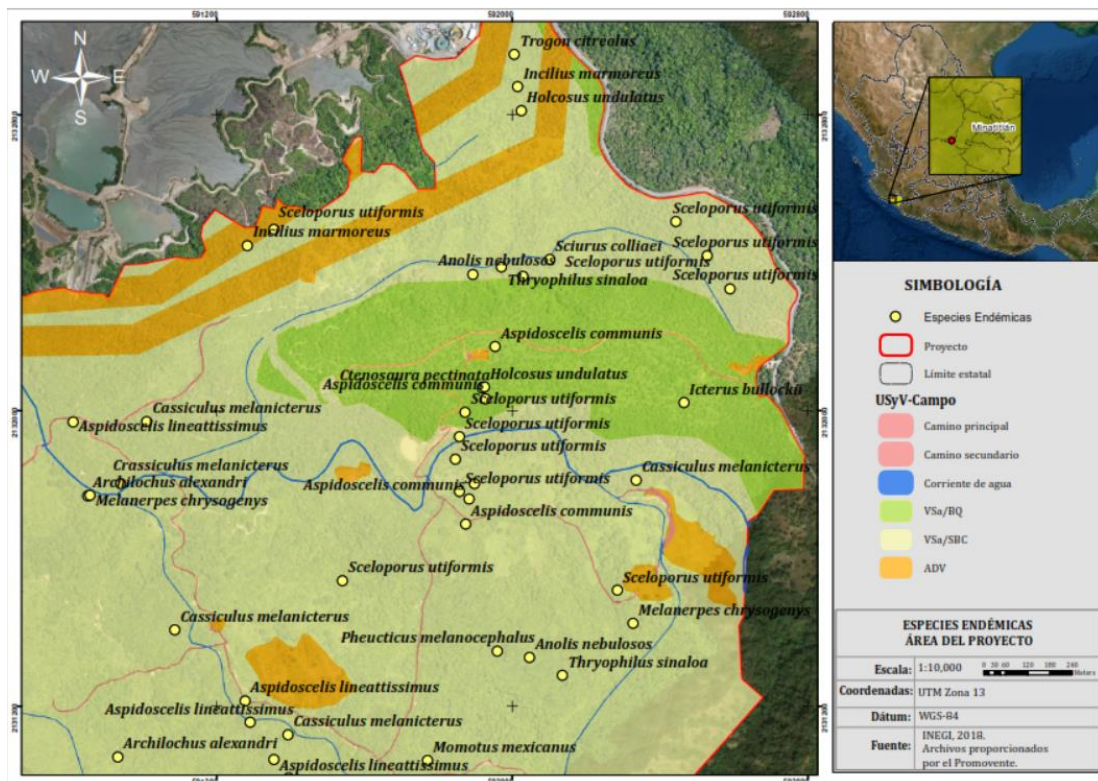


Figura 64. Especies endémicas registradas dentro el área del proyecto.

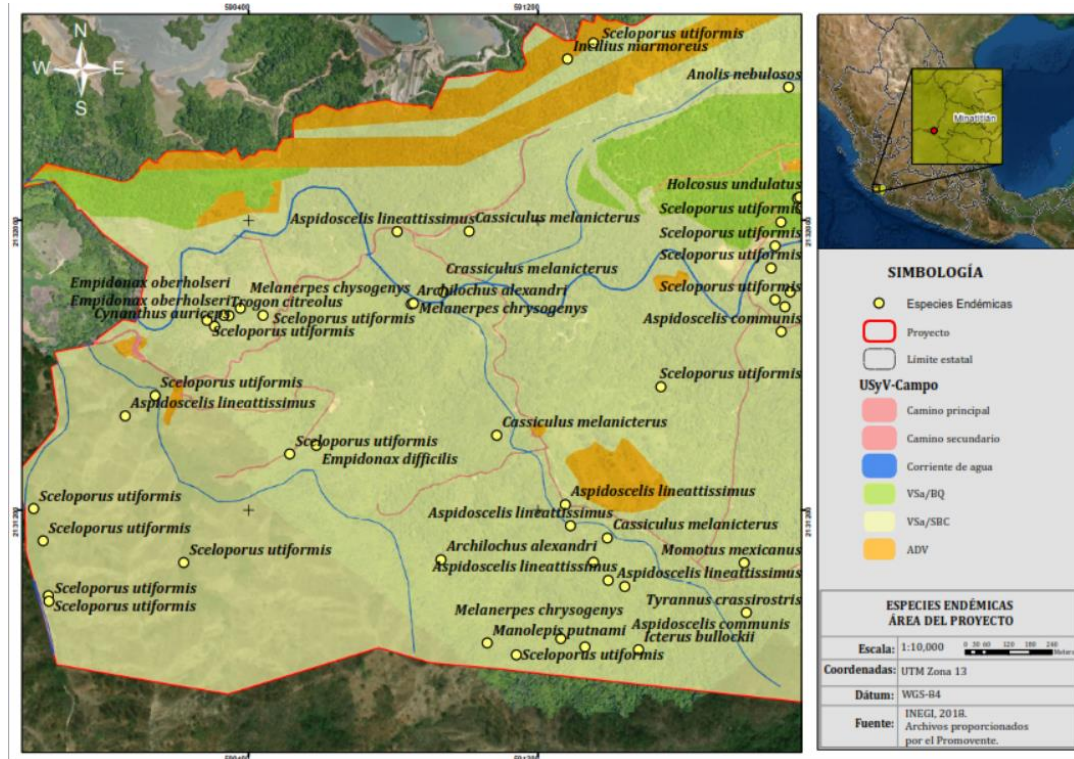


Figura 65. Especies endémicas registradas dentro el área del proyecto (continuación).

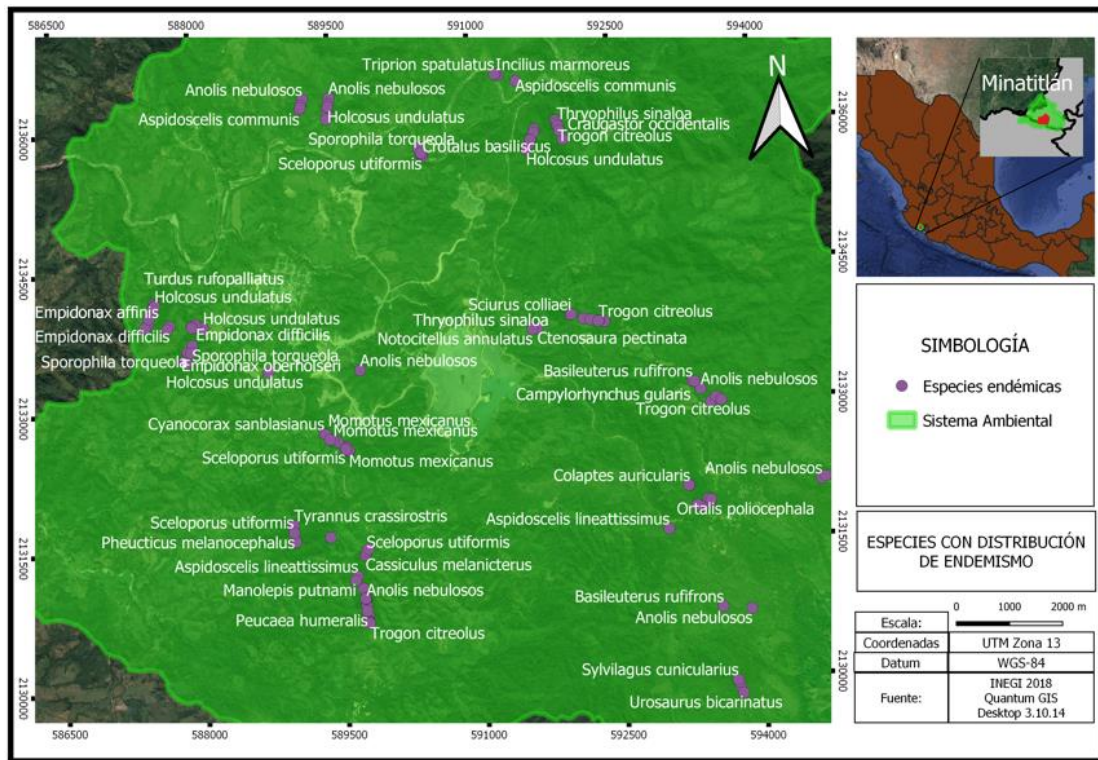


Figura 66. Especies endémicas registradas dentro del SAR.

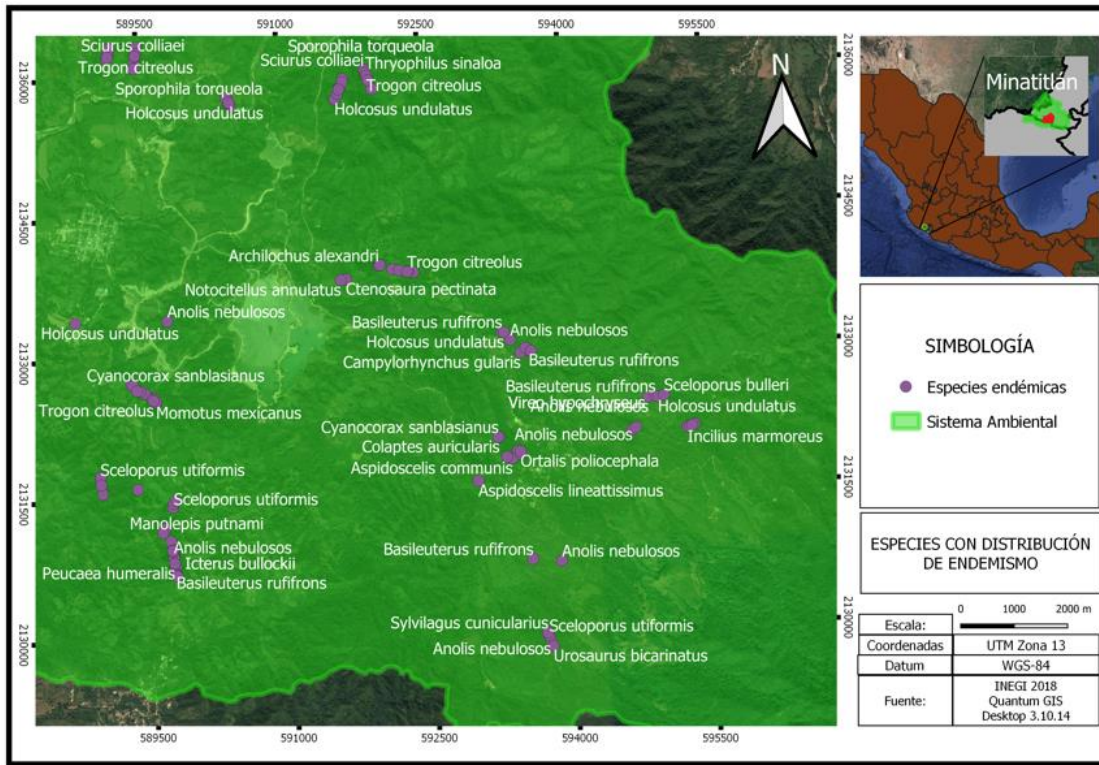


Figura 67. Especies endémicas registradas dentro del SAR.

Cabe mencionar que de manera anexa pueden ser revisada las tablas de coordenadas de ubicación de las especies con alguna categoría de endemismo que fueron registradas tanto para el SAR como para el área del proyecto.

### IV.3.14. Madrigueras y Nidos

#### IV.3.14.1. Madrigueras

Durante el muestreo, se registraron un total de 22 madrigueras activas, de las cuales siete se ubicaron dentro del área del proyecto y 15 corresponden al SAR. Las coordenadas y los transectos en donde se localizan las madrigueras se muestran en las siguientes tablas.

Tabla IV.60. Madrigueras georreferenciadas dentro de los transectos del área del proyecto.

ID	Coordenadas		Transecto	Área
	X	Y		
M1	592343	2131337	TAP05	ACIP
M2	592195	2132664	TAP24	ACIP

ID	Coordenadas		Transecto	Área
	X	Y		
M3	590269	2131719	TAP27	ACIP
M4	591018	2131264	TAP35	ACIP
M5	591959	2133213	TAP26	ACIP
M6	591981	2133127	TAP26	ACIP
M7	592022	2133060	TAP26	ACIP

Tabla 61. Madrigueras georreferenciadas dentro de los transectos del área del SAR.

ID	Coordenadas		Transecto	Área
	X	Y		
M1	589739	2130690	TUHF02	SAR
M2	589772	2131454	TUHF03	SAR
M3	593356	2131843	TUHF05	SAR
M4	591650	2133966	TUHF09	SAR
M5	590399	2135782	TUHF12	SAR
M6	587818	2133457	TUHF14	SAR
M7	589230	2137324	TUHF17	SAR
M8	589284	2136416	TUHF17	SAR
M9	591535	2135806	TUHF19	SAR
M10	593722	2130963	TUHF24	SAR
M11	593732	2130899	TUHF24	SAR
M12	593651	2130148	TUHF25	SAR
M13	593741	2130019	TUHF25	SAR
M14	593847	2130750	TUHF16	SAR
M15	593951	2130900	TUHF16	SAR

En los siguientes mapas se presenta la distribución de las madrigueras registradas dentro del área del proyecto y el SAR.



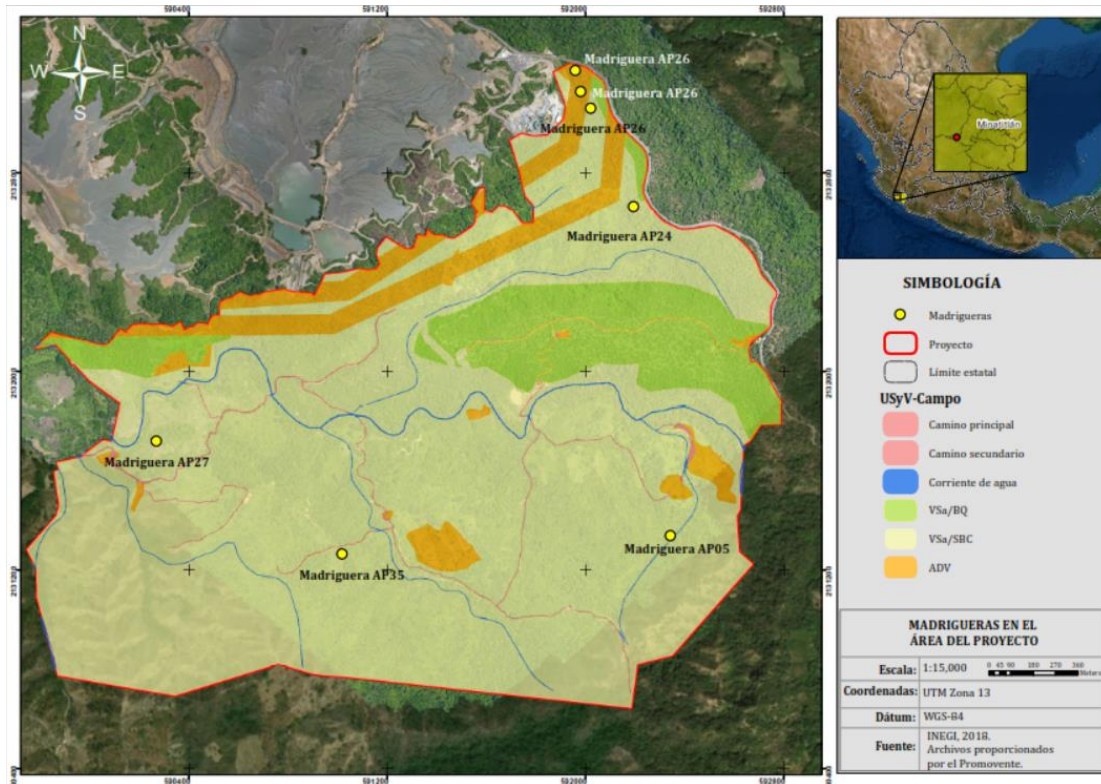


Figura 68. Ubicación de las Madrigueras registradas en el área del proyecto.

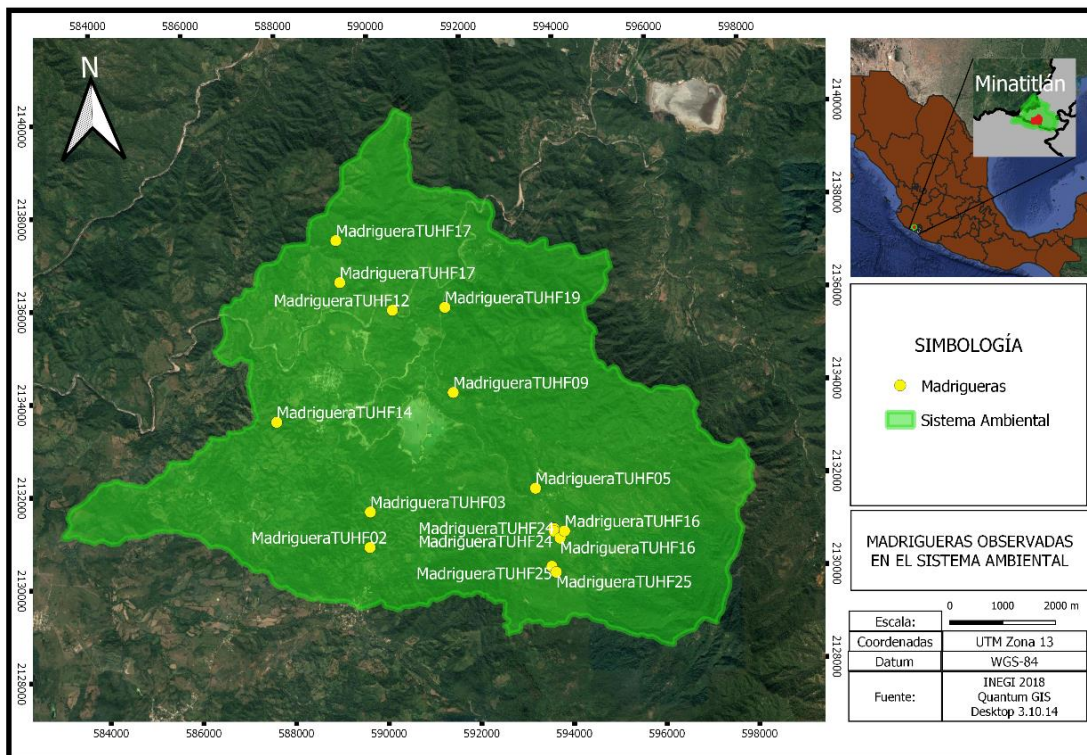


Figura 69. Ubicación de las Madrigueras registradas en el SAR.

### IV.3.14.2. Nidos

Se registraron 29 nidos durante el muestreo, de estos, 11 pertenecen al área del proyecto y 18 al SAR. Las coordenadas y los transectos en donde se localizaron los nidos, se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla IV.62. Nidos georreferenciados dentro de los transectos en el área del proyecto.**

ID	Coordenadas		Transecto	Área
	X	Y		
N1	591772	2130804	TAP07	ACIP
N2	590986	2131784	TAP20	ACIP
N3	592058	2132386	TAP24	ACIP
N4	592278	2132429	TAP24	ACIP
N5	590329	2131748	TAP 27	ACIP
N6	591991	2133040	TAP 26	ACIP
N7	591986	2133149	TAP 26	ACIP
N8	591987	2133150	TAP 26	ACIP
N9	591982	2133129	TAP 26	ACIP
N10	591982	2133129	TAP 26	ACIP
N11	591982	2133129	TAP 26	ACIP

**Tabla IV.63. Nidos georreferenciados dentro de los transectos en el área del SAR.**

ID	Coordenadas		Transecto	Área
	X	Y		
N1	589028	2131478	TUHF11	SAR
N2	587859	2133954	TUHF08	SAR
N3	591950	2133952	TUHF10	SAR
N4	590406	2136006	TUHF12	SAR
N5	589343	2131623	TUHF13	SAR
N6	594803	2132091	TUHF20	SAR
N7	595230	2132385	TUHF21	SAR
N8	595232	2132384	TUHF21	SAR
N9	589173	2136091	TUHF17	SAR
N10	589180	2136171	TUHF17	SAR
N11	589174	2136188	TUHF17	SAR
N12	591993	2136062	TUHF19	SAR
N13	591973	2135966	TUHF19	SAR
N14	591966	2135869	TUHF19	SAR
N15	591559	2135685	TUHF23	SAR
N16	591531	2135745	TUHF23	SAR
N17	593524	2130571	TUHF24	SAR

ID	Coordenadas		Transecto	Área
	X	Y		
N18	593828	2129862	TUHF25	SAR

En la siguiente figura, misma que se incluye de manera anexa para mayor apreciación, se muestra la ubicación de los nidos encontrados dentro del área del Proyecto (ACIP) y SAR.

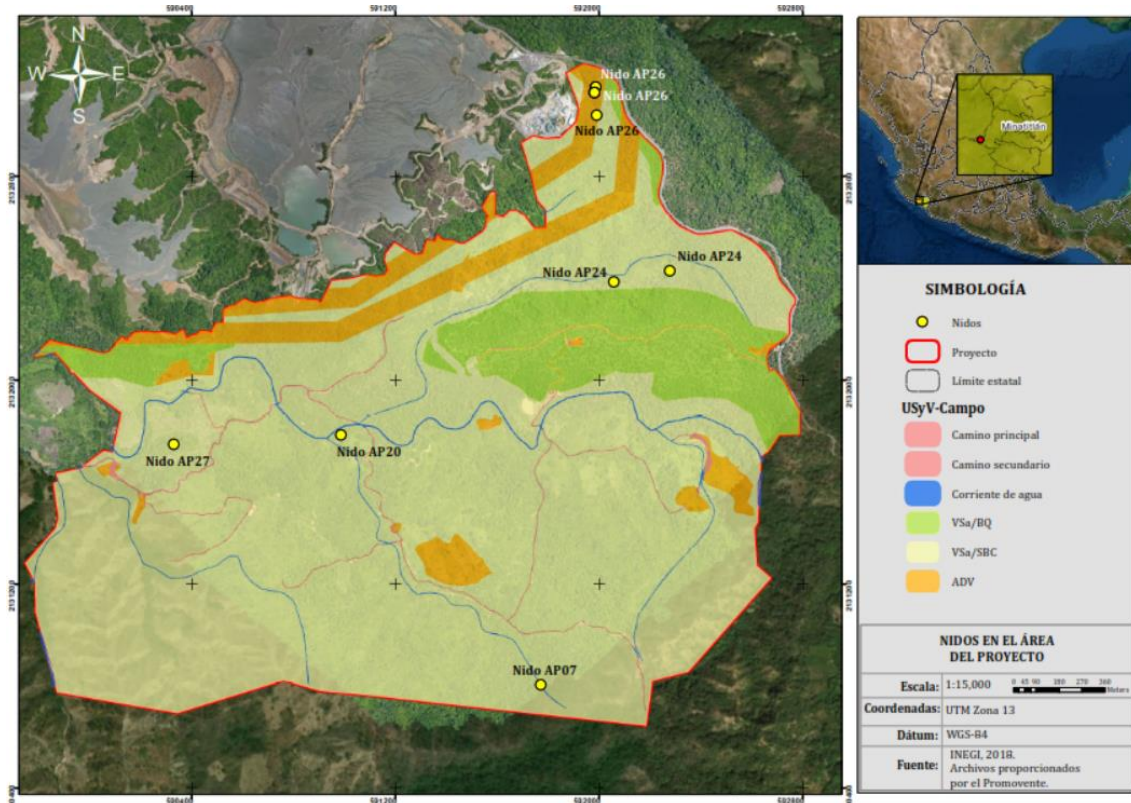


Figura 70 Ubicación de nidos encontrados en el área del proyecto.

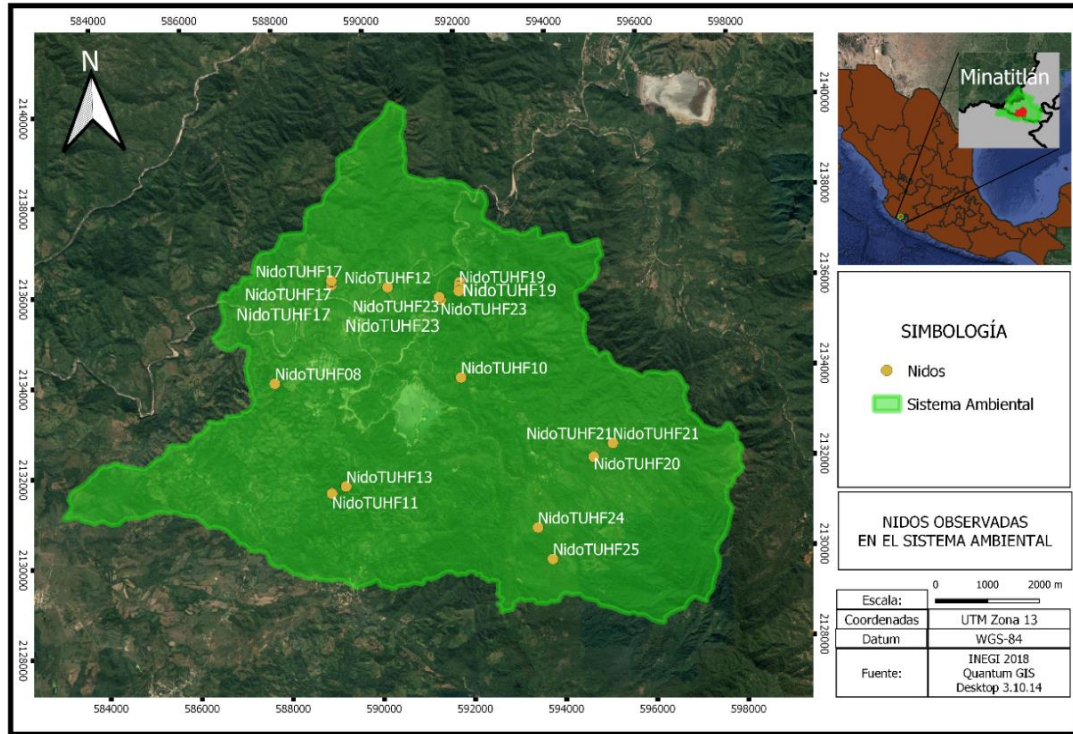


Figura 71. Ubicación de nidos encontrados en el área del SAR.

### IV.3.15. Caracterización de fauna

Aunada a la caracterización realizada de manera taxonómica, se realizó la clasificación de los vertebrados, tomando en cuenta otros criterios importantes para analizar a las comunidades de fauna presentes en el polígono del proyecto y su posible afectación por el desarrollo del proyecto. Dichos criterios son los siguientes:

- La estacionalidad de las especies.** Esta se entiende como el periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en cuatro categorías: residentes, visitantes invernales, migratorias o transitorias.
- 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).

- c) **Sociabilidad.** Se refiere al tipo de organización social de las especies. Comprende tres categorías: solitario (cuando sólo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).
- d) **Alimentación.** Para este caso se asignan categorías de acuerdo al tipo de alimento que consumen, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar las siguientes categorías: herbívoro (especies que se alimentan principalmente de material vegetal como pastos, hojas, ramas, entre otros), carnívoro (especies que se alimentan de vertebrados a los que capturan vivos), carroñero (especies que se alimentan de material animal en descomposición), frugívoro (especies que consumen principalmente frutos), granívoro (se alimentan de semillas principalmente), insectívoro (especies que el consumo de insectos es la base de su alimentación), nectarívoro (cuando el néctar es la principal fuente de alimentación), invertebrado (cuando pequeños invertebrados forman la base de su alimentación) y omnívoro (especies que consumen distintos recursos como semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas, entre otros).
- e) **Hábitat.** Se define como el ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie.
- f) **Distribución vertical.** Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.

#### IV.3.15.1. Estacionalidad

La estacionalidad se determinó de acuerdo con la literatura de Avesmx de la CONABIO, sin embargo, para esta categoría se tomó solo la estacionalidad de acuerdo a la zona de estudio ya que hay especies que registran dos o más tipos de estacionalidad. Se encontró que todos los reptiles y mamíferos registrados son de carácter residente. Por otro lado, de las 86 especies de aves registradas durante el muestreo, el 81.40 % son residentes, el 16.28 % son migratorias de invierno y el 2.33 % son migratoria de verano.

De manera anexa puede ser revisado el listado de especies conforme a su estacionalidad.

Mediante la siguiente imagen, misma que se incluye de manera anexa, se presenta el porcentaje de especies residentes y migratorias registradas mediante los trabajos de campo.

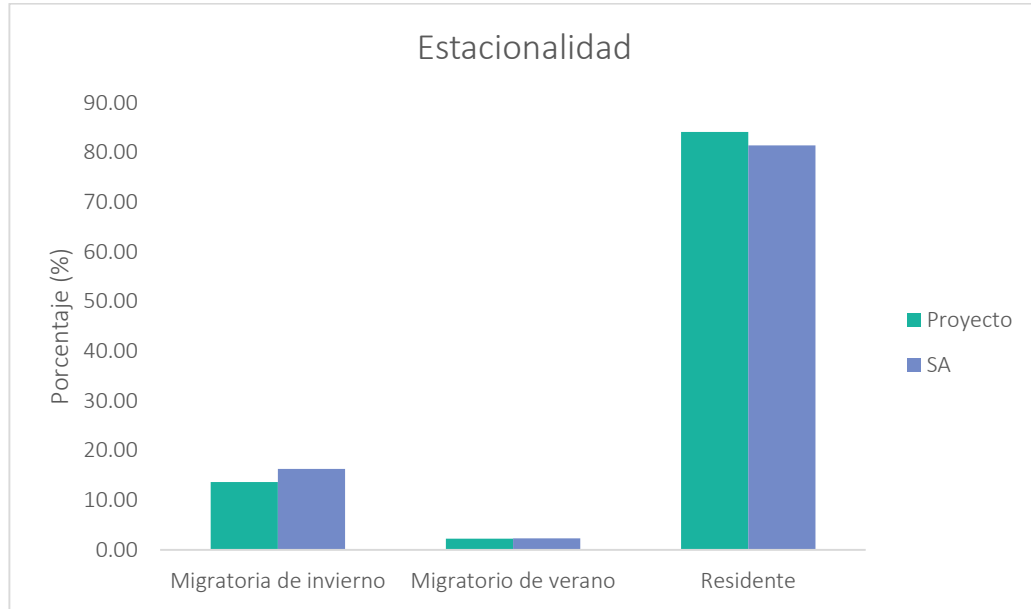


Figura 72. Porcentaje de especies residentes, migratorias de invierno y migratoria de verano del total registrado.

#### IV.3.15.2. Abundancia

Con respecto al criterio de abundancia, los datos se tomaron de acuerdo a los registros obtenidos en campo, de las cuales se registraron cinco categorías, Abundante, Común, Poco Común, Rara y Ocasional dentro del proyecto y el SAR.

Para el área del proyecto el mayor porcentaje está dado por las especies con abundancia Poco común con un 36.5 %, seguido de las especies Raras con el 28.6 %, posteriormente las Ocasionales con el 27.0 %, seguido de las Abundantes con el 6.3 % y finalmente las Comunes con el 1.6 %.

Por otra parte, en el SAR, son las Ocasionales las que presentan mayor abundancia con el 36.1 %, seguido de las Raras con 25.4 %, continuando con las Poco común con 24.6 %, posteriormente las Abundantes con el 9.0% y finalmente las Comunes con el 4.9 %.

De manera anexa puede ser revisado el listado de especies conforme a su categoría de abundancia.

En la siguiente gráfica se puede observar de manera general, que las especies Poco común son las que dominan la composición de la comunidad de vertebrados, tanto en el área del SAR como en el área del proyecto.

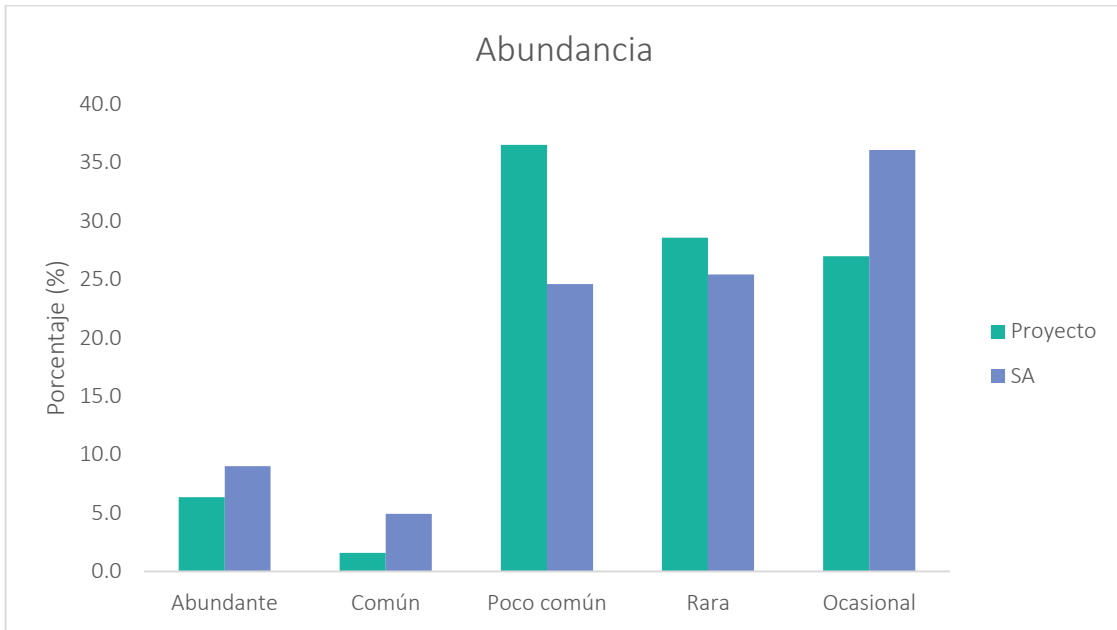


Figura 73. Número de especies de acuerdo a la categoría de abundancia.

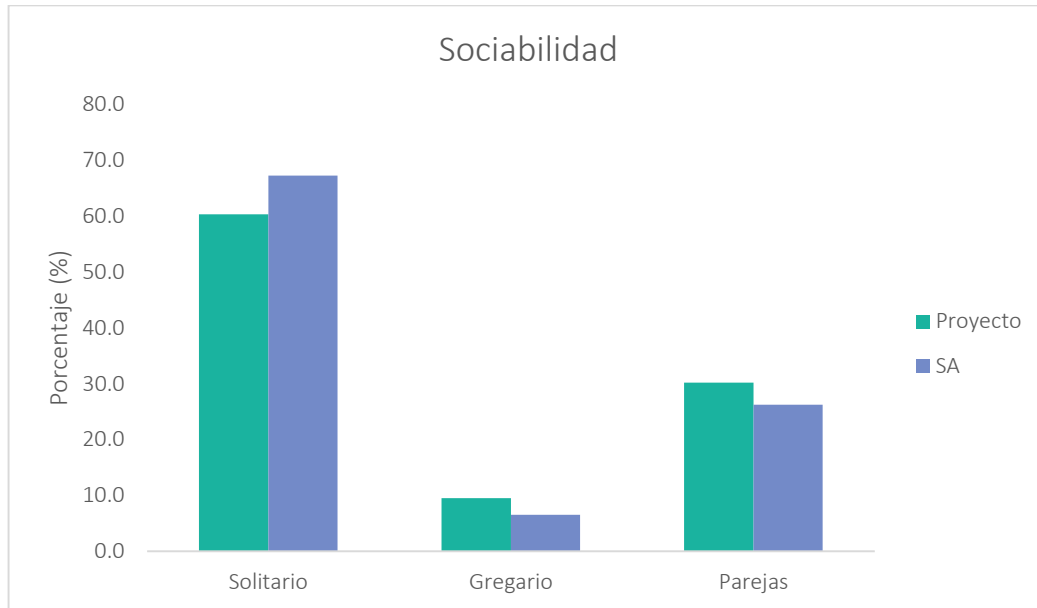
### IV.3.15.3. Sociabilidad

Con base en las categorías de sociabilidad, dentro del área del proyecto se registraron 38 especies con ámbitos solitarios, lo que representa el 60.3 % de las especies totales, por otro lado, el ámbito en Pareja se registraron 19 especies que representa el 30.2 %, finalmente las especies que desarrollan su ciclo de vida Gregaria representan el 9.5 %, con seis especies.

Por su parte, en el área del SAR, se obtuvieron registros de 82 especies de ámbito Solitario lo cual representa el 67.2 % del total de especies, seguida de las especies en Pareja con 32 especies, lo que equivale al 26.2 %, finalmente las especies que conviven en ámbito Gregario representan el 6.6 % con ocho especies.

De manera anexa puede ser revisado el listado de especies conforme a su categoría de sociabilidad.

En la siguiente gráfica se puede observar de manera general, que las especies solitarias son las que dominan la composición de la comunidad de vertebrados con base a la caracterización en cuanto a su sociabilidad.



**Figura 74. Porcentaje de especies de acuerdo con sus categorías de Sociabilidad.**

#### IV.3.15.4. Alimentación

Derivado de los análisis y de la consulta de la información bibliográfica, se encontró que en el área del proyecto la mayor parte de las especies (53.97 %) presentan una alimentación a base de insectos, seguido de las especies carnívoras con el 11.11 %; de igual manera, en el SAR las especies insectívoras dominan la comunidad con un 60.66 %, seguidas de las especies carnívoras con el 9.02 %.

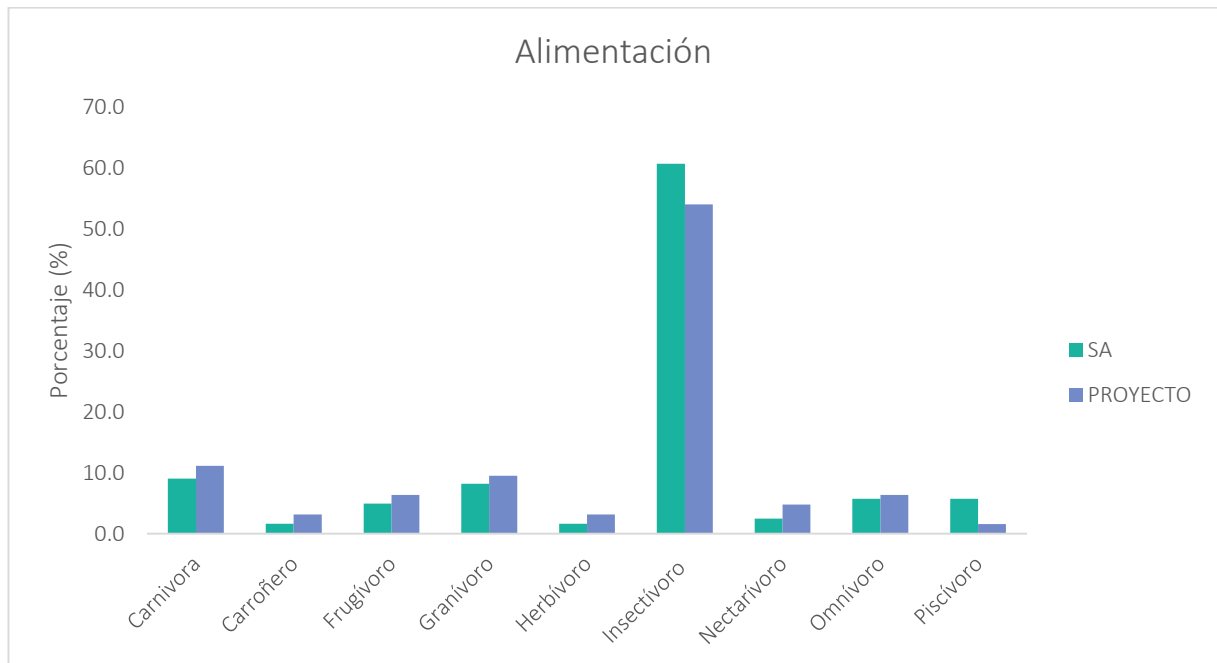


**Tabla IV.64. Proporción de especies respecto a sus ámbitos alimenticios**

Alimentación	Proyecto		SAR	
	No. de especies	Proporción	No. de especies	Proporción
<b>Carnívoro</b>	7	11.11	11	9.02
<b>Carroñero</b>	2	3.17	2	1.64
<b>Frugívoro</b>	4	6.35	6	4.92
<b>Granívoro</b>	6	9.52	10	8.20
<b>Herbívoro</b>	2	3.17	2	1.64
<b>Insectívoro</b>	34	53.97	74	60.66
<b>Nectarívoro</b>	3	4.76	3	2.46
<b>Omnívoro</b>	4	6.35	7	5.74
<b>Piscívoro</b>	1	1.59	7	5.74
<b>Total</b>	60	100.00	99	100.00

De manera anexa puede ser revisado el listado de especies conforme a su categoría de alimentación.

En la siguiente gráfica se puede observar que las especies insectívoras son las que dominan la composición de la comunidad de vertebrados con base a la caracterización en cuanto a su tipo de alimentación.



**Figura 75. Porcentaje de especies de acuerdo con sus ámbitos alimenticios dentro del proyecto y del SAR.**

### IV.3.15.5. Hábitat

Se registraron tres categorías de hábitat, los cuales corresponden a Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ), Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa/SBC), y la asociación entre VSa/BQ y VSa/SBC.

En el área del proyecto, el 71.4 % de las especies fueron registradas en la VSa/SBC, posteriormente el 20.6 % de las especies se encontraron tanto en VSa/SBC como en VSa/BQ, y finalmente el 7.9 % se registró dentro de la VSa/BQ.

Por su parte en el área del SAR, el 72.1 % de las especies fueron registradas dentro de la VSa/SBC, seguidas de las especies registradas en ambos tipos de hábitat (VSa/SBC-VSa/BQ) con el 13.9 %, de igual manera la VSa/ BQ presento un porcentaje de 13.9 %.

De manera anexa puede ser revisado el listado de especies conforme a su categoría de hábitat.

En la siguiente gráfica se puede observar que las especies que habitan tanto en la VSa/SBC son las que dominan la composición de la comunidad de vertebrados con base a la caracterización en cuanto a su tipo de hábitat preferencial.

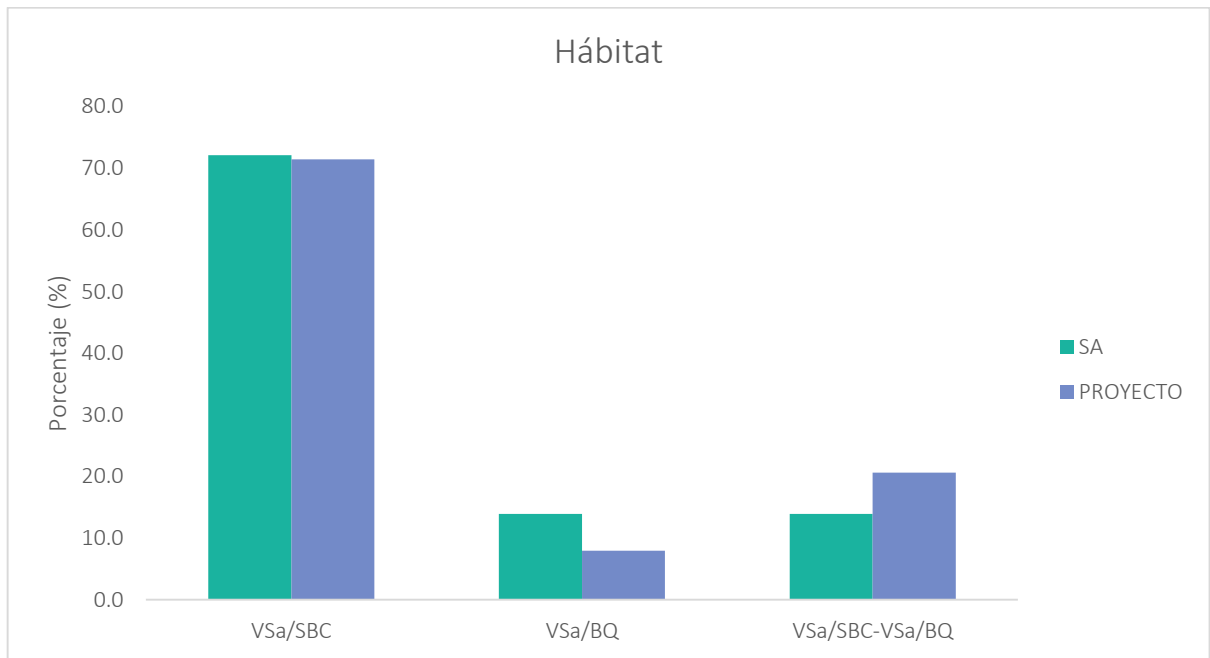


Figura 76. Porcentaje de especies de acuerdo a los tipos de hábitat preferenciales.

#### IV.3.15.6. Distribución vertical

Tomando en cuenta el criterio de distribución vertical, con base a los datos registrados en campo, los vertebrados dentro del área del proyecto se encuentran mejor representados por aquellos que desarrollan sus actividades en el estrato arbóreo con el 60.3 %, seguido de los que realizan sus actividades en la hojarasca con el 15.9 %, posteriormente se encuentran aquellas especies que llevan a cabo sus actividades en el suelo, en el medio arbustivo y en vuelo con el 4.8 % cada una, otras especies se registraron tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo o en el suelo como en la hojarasca con un porcentaje del 3.2% y finalmente los registro de las especies en estrato herbáceo y en la roca-suelo con el 1.6%.

Con respecto al SAR, el 59.8 % está representada por las especies que desarrollan sus actividades en el estrato arbóreo, seguido de las especies con preferencia en la hojarasca con el 13.9 %, posteriormente aquellas que se encontraron en el suelo con el 8.2 %, seguidas de las especies que prefieren las rocas con el 4.9 % y finalmente aquellas que desarrollan sus actividades en el estrato arbustivo, arbóreo-arbustivo, en vuelo, suelo-hojarasca, suelo-arbóreo y herbáceo con un porcentaje igual o menor que el 4.1%.

De manera anexa puede ser revisado el listado de especies conforme a su distribución vertical.

En la siguiente gráfica se puede observar que las especies que desarrollan la mayoría de sus actividades en el estrato arbóreo son las que dominan la composición de la comunidad de vertebrados con base a la caracterización en cuanto a su distribución vertical.

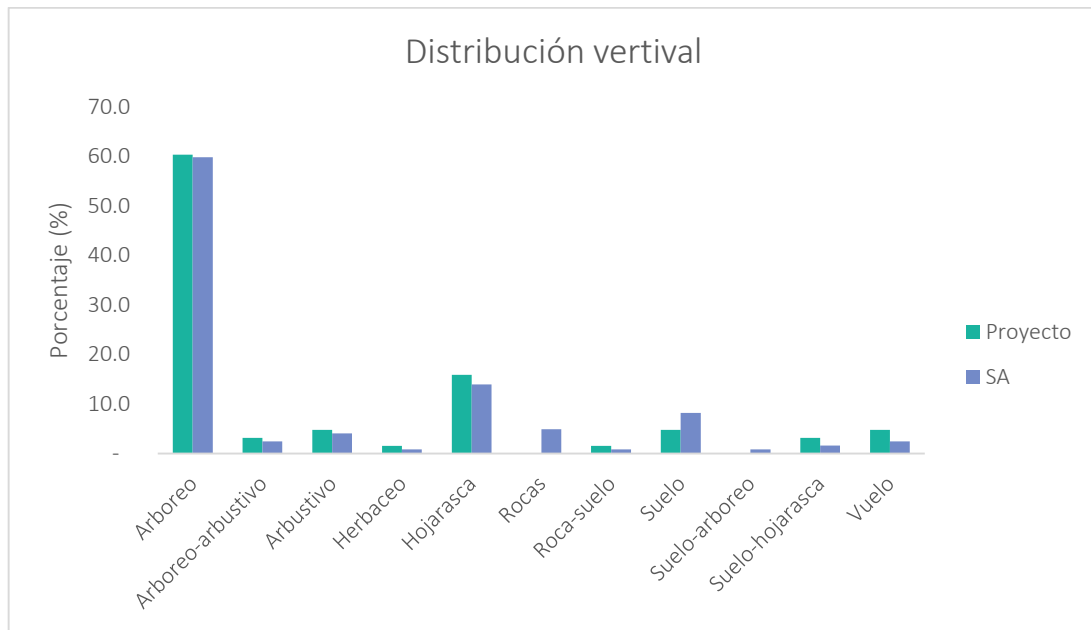


Figura 77. Porcentaje de especies de acuerdo a la distribución vertical registrada dentro del proyecto y del SAR.

#### IV.4. Diagnostico ambiental

La región donde se ubica el proyecto corresponde a una zona de lomeríos en las estribaciones de la sierra, en la cual se tiene una precipitación pluvial significativa que supera los 1000 mm anuales, aunque está concentrada entre los meses de junio a octubre. Es un área en la que, a pesar de que se ha tenido una fuerte intervención humana, se presenta todavía una alta diversidad y riqueza biológica.

En el área del proyecto el mineral de hierro es abundante y se ha convertido en el sustento de la principal actividad económica de la región, siendo la principal fuente de empleo y derrama económica. El reto ha sido y será lograr que el aprovechamiento minero se lleve a cabo sin afectar la diversidad biológica, los recursos hídricos o la calidad de vida de los pobladores de la región. En otras palabras, la actividad minera se debe desarrollar en forma sustentable.

De acuerdo con la información recabada sobre la calidad ambiental que actualmente se presenta en el SAR, y la cual ha sido comentada en las secciones anteriores de este capítulo de la MIA, hasta la fecha la explotación minera no ha afectado los cuerpos de agua superficiales y

subterráneos, no ha deteriorado la calidad del aire y ha contribuido al desarrollo social y económico de la región.

Sin embargo, en toda la microcuenca donde se asienta la Unidad Minera Peña Colorada presenta una fuerte modificación en el uso del suelo, en la cual se ha eliminado o modificado sustancialmente la cubierta vegetal, principalmente como resultado de la actividad agropecuaria que se ha desarrollado en la región, y en menor medida, en la parte centro sur de la microcuenca, por la actividad minera. Esta situación ha ocasionado la fragmentación de los hábitats, aunque afortunadamente, todavía existe la suficiente cobertura para que se mantenga dos corredores biológicos en los márgenes este y oeste de la microcuenca (fuera del SAR y área del proyecto).

Actualmente, la Unidad Minera esta desarrollando esfuerzos para recuperar parte de las pérdidas del capital natural, en especial biológico con la conformación de una Unidad de Manejo de Vida Silvestre y programas de rescate y conservación de flora y fauna. Además, hacia un futuro próximo la Unidad Minera impulsará con más elementos los programas de recuperación o restauración de áreas que han sido utilizadas para la disposición de jales. Sin embargo, es necesario que los diferentes niveles de gobierno incrementen su actividad en este sentido (como lo establece el Programa de Ordenamiento Ecológico), para incrementar las acciones que permitan la recuperación integral de los hábitats o ecosistemas.

Es importante no ignorar que, a nivel del SAR, se ha presentado un crecimiento de actividades antropogénicas, que no corresponden únicamente a propias actividades mineras, sino también, incluye a superficies de cambio de usos de suelo hacia sistemas productivos como son los agropecuarios. Estas últimas actividades, han generado cambios en la cobertura forestal cubriendo una gran extensión dentro del SAR de una manera irregular y desordenada, como se observa en las siguientes imágenes (las imágenes se incluyen de manera anexa para mayor apreciación).

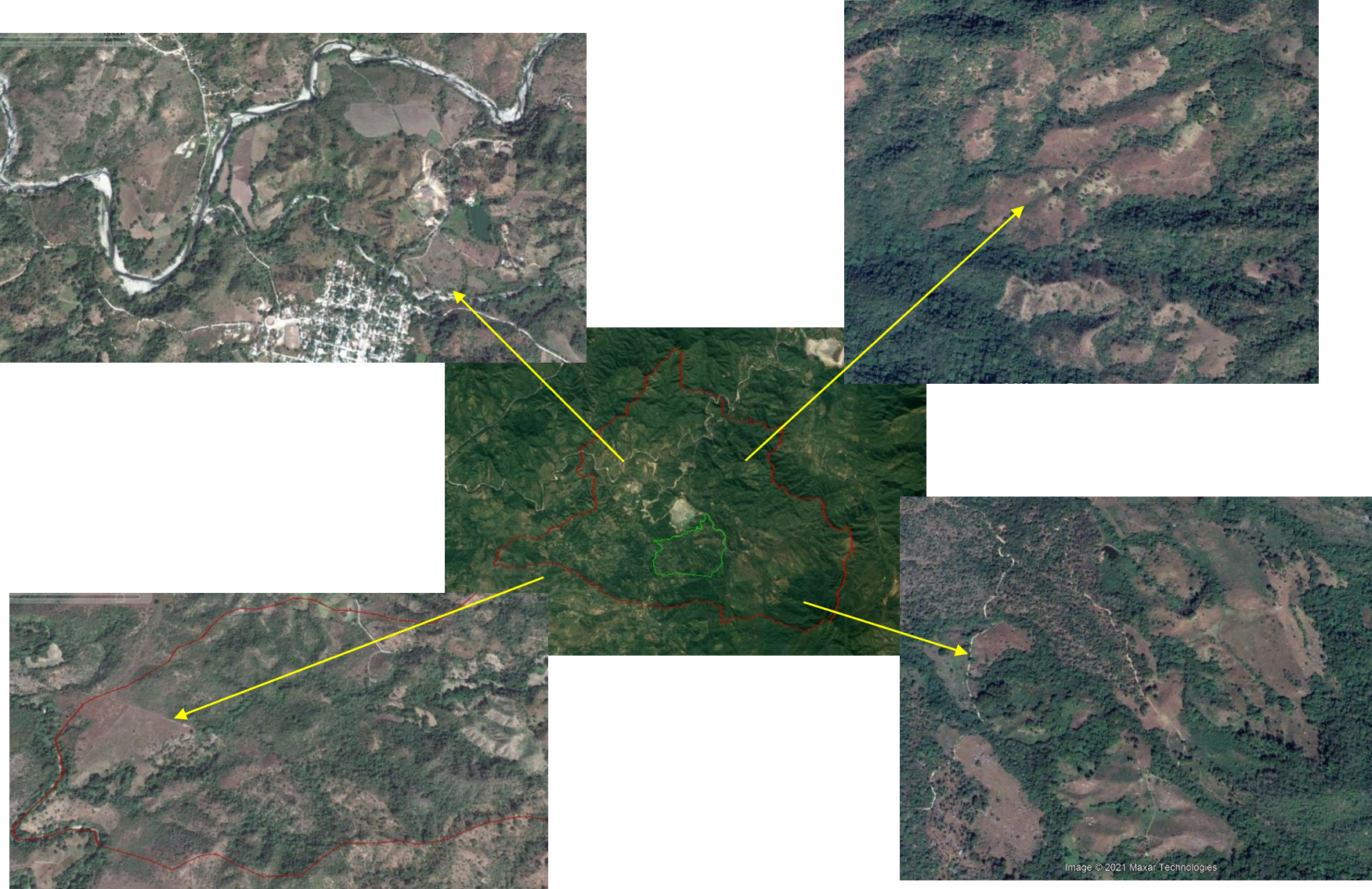


Figura IV.78. Vista área de la superficie del SAR, destacándose la presencia de áreas desprovistas de vegetación (Fuente Google Earth).

Lo anterior es coincidente con lo referido por la Carta de Usos de Suelo y Vegetación de INEGI, Serie VI, mediante la cual se define una ocupación por pastizal cultivado de 30.76% del SAR, hecho que fue corroborado mediante los recorridos de campo. En este sentido, es importante mencionar que estas actividades de manera general se llevan a cabo de forma desordenada, irregular y sin la implementación de medidas o programas que minimicen los efectos que conlleva el cambio de uso de suelo, por lo que contribuyen de manera directa en el deterioro de la zona.

Asimismo, como fue referido y evidenciado a lo largo del capítulo, el área del proyecto se encuentra incluida dentro de la Unidad Minera Peña Colorada, por lo que de manera general la zona ha estado sujeta históricamente a las actividades mineras. En este sentido, sus condiciones ambientales (bióticas y abióticas), se han visto incididas o modificadas por dichas actividades. Sin embargo, es muy importante mencionar, que si bien, en el área se han visto modificados sus componentes ambientales, en ningún momento se ha afectado la funcionalidad o integridad de los ecosistemas a nivel SAR. Prueba de ello, son los resultados de diversos estudios que de manera continua y permanente lleva a cabo la Unidad Minera Peña Colorada, incluyendo un estudio de fragmentación<sup>1</sup>, mediante el cual se evidencia que las obras y actividades, tanto las propuestas para el presente proyecto como proyectos anteriores; por un lado, no han afectado o afectarían corredores o ecosistemas sensibles esenciales para el funcionamiento del SAR y por otro, la micro cuenca (donde se incluye el SAR) y área del proyecto muestran una condición de fragmentación importante, en donde esta última se acentúa más en el área del proyecto.

Igualmente, en el mencionado estudio se concluye que en la totalidad del paisaje analizado hay un complejo patrón de parches de áreas desmontadas y afectada y algunas áreas con vegetación original. Lo importante es que la actividad que ha desarrollado la Unidad Minera, no ha afectado los corredores biológicos comentados en párrafos antecedentes. Y el proyecto que se está sometiendo a evaluación también se desarrollará fuera de las franjas que ocupan esos corredores.

---

<sup>1</sup> Estudio de Fragmentación y Conectividad de Paisaje- Ampliación Centro Industrial Patitajo (ACIP), Colima, 2021.

Así bien, dentro del análisis comparativo de fragmentación en escala del SAR y considerando el escenario de implementación del proyecto, el estudio no reveló cambios significativos en las estadísticas de parches por clase en cuanto tamaño, largo del borde, forma, extensión y dispersión, por lo que se considera que el proyecto no influirá significativamente en la fragmentación del SAR o del paisaje. Es decir, en todos los grupos de coberturas, en la extensión de todo el paisaje, el cambio de tamaños de parches causado por la implementación del proyecto fue por debajo del nivel de significancia de 95%, aunque existe un efecto distinto en las coberturas forestales y no-forestales. Esto se puede interpretar como ausencia del efecto generalizado del proyecto en los parámetros de los parches del paisaje.

Finalmente se tiene que el índice sintético de fragmentación de los ecosistemas forestales confirma el supuesto sobre baja afectación del proyecto en continuidad de los sistemas forestales, ya que una absoluta mayoría de los cuadrantes incluidos en el polígono del proyecto cuentan con bajos valores del índice, que se interpretan como zonas de muy alta fragmentación preexistente de los ecosistemas naturales

Por otro lado, se tiene que la ubicación del SAR incide dentro de dos regiones prioritarias de conservación conforme lo establece la CONABIO, sin embargo, el proyecto tendrá incidencia directa únicamente dentro de la RHP “Ríos Purificación Armería”. Entre las principales actividades que afectan a esta RHP, se encuentra la deforestación y explotación de acuíferos en la parte media y baja de la cuenca, el crecimiento demográfico, y los conflictos por tenencia de la tierra con respecto al uso de suelo urbano, ganadero y agrícola. De lo anterior, es importante mencionar que el emplazamiento del proyecto no será en la parte alta de la cuenca o zonas de recarga. Asimismo, la rectificación del cauce arroyo Palo Verde no implicaría el aprovechamiento o extracción de agua, por lo que no se ejercerá una presión adicional sobre el acuífero y/o los escurrimientos superficiales, por el contrario, con el proyecto se disminuirá la demanda de agua extraída, toda vez, que el agua recuperada se incorporará nuevamente a los procesos de aprovechamiento del mineral.

Con base en los estudios de campo, se puede concluir que tanto el área del proyecto, como el SAR, presentan una diversidad media-alta, en lo que corresponde a los diferentes estratos de la



vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Si bien, es importante aclarar que, de manera general, ambas áreas presentaron similitud en cuanto a riqueza, dominancia y abundancia de especies, el SAR presenta una diversidad ligeramente superior al área del proyecto.

Para la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, se tiene que de los análisis realizados tanto el área del proyecto como el SAR, cuentan con una diversidad baja-media, para los diferentes estratos. Sin embargo, al igual que para la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, se tiene que la vegetación del SAR presenta mayor diversidad y distribución de especies en comparación con el área del proyecto.

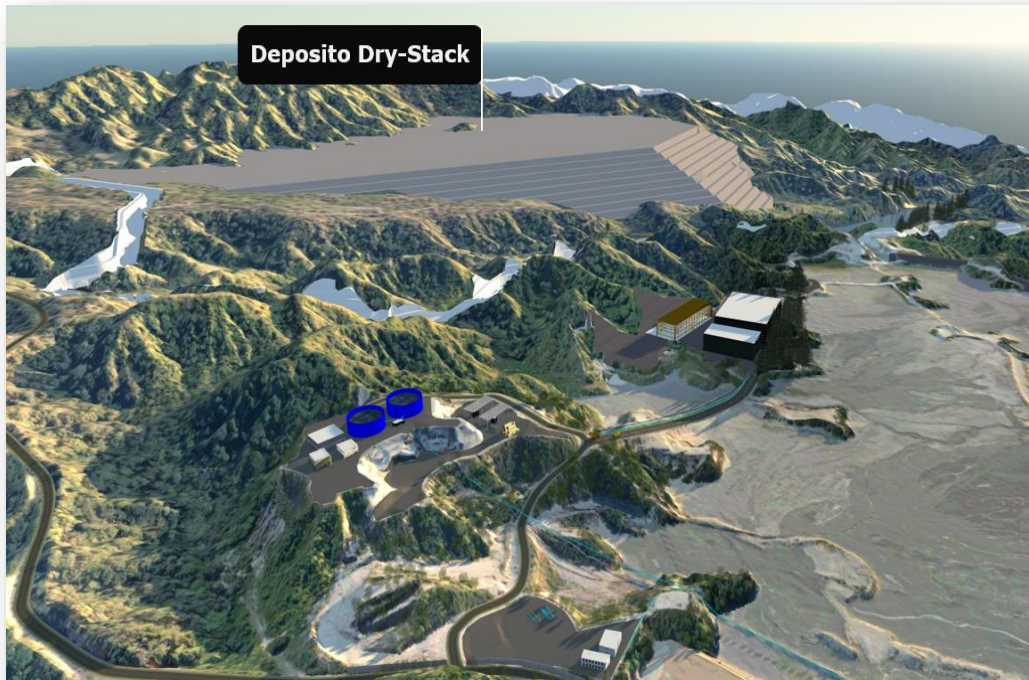
En lo que corresponde a la riqueza de vertebrados terrestres, se tiene que, en general el SAR resultó ser más diverso respecto al área del proyecto, de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener, las clases de Aves presento una diversidad alta en el área del SAR, mientras que solamente la clase Aves presentó una diversidad media en el área del proyecto, el resto de las clases son consideradas como de diversidad baja de acuerdo con este índice. Respecto al índice de Equitatividad, todas las clases (Mammalia, Aves, Reptilia y Amphibia), tanto en el SAR como el área del proyecto presentaron valores de 0.86, lo que indica que son comunidades que tienden a la heterogeneidad.

En cuanto a la semejanza de ambos sitios, el índice de Morisita expresa un valor de 88.00%, lo que significa que existe una gran similitud entre el área del proyecto y el SAR, en relación a la estructura de las comunidades, y con base a la riqueza específica y abundancias relativas totales.

Aunque hay una similitud importante ente la fauna en el SAR y del proyecto, la diversidad de la riqueza faunática es mayor en el SAR (122) que en el área del proyecto (63).

En este sentido, y considerando los resultados obtenidos se puede concluir que existe una semejanza entre las condiciones bióticas del SAR y área del proyecto, sin embargo, se puede presumir que el primero cuenta con un mayor grado de conservación al presentar una mayor diversidad. Para el caso del área del proyecto, una menor diversidad puede ser el resultado de

las diferentes actividades que actualmente se desarrollan de forma contigua y dentro de la misma área de la Unidad Minera Peña Colorada.



MIA-R "AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATICAJÓ"

# CAPÍTULO V

Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional.

## CONTENIDO

<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.</b>	<b>4</b>
<b>V.1. Introducción.</b>	<b>4</b>
<b>V.2. Metodología de identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales del proyecto.</b>	<b>6</b>
V.2.1. Identificación de los impactos ambientales.	7
V.2.2. Identificación de los impactos ambientales acumulativos y residuales.	9
V.2.3. Evaluación de los impactos ambientales.	11
V.2.4. Descripción y análisis de los impactos ambientales.	17
<b>V.3. Identificación de los impactos ambientales potenciales del proyecto.</b>	<b>17</b>
V.3.1. Componentes y factores susceptibles de ser afectados por el proyecto	18
V.3.2. Matriz de identificación de impactos ambientales.	19
V.3.3. Impactos ambientales del proyecto.	20
V.3.1. Impactos ambientales acumulativos del proyecto.	21
<b>V.4. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto.</b>	<b>23</b>
V.4.1. Impactos ambientales residuales del proyecto.	25
<b>V.5. Descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto.</b>	<b>25</b>
V.5.1. Modificación de la calidad del suelo.	25
V.5.2. Modificación de la calidad del agua superficial.	26
V.5.3. Pérdida de suelo orgánico.	27
V.5.4. Modificación de la calidad del aire.	28
V.5.5. Modificación del confort sonoro.	29
V.5.6. Disminución del agua infiltrada.	31
V.5.7. Desplazamiento de fauna.	32
V.5.8. Modificación del paisaje natural.	32
V.5.9. Modificación del relieve.	33
V.5.10. Pérdida de cobertura vegetal.	33
V.5.11. Pérdida del hábitat.	34
V.5.12. Modificación del patrón hidrológico.	35
<b>V.6. Conclusiones.</b>	<b>35</b>

## FIGURAS

FIGURA V.1 DEFINICIÓN GRÁFICA DE IMPACTO AMBIENTAL. FUENTE: TOMADA DE INTERNET COMO REFERENCIA. ....	7
FIGURA V.2 DENOMINACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE UN PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	9
FIGURA V.3 COMUNIDADES CERCANAS AL ÁREA DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	30
FIGURA V.4 PLANTA PURIFICADORA DE AGUA EN LA LOCALIDAD ARRAYANAL. FUENTE: IMÁGENES PROPORCIONADAS POR LA PROMOVENTE. ....	38
FIGURA V.5 APOYO A AGROECOSISTEMA DE CAFÉ BAJO SOMBRA EN EL MUNICIPIO DE MINATITLÁN. FUENTE: IMÁGENES PROPORCIONADAS POR LA PROMOVENTE. ....	39
FIGURA V.6 RECONSTRUCCIÓN DEL CAMPAMENTO BASE JAGUAR, EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE MANANTLÁN (RBSM). FUENTE: IMÁGENES PROPORCIONADAS POR LA PROMOVENTE. ....	39
FIGURA V.7 REHABILITACIÓN BANCO DE SEMILLAS, EN EL EJIDO DE AYOTITLÁN, DENTRO DE LA RBSM. FUENTE: IMÁGENES PROPORCIONADAS POR LA PROMOVENTE. ....	40

## TABLAS

TABLA V.1 VALORES Y CRITERIOS DE LOS ATRIBUTOS CUALITATIVOS. FUENTE: CONESA, V. (2010). ....	12
TABLA V.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS CUALITATIVOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	14
TABLA V.3 NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. FUENTE: CONESA, V. (2010). ....	16
TABLA V.4 ACTIVIDADES POR ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO QUE GENERARÁN IMPACTOS AMBIENTALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	17
TABLA V.5 COMPONENTES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE AFECTACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	18
TABLA V.6 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	19
TABLA V.7 IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y CAUSAS QUE LOS PRODUCEN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	20
TABLA V.8 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	22
TABLA V.9 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	24

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

### V.1. Introducción.

Por lo ya manifestado anteriormente, con el proyecto se generarán impactos ambientales negativos que deben ser evaluados, por lo que el presente Capítulo V tiene como objetivo la identificación, descripción y evaluación de los potenciales impactos ambientales adversos que se prevén por el desarrollo del proyecto (obras y actividades). Para lo cual, se desarrolló una *Metodología de identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales del proyecto*, donde se tomó como base literatura ampliamente reconocida y especializada en materia de evaluación de impacto ambiental<sup>1</sup>, que garantiza la estimación de los posibles efectos que pudiera provocar el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, y que permiten reducir la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales que generará el proyecto.

Cabe mencionar que este Capítulo y *Metodología* ya citada, responden a los requerimientos establecidos en los artículos 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y 13, Fracción V de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), los cuales a su letra dicen:

*“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*

---

<sup>1</sup>-Conesa, V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.

-Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. 2005. Evaluación de impacto ambiental. Pearson Prentice Hall. Madrid.

-Gómez, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.

*preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente...” (LGEEPA).*

*“Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:*

*...V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;”... (REIA).*

En razón de lo anterior, la *Metodología* desarrollada en este Capítulo, no solo permite la detección y valoración de las posibles afectaciones del proyecto en su entorno, sino que también permite determinar los impactos ambientales acumulativos y residuales con base en las definiciones del Artículo 3, Fracciones VII y X del REIA, que a su letra dicen:

*“VII. 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;*

*X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;”*

Con base en lo anterior, y mediante el análisis correspondiente, será posible identificar las acciones del proyecto que generarán un efecto adverso en los componentes ambientales presentes, que junto con los criterios para la determinación de la significancia de las afectaciones (sustentados en la literatura antes referida), permitirán determinar la relevancia de los impactos ambientales con base en la definición de la Fracción IX del Artículo 3° del REIA, que a su letra dice:

*“IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.*

Por otro lado, cabe mencionar que el artículo 44 del REIA establece que:

*“Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:*

- 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;*
- 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, ...”*

En razón de lo anterior, el principal enfoque con el cual se realizó este Capítulo fue el de determinar la incidencia del proyecto sobre los componentes o ecosistemas presentes en el SAR, identificar los impactos acumulativos y residuales, así como determinar su significancia, y con ello, poder proponer las medidas o acciones para prevenir, mitigar y/o compensar los efectos adversos. Para lo anterior se tomó como base el análisis del SAR y los cambios que han ocurrido en su estructura (considerando las intervenciones humanas existentes) realizado en el Capítulo IV, con la finalidad de determinar si las obras y actividades del proyecto que generarán impactos ambientales, pudieran ocasionar un cambio en la estructura del SAR.

## **V.2. Metodología de identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales del proyecto.**

De inicio, cabe señalar que un impacto ambiental lo define la LGEEPA en su Artículo 3°, Fracción XX como la *“modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”*. Por su parte, Conesa, V. (2010)<sup>2</sup> establece que los impactos ambientales son aquellas alteraciones que se producen en el ambiente como resultado de una actividad humana o un proyecto, en comparación con lo que hubiese ocurrido si la actividad no se

---

<sup>2</sup> Conesa, V. 2010. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.



hubiese dado, y que puede variar en función del tiempo. Para mayor referencia, a continuación, se muestra un ejemplo gráfico de lo que es un impacto ambiental, mismo que se encuentra en anexo para mejor apreciación.

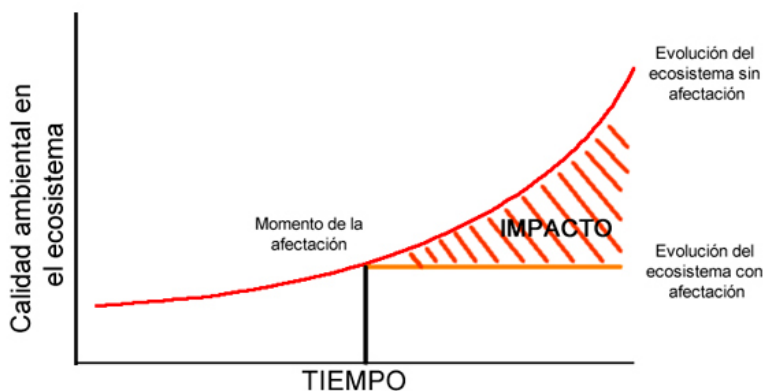


Figura V.1 Definición gráfica de impacto ambiental. Fuente: tomada de internet como referencia.

Con base en lo anterior, de acuerdo con el Artículo 13, Fracción V del REIA, con esta Metodología se **identificarán** las obras y actividades que generarán impactos ambientales y de los componentes y factores ambientales que serán afectados. Se **evaluarán** los impactos ambientales identificando aquellos que por sus características pudieran identificarse como significativos, incluyendo a su vez los que serán acumulativos y residuales, y por último, se **describirán** y analizarán los impactos ambientales del proyecto, como a continuación se aborda en detalle.

### V.2.1. Identificación de los impactos ambientales.

De primera instancia, se considera la descripción del proyecto, identificando sus obras y en particular las actividades que pueden desencadenar impactos ambientales en los componentes y factores del SAR y área del proyecto (información descrita en el Capítulo II respecto a las obras y actividades que conforman al proyecto), así como la descripción de

los componentes ambientales del SAR y área del proyecto susceptibles de ser afectados (información descrita en el Capítulo IV).

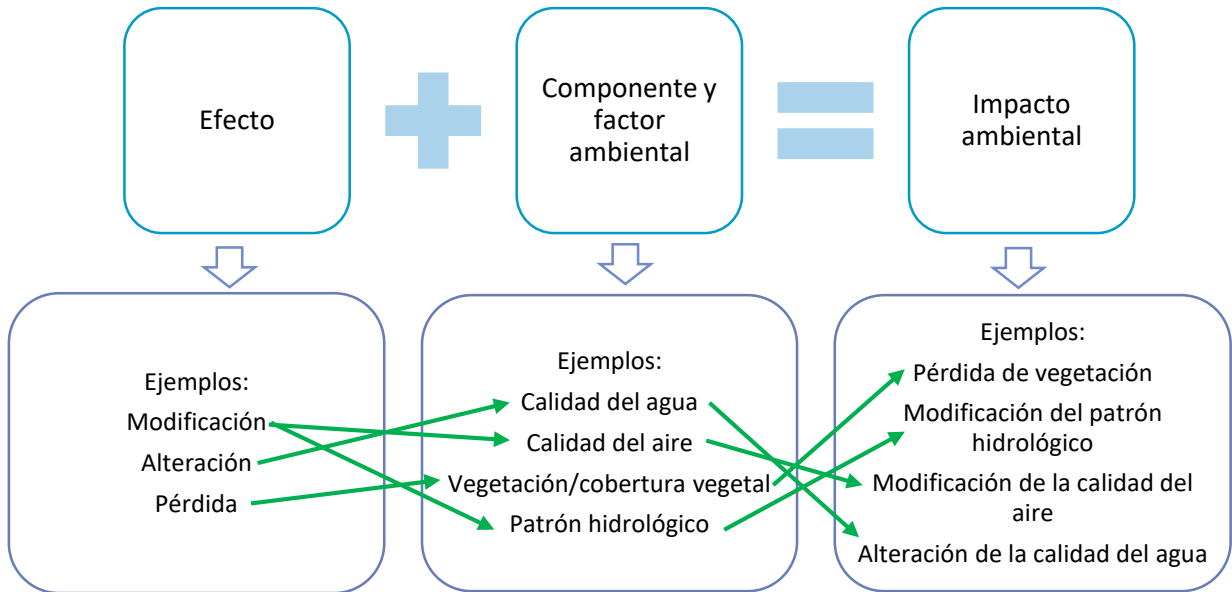
En particular, los componentes ambientales identificados se integran en una tabla que se divide en: 1) **medio**, referente a la agrupación de componentes ambientales que tienen alguna característica en común; 2) **componente**, el cual trata de cada una de las partes excluyentes entre sí, en las que se puede dividir para su análisis un sistema o subsistema ambiental, y 3) **factor** que es la característica medible o cuantificable del componente ambiental (Garmendia, A. *et al.*, 2005<sup>3</sup>).

Una vez determinadas las **actividades** que podrían impactar a los **componentes** ambientales susceptibles de ello, se elabora una *Matriz de identificación de impactos ambientales*, en donde en las filas se colocan a los componentes ambientales identificados y en las columnas se colocan las actividades del proyecto. Luego, mediante el cruzamiento/intersección entre los componentes ambientales y las actividades, se coloca un 1 si hay interacción (afectación) y se cuantifican las interacciones por actividad y por componente ambiental. Las interacciones resultantes de la Matriz corresponderán a los impactos ambientales del proyecto, por lo cual, posteriormente se procederá a su denominación.

Cabe señalar que la denominación del impacto ambiental debe reflejar el efecto (modificación) en la calidad de un componente y factor ambiental como resultado de la acción del proyecto (Conesa, V., 2010). En tal sentido, los impactos ambientales del proyecto se denominarán mediante la asignación del “efecto” que es la modificación, alteración, pérdida, etc., con el componente ambiental y su factor que será afectado. Para mayor referencia, a continuación, se muestra un ejemplo gráfico de la denominación de los impactos ambientales, mismo que se encuentra en anexo para mejor apreciación.

---

<sup>3</sup> Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. 2005. Evaluación de impacto ambiental. Pearson Prentice Hall. Madrid.



**Figura V.2 Denominación de los impactos ambientales de un proyecto. Fuente: elaboración propia.**

Nota: De manera ejemplificativa, las flechas verdes corresponden a las posibles y diferentes interacciones que pueden ocurrir para identificar los impactos ambientales de un proyecto.

En razón de lo anterior, de las interacciones obtenidas en la *Matriz de identificación de impactos ambientales* se elabora una tabla de los *Impactos ambientales del proyecto y causas que los producen* en donde se presentan en las primeras columnas, al medio, componentes y factores, en la columna de en medio se denominan los impactos como “frases” que asocian la modificación del entorno consecuencia del establecimiento y desarrollo del proyecto (tal y como se vio en la figura anterior), y en la última columna se exponen las causas que los producen.

## V.2.2. Identificación de los impactos ambientales acumulativos y residuales.

En cumplimiento a la Fracción V del Artículo 13 del REIA, también se identifican los impactos ambientales acumulativos y residuales que ocasionará el proyecto, como se describe a continuación.

### V.2.2.1. Impactos ambientales acumulativos.

Debido a la complejidad de las interacciones que tienen los ecosistemas, es improbable que una acción tenga un único efecto ambiental. Por lo tanto, es importante también determinar cómo se relacionan entre sí los diferentes impactos ambientales que se producirán en el proyecto que se está analizando, teniendo en cuenta los que producen o se generaron por otros proyectos que también puedan afectar al mismo entorno. Algunos impactos ambientales se pueden considerar como simples o no acumulativos debido a que no interaccionan con otros efectos ambientales, pero lo más frecuente es que los impactos ambientales tengan un carácter acumulativo; es decir, cuando se producen varias veces a lo largo del tiempo o del espacio, y que afectan a un mismo componente (Garmendia, A. *et al.*, 2005<sup>4</sup>).

Por ello, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto va a interactuar.

En este caso, para poder identificar los impactos ambientales acumulativos que generará el proyecto dentro del SAR, primero se identificaron los proyectos, obras o actividades que pudieron causar alguna afectación al SAR (con base en la información descrita en el Capítulo IV). Posteriormente, para determinar los componentes afectados previamente dentro del SAR, se conforma una tabla en la cual se identifican los impactos ambientales ya producidos por obras y actividades existentes, y los que podría causar el proyecto que se estarían adicionando. Por otro lado, durante la evaluación de los impactos ambientales, a los acumulativos se les asignará la calificación más alta (4) en función del atributo Acumulación (AC) de acuerdo con el siguiente apartado de evaluación de los impactos ambientales.

---

<sup>4</sup> Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. 2005. Evaluación de impacto ambiental. Pearson Prentice Hall. Madrid.

Conforme a lo anterior, los impactos ambientales acumulativos serán descritos en el apartado de descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto.

### **V.2.2.2. Impactos ambientales residuales.**

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto ambiental, que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente habrá impactos ambientales cuyos efectos persistirán aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales, como lo establece el REIA en su Fracción X del Artículo 3. Cabe hacer notar que la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente. Aunque cabe señalar, que lo anterior no significa que un impacto ambiental residual sea significativo, por ello se realiza el análisis con base en el funcionamiento y estructura del SAR.

Para el caso del proyecto, la evaluación de los impactos residuales se llevará a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC), a los cuales se le asignará la calificación más alta (8) si se trata de un impacto ambiental irrecuperable, es decir, cuando el componente ambiental alterado no pueda retornar a sus condiciones originales aún con medidas de mitigación. Conforme lo anterior, los impactos ambientales residuales serán descritos en el apartado de descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto.

### **V.2.3. Evaluación de los impactos ambientales.**

El valor de un impacto ambiental se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un componente ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración (Gómez, D., 2003<sup>5</sup>). Por lo que, con la finalidad de medir la gravedad de la afectación, se tendrán en

---

<sup>5</sup> Gómez, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.

cuenta la **importancia** y **magnitud**, que serán utilizados para evaluar los impactos ambientales negativos de este proyecto.

### V.2.3.1. Determinación de la importancia.

La medición de la **importancia** está basada en el grado de manifestación cualitativa del efecto de la acción, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la acción producida, como de la caracterización del efecto. En este sentido, posterior a la identificación de impactos ambientales se realiza una *Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto* donde se exponen los componentes, factores e impactos ambientales, así como la etapa en donde se suscitarán, y se determina el índice de importancia atribuyéndoles un valor del 1 hasta el 8 de acuerdo a 10 atributos de tipo cualitativo y diferentes criterios de la metodología propuesta por Conesa, V. (2010), conforme a la siguiente Tabla (para mejor apreciación se incluye en anexo).

Tabla V.1 Valores y criterios de los atributos cualitativos. Fuente: Conesa, V. (2010)<sup>6</sup>.

Atributo	Criterio	Valor
<b>Intensidad (IN)</b> El grado de afectación de la acción sobre el factor.	<b>Baja.</b> Su efecto tiene una modificación mínima del factor considerado.	<b>1</b>
	<b>Mediana.</b> Su efecto provoca alteraciones en algunos de los factores del medio.	<b>2</b>
	<b>Alta.</b> Su efecto provoca alteraciones en factores fundamentales del medio.	<b>4</b>
	<b>Muy alta.</b> Su efecto provoca modificación en los componentes del medio y/o procesos fundamentales de funcionamiento.	<b>8</b>
<b>Extensión (EX)</b> El área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto.	<b>Puntual.</b> Cuando la acción impactante produce un efecto en áreas específicas dentro del área del proyecto	<b>1</b>
	<b>Parcial.</b> Cuando la acción produce un efecto en toda el área del proyecto.	<b>2</b>
	<b>Extenso.</b> Cuando la acción produce un efecto más allá del área del proyecto pero dentro en el SAR.	<b>4</b>
	<b>Total.</b> Cuando la acción produce un efecto puntual pero se produce en un lugar que si se afecta tiende a sufrir una destrucción total.	<b>8</b>
<b>Momento (MO)</b>	<b>Largo plazo.</b> Cuando el tiempo trascurrido es mayor a 10 años	<b>1</b>

<sup>6</sup> Conesa, V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.

Atributo	Criterio	Valor
El tiempo que transcurre entre la generación de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor.	<b>Mediano plazo.</b> Cuando el tiempo transcurrido es de 1 a 10 años	<b>2</b>
	<b>Inmediato.</b> Cuando el tiempo transcurrido es inmediato	<b>4</b>
	<b>Crítico.</b> Cuando se genera la acción en un momento crítico de funcionamiento del componente o proceso.	<b>8</b>
<b>Persistencia (PE)</b> El tiempo en que permanecerá el efecto a partir de su aparición.	<b>Momentáneo.</b> Cuando el tiempo de permanencia es menor a 1 año.	<b>1</b>
	<b>Temporal.</b> Cuando el tiempo de permanencia es menor a 10 años.	<b>4</b>
	<b>Permanente.</b> Cuando el tiempo de permanencia es mayor a 10 años.	<b>8</b>
<b>Reversibilidad (RV)</b> La posibilidad de retornar, por medios naturales, a las condiciones iniciales previas a la acción con el proyecto.	<b>Reversible a Corto plazo.</b> Cuyo efecto puede retornar de forma natural en menos de 1 año.	<b>1</b>
	<b>Reversible a Medio plazo.</b> Cuyo efecto puede retornar de forma natural de 1 a 10 años.	<b>2</b>
	<b>Reversible a Largo plazo.</b> Cuyo efecto puede retornar de forma natural en más de 10 años.	<b>4</b>
	<b>Irreversible.</b> Alteración imposible de reparar por la acción natural.	<b>8</b>
<b>Sinergia (SI)</b> El incremento simultáneo de varios agentes o acciones.	<b>Sin sinergismo.</b> Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	<b>1</b>
	<b>Sinérgico.</b> 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.	<b>4</b>
<b>Acumulación (AC)</b> El incremento progresivo de un efecto.	<b>No acumulativo.</b> Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo componente o factor dentro del SAR.	<b>1</b>
	<b>Acumulativo.</b> Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo componente o factor dentro del SAR.	<b>4</b>
<b>Efecto (EF)</b> La relación causa – efecto de las acciones del proyecto.	<b>Indirecto.</b> El efecto no tiene incidencia inmediata en algún factor, pero si una relación próxima.	<b>1</b>
	<b>Directo.</b> El efecto tiene incidencia inmediata en algún componente.	<b>4</b>
<b>Periodicidad (PR)</b> La regularidad de la manifestación del efecto.	<b>Único.</b> Cuando el efecto se manifiesta una sola vez.	<b>1</b>
	<b>Irregular, discontinuo.</b> Cuyo efecto se manifiesta de forma irregular en el tiempo.	<b>2</b>
	<b>Periódico.</b> Cuyo efecto se manifiesta varias veces en el tiempo.	<b>4</b>
	<b>Continuo.</b> Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en el tiempo.	<b>8</b>
<b>Recuperabilidad (MC)</b> La posibilidad de retornar, por medios humanos, a las	<b>Recuperable a corto plazo.</b> Cuyo efecto puede eliminarse por medios humanos, al término de la acción o en menos de 1 año.	<b>1</b>
	<b>Recuperable a medio plazo.</b> Cuyo efecto puede eliminarse con medidas correctoras en más de 1 año.	<b>2</b>

Atributo	Criterio	Valor
condiciones iniciales previas a la acción.	<b>Mitigable.</b> Cuyo efecto puede minorarse con medidas de mitigación	<b>4</b>
	<b>Irrecuperable.</b> Cuyo efecto persiste después de la aplicación de medidas correctoras (residual).	<b>8</b>

Para mayor referencia y claridad en la valoración de los atributos que caracterizarán a los impactos ambientales del proyecto, en la siguiente tabla se presenta su descripción (para mejor apreciación se incluye en anexo).

**Tabla V.2 Descripción de los atributos cualitativos. Fuente: elaboración propia.**

Atributo	Descripción
<b>Intensidad (IN)</b>	La intensidad del impacto, es el grado de incidencia de la actividad sobre el componente y factor ambiental -grado de destrucción o dimensión del impacto- en el ámbito específico en el que actúa. Dicha dimensión del impacto indica la medida del cambio provocado por la acción.
<b>Extensión (EX)</b>	Es el atributo que refleja la fracción del medio afectado por la acción del proyecto, es decir, el área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el componente y factor ambiental. En términos generales, se refiere a aquella porción del área en cuestión que será potencialmente afectada con respecto al área del proyecto.
<b>Momento (MO)</b>	Es el plazo de manifestación del impacto. Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el componente ambiental afectado.
<b>Persistencia (PE)</b>	La persistencia es el tiempo de permanencia del efecto sobre un componente ambiental desde el momento de su aparición, y a partir del cual el componente afectado pueda retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, ya sea por la acción de medios naturales o mediante la aplicación de medidas de mitigación. Cabe hacer notar que si los efectos cuya permanencia sea mayor a 10 años (permanentes) se pueden considerar irreversibles, pero pueden ser recuperables mediante la aplicación de medidas ambientales.
<b>Reversibilidad (RV)</b>	Es la posibilidad de reconstrucción del componente afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que la acción que produce el efecto deje de actuar sobre el componente ambiental afectado. Cabe señalar que el impacto será reversible cuando el componente pueda retornar a sus condiciones originales sin la intervención humana, en cambio el impacto será irreversible cuando el componente ambiental alterado no pueda retornar a sus condiciones originales sin la intervención humana.
<b>Sinergia (SI)</b>	Se refiere al conjunto de la presencia simultánea de varias acciones que suponen una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Por ejemplo, el efecto de un cazador sobre una determinada zona húmeda, puede ser relativamente bajo, pero la acumulación a lo largo de los años de



Atributo	Descripción
	<p>los perdigones de plomo, puede producir intoxicaciones de las aves y la muerte masiva de muchas de ellas (efecto sinérgico), (Garmendia, A. et al. 2005). En este sentido, el efecto sinérgico de diversas y diferentes acciones que conlleva a la desaparición de especies o muertes masivas, se considera un impacto crítico por su carácter sinérgico. Por lo anterior, cabe señalar que el impacto sinérgico es distinto al impacto acumulativo, ya que un impacto tiene un efecto acumulativo cuando al interactuar con otros impactos no se generan nuevos efectos, y el impacto acumulativo final tiene las mismas características que el (los) impacto(s) que le dieron origen. Lo anterior implica que con las mismas medidas de mitigación con las que se controla un impacto acumulativo original, se mitiga el impacto acumulativo final.</p>
<b>Acumulación (AC)</b>	Se refiere cuando se producen varias acciones similares sobre un mismo medio, causando el mismo tipo de impactos de forma acumulada.
<b>Efecto (EF)</b>	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un componente, ya sea de manera directa o indirecta, como consecuencia de la ejecución de la actividad del proyecto.
<b>Periodicidad (PR)</b>	Este atributo hace referencia a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera continua (las acciones que lo producen permanecen constantes en el tiempo), o discontinua (las acciones que lo producen actúan de manera intermitente, irregular o esporádica en el tiempo).
<b>Recuperabilidad (MC)</b>	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del componente afectado como consecuencia del proyecto, por medio de la intervención humana. Cabe señalar que el impacto será recuperable cuando el componente ambiental alterado pueda retornar, aunque sea parcialmente, a sus condiciones originales por medio de la intervención humana, en cambio el impacto será irrecuperable cuando el componente ambiental alterado no pueda retornar a sus condiciones originales aún con la intervención humana (medidas de mitigación). Es por ello que este atributo se considera para señalar los impactos ambientales residuales, que por definición son aquellos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Cabe señalar que los atributos anteriormente descritos permiten reducir la subjetividad en la evaluación de los impactos ambientales, debido a que permiten diferenciar los impactos con respecto a la particularidad de cada efecto en el ambiente producido por una actividad específica.

Con base en lo anterior, después de haber asignado los valores a los impactos conforme a la tabla anterior, se realiza la siguiente ecuación para obtener la importancia del impacto:

$$\text{Importancia} = \text{IN} + \text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC}$$

### V.2.3.2. Determinación de la magnitud.

La **magnitud** del impacto ambiental, es decir, la variación de la calidad del componente como consecuencia de la acción, se expresa en términos de la extensión, intensidad y duración de la alteración al componente. Es por ello que para obtener este índice se aplicará una ecuación simple creada a partir del modelo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación <sup>7</sup> y utilizando los atributos previamente evaluados de IN (intensidad), EX (extensión) y PE (persistencia), como a continuación se muestra:

$$\text{Magnitud} = (\text{IN} \times 3) + (\text{EX} \times 2) + (\text{PE} \times 2)$$

Para obtener la evaluación final del impacto ambiental se realiza la suma de la Importancia con la Magnitud, multiplicada por un menos uno por tratarse de impactos negativos.

$$\text{Valoración final} = -1 (\text{Importancia} + \text{Magnitud})$$

Después de haber realizado la valoración final de los impactos ambientales, se determina su significancia de acuerdo con la siguiente tabla (se puede consultar en anexo para mejor apreciación).

**Tabla V.3 Niveles de significancia de los impactos ambientales. Fuente: Conesa, V. (2010)<sup>8</sup>.**

Significancia	Rango	Código de color	Definición
<b>Irrelevante</b>	Entre -17 y -31		Impacto que provoca alteraciones de muy baja afectación a los componentes que no comprometen la integridad de los mismos.
<b>No significativo</b>	Entre -32 y -62		Impacto que afectan a los componentes sin poner en riesgo los procesos ecosistémicos de los que forman parte.

<sup>7</sup> FAO, 1995. Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la X Región de Chile. Roma, Italia.

<sup>8</sup> Conesa, V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.

Significancia	Rango	Código de color	Definición
<b>Relevante</b>	Entre -63 y -93		Impacto significativo que provoca alteraciones que requieren medidas de mitigación y/o compensación para no afectar el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del SAR.
<b>Significativo crítico</b>	Entre -94 y -124		Impacto significativo 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.

#### V.2.4. Descripción y análisis de los impactos ambientales.

A partir de los resultados obtenidos, se realiza la descripción de los impactos ambientales, incluyendo los residuales y acumulativos requeridos para este Capítulo V de la MIA-R; haciendo a su vez el análisis de la significancia para que den lugar a proponer las medidas ambientales en el siguiente Capítulo VI.

### V.3. Identificación de los impactos ambientales potenciales del proyecto.

Derivado de las obras contempladas en el proyecto, ya descritas a detalle en el Capítulo II, las actividades que generarán impactos ambientales se integran, por etapa, en la siguiente tabla, misma que se encuentra en anexo para mejor apreciación.

**Tabla V.4 Actividades por etapas del desarrollo del proyecto que generarán impactos ambientales. Fuente: elaboración propia.**

Etapas	Actividades
Preparación del sitio	Desmonte y despalme.
Construcción	Cortes, excavaciones, cimentaciones y desviación de arroyo.
Operación y mantenimiento	Depósito de jales.

### V.3.1. Componentes y factores susceptibles de ser afectados por el proyecto

Después de haber determinado las obras y actividades del proyecto tendientes de ocasionar impactos ambientales, se procedió a determinar los componentes y factores del medio ambiente presentes en el SAR, y que son susceptibles de ser afectados. Los cuales son identificados con la ayuda de la información generada en el Capítulo IV.

**Tabla V.5 Componentes ambientales susceptibles de afectación. Fuente: elaboración propia.**

Medio	Componente ambiental	Factor
Abiótico	Suelo	Cantidad
		Calidad
	Relieve	Geoforma
	Agua superficial	Patrón hidrológico
		Calidad
	Agua subterránea	Cantidad
	Aire	Calidad
Confort sonoro		
Biótico	Flora	Cantidad
	Fauna	Hábitat
		Distribución
Perceptual	Paisaje	Calidad visual

Cabe mencionar que la calidad del agua subterránea no será afectada, ya que, por lo mencionado en los Capítulos anteriores, para prevenir el riesgo de que los jales experimenten oxidación, y generen drenaje ácido, el área de depósito o Dry Stack se cubrirá con una cubierta seca para disminuir el tiempo que los jales se encuentren expuestos al aire y lluvia, de manera que los jales secos no representarán un riesgo de contaminación al suelo, subsuelo ni al agua subterránea por la generación de drenaje ácido.

### V.3.2. Matriz de identificación de impactos ambientales.

En la siguiente tabla (ver en anexo para mejor apreciación) se muestra la *Matriz de identificación de impactos ambientales* que permite la cuantificación de las actividades que afectarán con mayor frecuencia cada componente ambiental identificado, mediante la asignación de un 1 en el cruce de las actividades identificadas con los componentes y factores anteriores.

**Tabla V.6 Matriz de identificación de impactos ambientales. Fuente: elaboración propia.**

Medio	Componente	Factor	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Suma de interacciones por factor	Suma de interacciones por componente
			Desmonte y despalme	Cortes, excavaciones, cimentaciones y desviación de arroyo.	Depósito de jales.		
Abiótico	Suelo	Cantidad	1			1	4
		Calidad	1	1	1	3	
	Relieve	Geoforma			1	1	1
	Agua superficial	Patrón hidrológico		1		1	4
		Calidad	1	1	1	3	
	Agua subterránea	Cantidad	1			1	1
	Aire	Calidad	1	1	1	3	6
		Confort sonoro	1	1	1	3	
Biótico	Flora	Cantidad	1			1	1
	Fauna	Hábitat	1			1	2
		Distribución	1			1	
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	1			1	1
Suma de interacciones por actividad			10	5	5	20	
Suma de interacciones por etapa			10	5	5		

### V.3.3. Impactos ambientales del proyecto.

Una vez identificadas las interacciones del proyecto con el entorno, a continuación, se muestra la tabla (ver en anexo para mejor apreciación) de los componentes y las interacciones negativas representadas como impactos ambientales (conforme al ejemplo de la Figura V.2), que generará el desarrollo del proyecto, así como las causas que los producirán.

**Tabla V.7 Impactos ambientales del proyecto y causas que los producen. Fuente: elaboración propia.**

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental	Causa
Medio abiótico	Suelo	Cantidad	Pérdida de suelo orgánico	Por la remoción de cobertura vegetal (desmonte) y despalme.
		Calidad	Modificación de la calidad del suelo	Por derrames accidentales de sustancias contaminantes como hidrocarburos o residuos peligrosos que pudieran contaminar el suelo expuesto durante el desarrollo del proyecto.
	Relieve	Geoforma	Modificación del relieve	Por el depósito de jales secos.
	Agua superficial	Patrón hidrológico	Modificación del patrón hidrológico	Por el desvío del arroyo Palo Verde y obras de drenaje.
		Calidad	Modificación de la calidad del agua superficial	Por derrames accidentales de sustancias contaminantes como hidrocarburos o residuos peligrosos, y que pudieran contaminar el arroyo Palo Verde o escurrimientos presentes.
	Agua subterránea	Cantidad	Disminución del agua infiltrada	Por la remoción de cobertura vegetal (desmonte) y despalme.
	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	Por la emisión de gases de combustión y polvos producto de la operación de maquinaria, equipo, vehículos de carga y movimiento de suelos.
		Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	Por el aumento de ruido derivado de la operación de maquinaria, equipo y vehículos de carga.
Medio biótico	Flora	Cantidad	Pérdida de cobertura vegetal	Por la remoción de cobertura vegetal (desmonte).
	Fauna	Hábitat	Pérdida de hábitat	Por la remoción de cobertura vegetal (desmonte).

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental	Causa
		Distribución	Desplazamiento de fauna	Por la remoción de cobertura vegetal (desmonte).
Medio perceptual	Paisaje	Calidad visual	Modificación del paisaje natural	Por la remoción de cobertura vegetal (desmonte).

### V.3.1. Impactos ambientales acumulativos del proyecto.

Para poder identificar los impactos acumulativos que generará el proyecto, se tomó como base el diagnóstico del SAR (desarrollado en el Capítulo IV), en él se determinó que el proyecto está asociado a las actividades mineras que se desarrollan en la Unidad Minera Peña Colorada, por lo que estará ubicado en un medio que no solo presenta modificaciones por las actividades mineras, sino también por el crecimiento de actividades antropogénicas, que incluyen cambios de usos de suelo a sistemas productivos como son los agropecuarios. Estas últimas actividades, han generado cambios en la cobertura forestal dentro del SAR, de una manera irregular y desordenada, y sin el desarrollo de medidas o programas que minimicen los efectos que conlleva el cambio de uso de suelo. Así mismo, se tiene la presencia de asentamientos urbanos dentro del SAR. Por lo anterior, se determinaron tres categorías de desarrollo antrópico en el SAR, causantes de la modificación del entorno:

- Asentamientos urbanos: dentro de esta categoría se incluyen las obras que se realizan para un centro urbano, como son: viviendas, carreteras, infraestructura y equipamiento.
- Desarrollo agropecuario: dentro de esta categoría se presentan las actividades de un desarrollo agropecuario y cultivos.
- Desarrollo minero: dentro de esta categoría se presentan las actividades mineras, como el aprovechamiento de bancos de material y las que se desarrollan en la Presa de Jales Arrayanal.

Con base en lo anterior, en la siguiente tabla (ver en anexo para mejor apreciación) se muestran los impactos producidos en el SAR y los que causará el proyecto que se estarían adicionando.

**Tabla V.8 Identificación de los impactos ambientales acumulativos del proyecto. Fuente: elaboración propia.**

Medio	Componentes ambientales	Factor	Impacto ambiental	Asentamientos urbanos	Desarrollo agropecuario	Desarrollo minero	Proyecto
Medio abiótico	Suelo	Cantidad	Pérdida de suelo orgánico	X	X	X	X
		Calidad	Modificación de la calidad del suelo por contaminación				X
	Relieve	Geoforma	Modificación del relieve			X	X
	Agua superficial	Patrón hidrológico	Modificación del patrón hidrológico superficial	X	X	X	X
		Calidad	Modificación de la calidad del agua superficial por contaminación incidental				X
	Agua subterránea	Calidad	Disminución de la infiltración del agua	X	X	X	X
	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	X	X	X	X
		Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	X	X	X	X
Medio biótico	Flora	Cantidad	Pérdida de cobertura vegetal	X	X	X	X
	Fauna	Hábitat	Pérdida de hábitat	X	X	X	X
		Distribución	Desplazamiento de fauna	X	X	X	X



Medio	Componentes ambientales	Factor	Impacto ambiental	Asentamientos urbanos	Desarrollo agropecuario	Desarrollo minero	Proyecto
Medio perceptual	Paisaje	Calidad visual	Modificación del paisaje natural	X	X	X	X

De acuerdo con la tabla anterior, se puede observar que los impactos ambientales que generará el proyecto tendrán el carácter acumulativo, a excepción de los impactos ambientales que se pudieran presentar por derrames accidentales de sustancias contaminantes, todo lo cual, será descrito en el apartado *V.5 Descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto*.

#### **V.4. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto.**

Los impactos ambientales previamente identificados se evaluaron de acuerdo con la Metodología ya expuesta, por lo que a continuación se muestra la *Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto*, misma que permite conocer la significancia de los impactos por componente, factor y etapa en la que se suscitarán (ver en anexo para mejor apreciación). Para la interpretación de esta matriz, se muestran los colores correspondientes a la significancia de los impactos expuesta en la Tabla V.3.

Tabla V.9 Matriz de evaluación de los impactos ambientales del proyecto. Fuente: elaboración propia.

Componente	Factor	Impacto ambiental	Etapa	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	M	VF	Significancia
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelo orgánico	PS	2	1	2	8	4	1	4	4	1	8	35	24	-59	No significativo
	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	PS	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	-23	Irrelevante
			C	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	-23	Irrelevante
			O y M	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	7	-23	Irrelevante
Relieve	Geoforma	Modificación del relieve	O y M	2	1	1	8	8	1	4	4	1	8	38	24	-62	No significativo
Agua superficial	Patrón hidrológico	Modificación del patrón hidrológico	C	8	1	4	8	8	1	4	4	1	8	47	42	-89	Relevante
	Calidad	Modificación de la calidad del agua superficial	PS	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	17	7	-24	Irrelevante
			C	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	17	7	-24	Irrelevante
			O y M	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	17	7	-24	Irrelevante
Agua subterránea	Cantidad	Disminución del agua infiltrada	PS	1	1	1	8	2	1	4	4	4	4	30	21	-51	No significativo
Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	PS	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	25	7	-32	No significativo
			C	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	25	7	-32	No significativo
			O y M	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	25	7	-32	No significativo
	Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	PS	1	1	4	1	1	1	4	4	4	1	22	7	-29	Irrelevante
			C	1	1	4	1	1	1	4	4	4	1	22	7	-29	Irrelevante
			O y M	1	1	4	1	1	1	4	4	4	1	22	7	-29	Irrelevante
Flora	Cantidad	Pérdida de cobertura vegetal	PS	8	2	2	8	8	1	4	4	1	8	46	44	-90	Relevante
Fauna	Hábitat	Pérdida de hábitat	PS	8	2	1	8	8	1	4	4	1	8	45	44	-89	Relevante
	Distribución	Desplazamiento de fauna	PS	1	2	4	4	2	1	4	4	4	4	30	15	-45	No significativo
Paisaje natural	Calidad visual	Modificación del paisaje natural	PS	1	1	2	8	8	1	4	4	1	8	38	21	-59	No significativo

Dónde: PS= Preparación del sitio, C= Construcción, O y M= Operación y mantenimiento; IN= Intensidad, EX= Extensión, MO= Momento, PE= Persistencia, RV= Reversibilidad, SI= Sinergia, AC= Acumulación, EF= Efecto, PR= Periodicidad, MC= Recuperabilidad, I= Importancia, M= Magnitud, VF= Valoración Final.

#### V.4.1. Impactos ambientales residuales del proyecto.

De acuerdo con la matriz anterior, se puede observar que los impactos residuales serán los siguientes: pérdida de suelo orgánico, modificación del relieve, modificación del patrón hidrológico, pérdida de cobertura vegetal, pérdida del hábitat y modificación del paisaje natural, los cuales serán descritos en el siguiente apartado.

### V.5. Descripción y análisis de los impactos ambientales del proyecto.

Una vez identificados los impactos ambientales y su valoración a través de la técnica propuesta por Conesa, V. (2010), y desarrollada en la Metodología expuesta anteriormente, a continuación, se muestran los impactos de menor significancia (irrelevantes) a mayor significancia (relevantes).

#### V.5.1. Modificación de la calidad del suelo.

La calidad del suelo se podría ver modificado durante el desarrollo del proyecto, ya que, por la operación de maquinaria y equipo, y el movimiento continuo de ésta, así como el tránsito de los vehículos, pudiera suscitarse un derrame accidental de hidrocarburos (por ejemplo: gasolinas o diésel) o residuos peligrosos (por ejemplo: trapos impregnados con aceite), los cuales si tienen contacto directo con el suelo modificarían su calidad.

En razón de lo anterior, si se suscitara un derrame accidental, sería directo, puntual, de baja intensidad, de persistencia menor a un año (momentáneo), reversible y recuperable a corto plazo (la afectación se puede atender mediante medidas ambientales). Por otro lado, debido a la puntualidad y recuperabilidad del impacto, no sería acumulativo ni sinérgico, por lo que, de acuerdo con los criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **irrelevante**. En atención a este impacto, se

consideran medidas ambientales con la finalidad de prevenir derrames accidentales, así como para preservar la calidad del suelo (se detallan en el Capítulo VI).

### **V.5.2. Modificación de la calidad del agua superficial.**

Se prevé que la calidad del agua superficial podría verse modificada por los polvos que se generen durante los movimientos de tierra, así como por la operación de la maquinaria, equipo, y vehículos de carga, que por su funcionamiento y movimiento continuo, el arroyo Palo Verde y escurrimientos serán susceptibles de derrames accidentales de hidrocarburos (por ejemplo: gasolinas o diésel) o de residuos peligrosos (por ejemplo: trapos impregnados con aceite), los cuales si tienen contacto con estos cuerpos de agua se modificaría su calidad.

Como antecedente, de acuerdo con los resultados de los estudios de calidad del agua del arroyo Palo Verde (de fechas recientes), ya expuestos en el Capítulo IV, el único parámetro que excede el límite máximo permisible con respecto a la NOM-001-SEMARNAT-1996 es el de coliformes fecales. Por otro lado, de acuerdo con los estudios de la calidad del agua de los escurrimientos, ningún parámetro se encuentra fuera del límite máximo permisible de la citada norma. Por lo que en general, y conforme a lo expuesto en el Capítulo IV, la calidad del agua de las corrientes en el área del proyecto no se ha visto modificada por las actividades antrópicas, en particular por las de la Unidad Minera de Peña Colorada, lo cual se sustenta con el estudio de calidad del agua y sedimentos en el río Minatitlán – Marabasco, que permite afirmar que no ha habido afectación de la calidad del agua superficial en el SAR por las operaciones de la mina (misma situación que se prevé con el desarrollo del proyecto).

En caso de que se suscitara un derrame accidental, sería directo, puntual, de baja intensidad, de persistencia menor a un año (momentáneo) y recuperable. Y conforme lo anterior, debido a las condiciones naturales en las que se encuentra la calidad del agua, no sería sinérgico, ni acumulativo. En este sentido, de acuerdo con los criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **irrelevante**. En atención a este impacto, se consideran medidas ambientales (se detallan en el Capítulo VI)

con la finalidad de prevenir derrames accidentales así como para preservar la calidad del agua durante el desarrollo del proyecto.

### **V.5.3. Pérdida de suelo orgánico.**

Con respecto al suelo, se sabe que es la parte superficial de la corteza terrestre que se forma a partir de la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, cambios de temperatura y viento. Por lo que el suelo orgánico se va conformando por minerales provenientes de la roca madre, aire, agua y materia orgánica generada a partir de fragmentos de vegetación y de la descomposición de animales. La materia orgánica, que se aloja en la capa superficial, es susceptible de perderse o degradarse por la acción de agentes externos como lo es el agua, viento o de los seres vivos, principalmente si se encuentra desprovisto de vegetación (FAO, 1996<sup>9</sup>).

Para el caso del proyecto, la pérdida del suelo orgánico se suscitará durante la preparación del sitio por el despalme, actividad que remueve la capa superficial del suelo, y por el desmonte, que dejará al suelo expuesto temporalmente a eventos de erosión. Por lo anterior, la intensidad del impacto será mediana, y en las áreas de afectación permanente el impacto será residual, ya que el suelo que puede ser rescatado para utilizarlo en áreas de revegetación, no podrá reintegrarse en el mismo sitio. Por otro lado, será acumulativo debido a que en el SAR se realizan actividades antrópicas que han provocado modificación de los suelos, y con ello, la pérdida de suelo orgánico.

Cabe señalar que el retiro de vegetación y la actividad de despalme se realizarán conforme se vaya avanzando con el desarrollo del proyecto, y se considera rescatar el suelo orgánico para resguardarlo en zonas exclusivas para su posterior uso (las zonas están referidas en el Capítulo II y el rescate en el Capítulo VI), por lo que el impacto se manifestará a mediano plazo y se suscitará en sitios puntuales.

---

<sup>9</sup> FAO. 1996. Ecología y enseñanza rural. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Roma. Italia.

Por lo anterior, de acuerdo con los criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **no significativo**. En atención a este impacto, se consideran medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VI.

#### **V.5.4. Modificación de la calidad del aire.**

La operación de la maquinaria y equipo para la construcción de las obras, tránsito de vehículos, así como los cortes, excavaciones y depósito de jales secos, emitirán gases de combustión y polvo, los cuales modificarán la calidad del aire durante el desarrollo del proyecto.

De acuerdo con el Estudio de las emisiones de partículas suspendidas totales (PST)<sup>10</sup> que se realizó en el área del proyecto, ya expuesto en el Capítulo anterior, se tiene que los valores de PST más bajos (Noroeste: 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , Sur: 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , Oeste: 47  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) se presentaron en las colindancias con las áreas no intervenidas por actividad antrópica que actualmente se tienen en el área del proyecto, siendo que en la colindancia hacia el Este se presentó una mayor concentración de PST (61  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), y que corresponde precisamente con la carretera Arrayanal donde se presenta tránsito vehicular.

Por otro lado, de acuerdo con lo que se ha monitoreado en la Presa de Jales Arrayanal, en el estudio más reciente (anexos del Capítulo V), los valores más altos que se presentan de PST son 256  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (Oeste) y 130  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (Noroeste), los cuales colindan con áreas de actividad antropogénica (carretera federal 98 Manzanillo-Minatitlán y localidad Patitajo al Oeste), por lo que cabe destacar que, aun estando en operación la Presa de Jales Arrayanal no se tienen valores altos de PST, tal y como se señala en el punto de monitoreo Sureste (bordo de la presa) de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ <sup>11</sup>, misma situación que se espera para el proyecto, ya que los jales secos contarán solo con un 15 al 20% de humedad, además de que se irán

---

<sup>10</sup> Estudio realizado conforme la NOM-035-SEMARNAT-1993.

<sup>11</sup> De manera informativa, actualmente la NOM-025-SSA1-2014 no contempla un Valor Límite para Partículas Suspendidas Totales, anteriormente en la NOM-025-SSA1-1993 (revocada) el valor de concentración máximo era de 210  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (promedio de 24 horas), por lo cual el valor de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  es considerablemente inferior a este límite.

compactando y se cubrirán con una cubierta seca, como ya fue señalado en el Capítulo II, lo cual servirá para controlar la emisión de partículas.

Por su parte, las emisiones que se generarán por el movimiento de maquinaria, equipo y vehículos serán de baja intensidad, directas, periódicas y de incidencia inmediata, ya que aun cuando operarán durante la vida útil del proyecto, serán puntuales, ya que se generarán sólo en el sitio de trabajo, y estarán sujetas a la duración de las actividades en tiempos determinados (momentáneas). Por otro lado, únicamente este impacto será acumulativo en las zonas colindantes con actividad antropogénica. Además de lo anterior, las emisiones se generarán en áreas abiertas, lo que hace que el efecto del viento sea dinámico permitiendo la dispersión de los polvos y gases de combustión.

Por lo anterior, de acuerdo con los criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **no significativo**. En atención a este impacto, se considerará, entre otras medidas, durante la operación del proyecto el monitoreo para determinar la calidad del aire, todo lo cual se detalla en el Capítulo VI.

#### **V.5.5. Modificación del confort sonoro.**

Durante la operación de la maquinaria y equipo para la construcción de las obras, así como el tránsito de vehículos, se emitirá ruido que modificará el confort sonoro. De acuerdo con el estudio de ruido perimetral que se realizó en el área del proyecto, ya expuesto en el Capítulo anterior, se obtuvo que, al Norte, en la colindancia con la Presa de Jales Arrayanal no se detectaron fuentes generadoras de ruido; misma situación que se presentan hacia el Sur y hacia el Oeste ya que se colinda con áreas no intervenidas por actividad antrópica. Únicamente hacia el Este el ruido de fondo que se llega a percibir proviene del tránsito vehicular de la carretera Arrayanal, por lo que este impacto sólo será acumulativo en esta área, ya que se adicionará al que existe actualmente en la carretera.

Por otro lado, se prevé que el ruido derivado de la maquinaria oscile entre 85 a 115 dB<sup>12</sup> y se emitirá en el punto de generación cuya dispersión será conforme se aleje del sitio, por lo que solo será perceptible para los trabajadores y personas cercanas al área de trabajo, y tolerable (82dB) a una distancia aproximada de entre 10 a 20 metros<sup>13</sup>. En este sentido, el ruido no será perceptible para las comunidades cercanas, ya que la más próxima (de acuerdo con el área que abarca la comunidad) se encuentra a aproximadamente 0.91 km del área del proyecto, como se puede observar en la siguiente figura, misma que se encuentra en anexo para mejor apreciación.

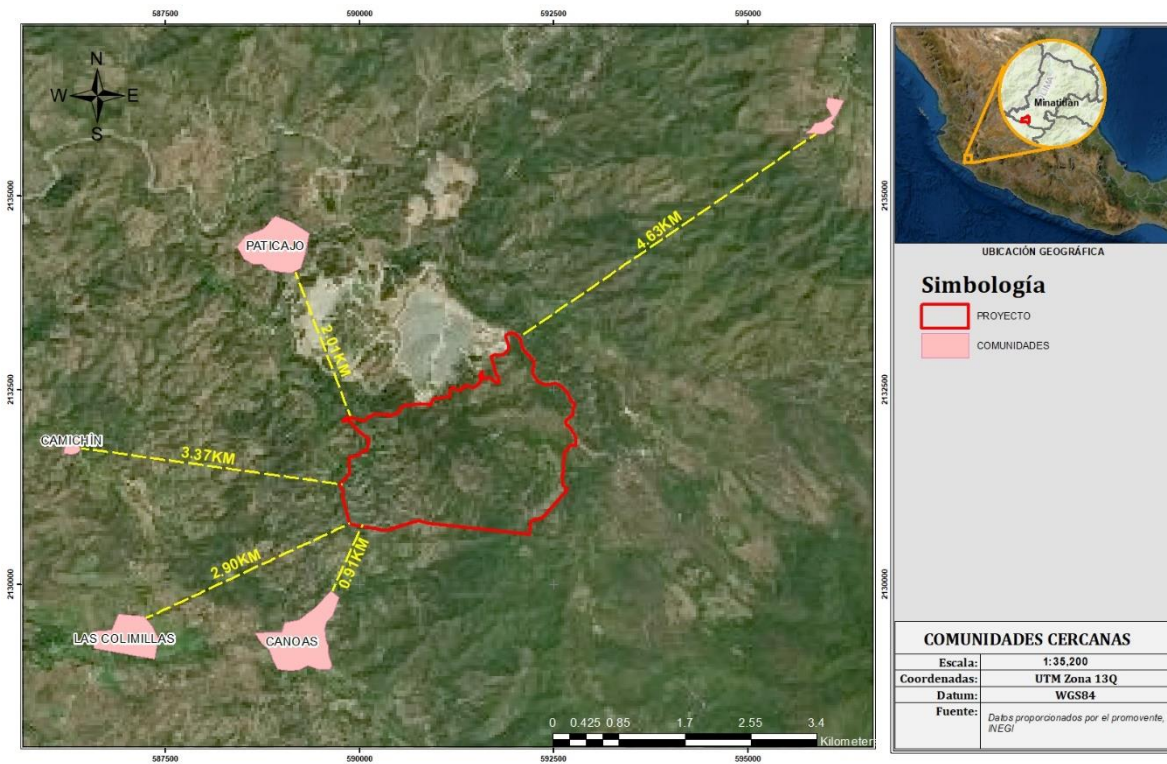


Figura V.3 Comunidades cercanas al área del proyecto. Fuente: elaboración propia.

<sup>12</sup> Tomando como referencia el ruido provocado por una retroexcavadora (85-94db) y un perforador neumático (93-115 db) Fuente: Comunidad de Madrid 2012. Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra. Madrid, España.

<sup>13</sup> Mosquera, G. J. 2003. Base de datos de niveles de ruido de equipos que se usan en la construcción, para estudios de impacto ambiental. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile.



En este sentido la emisión de ruido será directa, periódica y de incidencia inmediata, pero de baja intensidad y puntual. Además de que estará sujeta al tiempo de duración de las actividades y operación de la maquinaria y equipos, por lo que el ruido cesará una vez terminados los trabajos. De acuerdo con los criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **irrelevante**, y en atención a este impacto, se considerarán medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VI.

#### **V.5.6. Disminución del agua infiltrada.**

De acuerdo con Cotler H. *et al.*, (2007)<sup>14</sup>, el suelo que es el soporte de la vegetación tiene como función la filtración de agua para la recarga de acuíferos, producida por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares hacia el subsuelo. En este sentido, con la remoción de cobertura vegetal y despalle en el área del proyecto, inherentemente disminuirá la infiltración de agua, lo que representa un impacto ambiental. Este impacto será acumulativo por los cambios de usos de suelo que han sustituido la vegetación en el SAR y por áreas con presencia de infraestructura antrópica, lo cual ha provocado la disminución del agua infiltrada.

Conforme a lo manifestado en acuerdo con el Capítulo IV, en general, el proceso de infiltración del agua hacia el acuífero se lleva a cabo principalmente en las zonas altas de relieve (sierras), y las escorrentías superficiales no llegan a alimentar el agua subterránea; sin embargo el área del proyecto **no** se ubicará en una zona potencial de recarga del acuífero. Por otro lado, en cuanto a la remoción de la vegetación se realizará conforme se vaya avanzando con las obras del proyecto, y las áreas en donde disminuirá la infiltración del agua de manera permanente serán puntuales, solo donde se colocará cimentación para las obras, además de que el área de depósito de jales no representará un área impermeable. En razón de lo anterior, este impacto será de baja intensidad, se manifestará a largo plazo y puede ser mitigado.

---

<sup>14</sup> Cotler H., Sotelo E., Domínguez J., Zorrilla M., Cortina S., Quiñones L. 2007. La conservación de suelos: un asunto de interés público. Gaceta ecológica (2007): 5-71 Instituto Nacional de Ecología, México.

De acuerdo con los criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **no significativo**, y en atención a este impacto, se considerarán medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VI.

#### **V.5.7. Desplazamiento de fauna.**

El desplazamiento de fauna se dará al momento de remover la cobertura vegetal, actividad con la cual la fauna se verá obligada a trasladarse a otras zonas con menor movimiento para encontrar refugio y alimentación. Así mismo, la generación de ruido por el movimiento de la maquinaria es otro factor que ocasionará su desplazamiento, por lo que el impacto será directo, inmediato y de extensión parcial. Por otro lado, será acumulativo, ya que las actividades antrópicas que se desarrollan en el SAR, han causado el desplazamiento de la fauna.

Dado que la fauna está asociada a la vegetación, de acuerdo con lo manifestado en el Capítulo IV, aunque será removida y con ello se propicie el desplazamiento de la fauna, la vegetación se encuentra ampliamente distribuida en el SAR y más allá de él, por lo que la fauna podrá encontrar refugio y alimento en el SAR. Además que la distribución de la fauna no se restringe al área del proyecto, siendo que la clase de aves fue la única que presentó diversidad alta, y por su vagilidad pueden desplazarse dentro del área del proyecto y SAR. De acuerdo con los criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **no significativo**, y en atención a este impacto, se considerarán medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VI.

#### **V.5.8. Modificación del paisaje natural.**

La modificación del paisaje natural se provocará por la remoción de cobertura vegetal, la cual se irá eliminando conforme el desarrollo del proyecto, por lo que la afectación será a mediano plazo, y en los sitios puntuales de afectación permanente, será residual. También será acumulativo debido a que en el SAR se ha modificado el paisaje natural por elementos antrópicos como los centros urbanos, vías de comunicación, zonas de cultivo y las actividades mineras.

De acuerdo con el análisis de visibilidad y fragilidad del paisaje expuesto en el Capítulo anterior, se obtuvo que, en términos de visibilidad, el proyecto sólo será visible en aproximadamente un 15% desde los puntos más cercanos donde habita y transita la población. Esto debido a que la presencia de vegetación arbórea en las vías de comunicación y el relieve de lomeríos y sierras, limitarán la visibilidad hacia el área del proyecto. Por otro lado, en términos de fragilidad, el proyecto se ubicará en una zona de alta fragmentación preexistente, por lo que su presencia no implicará un cambio significativo en el paisaje, considerando el estado actual de fragmentación en el SAR, por lo que el impacto es de intensidad baja. De acuerdo con lo anterior y a los criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **no significativo**.

En atención a este impacto, se consideran medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VI.

#### **V.5.9. Modificación del relieve.**

La modificación del relieve se dará por el depósito de los jales secos, que colindará con la Presa de Jales Arrayanal, por lo que será un impacto acumulativo. Los jales secos se irán depositando de manera gradual, y se cubrirán con una cubierta seca que permitirá la estabilización del suelo, por lo que la modificación se manifestará a largo plazo, y quedará la afectación de manera permanente, por lo que será un impacto residual, pero solo de extensión puntual, limitado al área del depósito.

De acuerdo con estos criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **no significativo**. En atención a este impacto, se consideran medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VI.

#### **V.5.10. Pérdida de cobertura vegetal.**

Como ya ha sido mencionado, la pérdida de cobertura vegetal se ocasionará en la etapa de preparación del sitio por su remoción para el desarrollo del proyecto. La remoción se

realizará conforme el desarrollo del proyecto, por lo que la afectación se manifestará a mediano plazo, y quedará de manera permanente, por lo que será un impacto residual. En el SAR se han presentado cambios de uso de suelo que han impactado en la cobertura vegetal natural, por lo que este impacto será acumulativo. Por otro lado, este impacto traerá como consecuencia la pérdida del hábitat de fauna, su desplazamiento, la modificación del paisaje natural y pérdida de suelo orgánico, por lo que la intensidad del impacto es muy alta. De acuerdo con estos criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **relevante**.

Sin menoscabo de lo anterior, de acuerdo con los estudios de campo ya mostrados en el Capítulo IV, el SAR presenta un mayor grado de conservación que el área del proyecto, y aún con las modificaciones antrópicas no se ha suprimido la funcionalidad del ecosistema, ya que actualmente se tiene la capacidad de dar soporte a las comunidades de flora que se distribuyen en el SAR. Por lo que, si bien, en el área del proyecto se removerá cobertura vegetal, los mismos tipos de vegetación se encuentran ampliamente distribuidos en el SAR e incluso más allá de él, por lo que el impacto no repercutirá en el SAR. Además, en atención a este impacto, se considerarán medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VI.

#### **V.5.11. Pérdida del hábitat.**

Como ya se mencionó anteriormente, con la pérdida de cobertura vegetal inherentemente se ocasionará la pérdida del hábitat de la fauna. De acuerdo con lo que ya se ha expuesto, la vegetación se removerá conforme el desarrollo del proyecto por lo que este impacto se manifestará a largo plazo; con ello, se perderá el hábitat en el área del proyecto de manera permanente y residual, en sitios puntuales. De acuerdo con estos criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **relevante**.

Sin menoscabo de lo anterior, y como ya fue mencionado anteriormente, dado que la fauna está asociada a la vegetación, si bien se removerá la cobertura vegetal, los mismos tipos de vegetación se encuentran ampliamente distribuidos en el SAR y más allá de él, por lo que la fauna podrá encontrar refugio y alimento en el SAR. Además, cabe destacar que el proyecto no se encuentra en corredores o ecosistemas sensibles esenciales para el funcionamiento

del SAR, por lo que no provocará afectación en la conectividad de la fauna. En atención a este impacto, se consideran medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VI.

#### **V.5.12. Modificación del patrón hidrológico.**

Debido a que el arroyo Palo Verde será canalizado solo en un tramo y se llevarán a cabo obras de drenaje en las corrientes existentes, el patrón hidrológico se verá modificado, sin que ello represente afectación al gasto hidrológico, ya que estas modificaciones, junto con la cuneta derivadora de agua pluvial, permitirán garantizar que el aporte de agua de las corrientes se mantenga inalterado aguas abajo, todo lo cual ya fue expuesto en el Capítulo II.

Por lo anterior, la modificación al patrón hidrológico será de intensidad muy alta, y se dará de manera permanente y residual, pero en áreas puntuales. Por otro lado, este impacto será acumulativo debido a que las actividades antrópicas han modificado el patrón original de escurrimientos. Por lo que, de acuerdo con estos criterios para determinar la importancia y magnitud, la valoración de este impacto ambiental resultó **relevante**.

Sin menoscabo de lo anterior, la modificación al patrón hidrológico superficial permitirá mantener el gasto hidrológico, por lo que, si bien se modificará el patrón hidrológico en áreas puntuales, no repercutirá en el proceso hidrológico del SAR. Además la modificación evitará que el agua entre en contacto con los jales secos, manteniendo así su calidad, y en ningún momento el proyecto aprovechará el agua del arroyo ni de los escurrimientos presentes. En atención a este impacto, se consideran medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VI.

### **V.6. Conclusiones.**

Como se puede observar en este Capítulo, el proyecto generará una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, de los cuales, los de mayor relevancia son: la pérdida de cobertura vegetal, pérdida del hábitat y modificación del patrón hidrológico. Esto debido

principalmente a que obtuvieron los valores más altos en cuanto al atributo intensidad, persistencia, reversibilidad y recuperabilidad; por consiguiente, requieren medidas ambientales para no afectar el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del SAR.

Sin menoscabo de lo anterior, ningún impacto ambiental comprometerá la continuidad de los procesos naturales, ya que, si bien se removerá la cobertura vegetal, y con ello se propiciará la pérdida del hábitat, de acuerdo con el Capítulo IV el SAR presenta un mayor grado de conservación que el área del proyecto, y aun con las modificaciones antrópicas, no se ha suprimido la funcionalidad del ecosistema, ya que actualmente se tiene la capacidad de dar soporte a las comunidades de flora y fauna que se distribuyen en el SAR. Por otra parte, el proyecto no se encontrará en corredores o ecosistemas sensibles esenciales para el funcionamiento del SAR, por lo que no provocará afectación en la conectividad de la fauna. Por otro lado, si bien se modificará el trazo del arroyo Palo Verde y de los escurrimientos presentes en el área del proyecto, ello (junto con la cuneta derivadora de agua pluvial) permitirá garantizar que su flujo hidrológico pueda ser devuelto aguas abajo y que el agua no entre en contacto con los jales secos, por lo que se mantendrá el proceso hidrológico del SAR, así como la calidad del agua de los cuerpos de agua superficiales. Además, en ningún momento el proyecto aprovechará el agua del arroyo ni de los escurrimientos presentes.

Independientemente de la significancia de los impactos ambientales, se implementarán medidas tendientes a prevenir, mitigar o compensar, según sea el caso, tantos los impactos ambientales de mayor significancia (relevantes) como los de menor significancia (irrelevantes), lo que proporcionará continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR delimitado.

Cabe destacar que la cubierta seca con la que se irán cubriendo los jales secos permitirá garantizar que tanto el suelo y el subsuelo (en consecuencia el agua subterránea) no sean afectados, ya que con la cubierta se evitará dejar los jales expuestos, se prevendrá la generación de drenaje ácido y con ello permitirá la revegetación de esta zona. Aunado a ello, permitirá garantizar que no habrá un aumento de contaminación del aire por partículas

que pudieran afectar a las comunidades cercanas al área del proyecto. Además de lo anterior, de acuerdo con el estudio de calidad del agua y sedimentos en el río Minatitlán – Marabasco, por las operaciones de la mina no ha habido afectación de los suelos, sedimentos y de la calidad del agua superficial en el SAR, todo lo cual se seguirá manteniendo con las medidas ambientales que atenderán los potenciales impactos ambientales que se generarán por el proyecto.

Por otro lado, es importante destacar que al ser un proyecto que no corresponde a una presa de jales convencional, con el depósito de los jales previamente filtrados se permitirá recuperar el agua para su reintegración en los procesos de la mina, y con ello, se podrá almacenar una mayor cantidad de jales secos en un área de ocupación menor que con respecto a una presa de jales convencional. Aunado a lo anterior, la Unidad Minera Peña Colorada, cuenta con programas de conservación con los cuales se ha contribuido de manera efectiva a la conservación y mantenimiento de los recursos naturales, por lo que al mantenerse el compromiso de preservar la biodiversidad y de realizar las actividades de la mina con el menor impacto ambiental posible, el desarrollo de este proyecto no comprometerá la abundancia y distribución de las especies de fauna, ni la riqueza de las especies de flora presentes.

Ya indicados los beneficios que se obtendrán del proyecto, y sin ser materia de la autoridad, es importante destacar las actividades que ha implementado el Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada para el beneficio de las comunidades, quien no solo incluye dentro de sus actividades la preservación del ambiente, sino también el mejoramiento de la calidad de vida de la población:

#### **Planta purificadora de agua, Localidad de Arrayanal.**

Para sumar al desarrollo económico comunitario, a través del impulso de actividades productivas, Peña Colorada inició este 18 agosto del 2021 el desarrollo de dos proyectos autosustentables en la comunidad de El Arrayanal, en el municipio de Minatitlán (donde se ubicará el proyecto), con una inversión de más de un millón de pesos y el beneficio directo a más de cien personas.

Una parte de esta inversión se destina para la construcción de una planta purificadora de agua, la cual será operada por un grupo de trabajo de seis personas, que beneficiará a los 120 habitantes de El Arrayanal, brindándoles agua purificada a su alcance y a mejor costo.

Celedonio Michel, uno de los líderes comunitarios, destacó que también los habitantes de Paticajo y más asentamientos cercanos aprovecharán esta purificadora: *“es un gran beneficio y vamos a apoyar al grupo que lo estará trabajando para que sea un buen proyecto”*.



**Figura V.4** Planta purificadora de agua en la localidad Arrayanal. Fuente: Imágenes proporcionadas por la promotora.

### **Apoyo a agroecosistema de café bajo sombra en el Municipio de Minatitlán.**

En el 2021 se apoyó a productores de café bajo sombra de la localidad de Arrayanal. Arrancó la primera de tres etapas, para desarrollar un esquema destinado a la producción de café de altura; se entregaron 10 mil plantas de café y 100 rollos de alambre de púas, a un grupo de 20 habitantes de El Arrayanal, que son los directamente implicados en este proyecto.

Siendo importante mencionar que la asesoría será permanente hasta lograr el desarrollo de una marca propia con un producto de excelente calidad, aprovechando las condiciones climáticas de la región y se brindará un seguimiento continuo durante los tres años que dura el programa impulsado por Peña Colorada.





**Figura V.5 Apoyo a agroecosistema de café bajo sombra en el Municipio de Minatitlán. Fuente: Imágenes proporcionadas por la promotora.**

### **Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM); Rehabilitación Base Jaguar.**

La empresa Peña Colorada hizo la entrega formal de la reconstrucción del Campamento Base Jaguar a las autoridades ejidales y del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. El proyecto que duró seis semanas en construcción, representa una inversión de más de 750 mil pesos para el beneficio no solo de los mil 450 ejidatarios y sus familias, sino de todos los habitantes de la región, principalmente a la Comunidad Indígena de Cuzalapa, en el Municipio de Cuautitlán, en el estado de Jalisco.



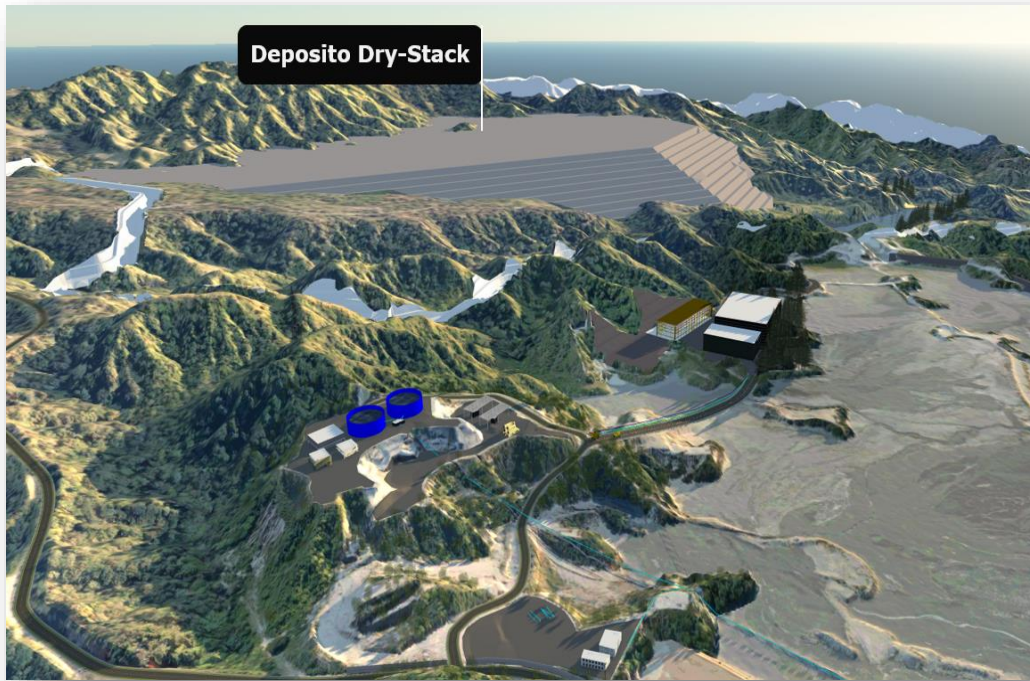
**Figura V.6 Reconstrucción del Campamento Base Jaguar, en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM). Fuente: Imágenes proporcionadas por la promotora.**

**Proyecto de Rehabilitación Banco de Semillas, en el ejido de Ayotitlán, dentro de la RBSM.**

Se está trabajando en conjunto con la comunidad de Ayotitlán y la dirección de la RBSM, para mejorar la instalación del banco de semillas de dicha localidad, el proyecto ayudará a la conservación de la semilla de maíz nativo de la región.



**Figura V.7 Rehabilitación Banco de Semillas, en el ejido de Ayotitlán, dentro de la RBSM. Fuente: Imágenes proporcionadas por la promovente.**



MIA-R "AMPLIACIÓN CENTRO INDUSTRIAL PATICAJÓ"

# CAPÍTULO VI

Estrategias para la Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales, Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional.

## CONTENIDO

<b>VI.</b>	<b>ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.</b>	<b>4</b>
<b>VI.1.</b>	<b>Introducción</b>	<b>4</b>
<b>VI.2.</b>	<b>Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)</b>	<b>4</b>
<b>VI.3.</b>	<b>Objetivos del PVA</b>	<b>10</b>
<b>VI.4.</b>	<b>Metas y alcances de PVA</b>	<b>10</b>
<b>VI.5.</b>	<b>Ejecución y supervisión del PVA</b>	<b>10</b>
<b>VI.6.</b>	<b>Programas Ambientales</b>	<b>11</b>
VI.6.1.	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	11
VI.6.2.	Programa de Manejo de Fauna	22
VI.6.3.	Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada	34
VI.6.4.	Programa de Manejo Integral de Residuos	46
<b>VI.7.</b>	<b>Medidas adicionales</b>	<b>54</b>
VI.7.1.	Medidas para evitar la contaminación por hidrocarburos.	55
VI.7.2.	Medidas para evitar la pérdida de suelo.	55
VI.7.3.	Medidas para minimizar la emisión de gases de combustión	56
VI.7.4.	Medidas para minimizar la emisión de polvos	56
VI.7.5.	Medidas para minimizar la emisión de ruido.	57
VI.7.6.	Medidas para restaurar las áreas impactadas.	58
<b>VI.8.</b>	<b>Compromiso Social de la Unidad Minera Peña Colorada</b>	<b>61</b>

## FIGURAS

Figura VI.1	Estructura del plan de vigilancia ambiental del proyecto.	5
Figura VI.2	Ejemplo de delimitación del área autorizada.	13
Figura VI.3	Ubicación geográfica del área propuesta para la reubicación de flora.	18
Figura VI.4	Ejemplo de plantación sobre curvas a nivel.	18
Figura VI.5	Áreas de acopio temporal de suelo.	20
Figura VI.6	Nidos y madrigueras observados en el área del proyecto.	26
Figura VI.7	Desplazamiento de fauna durante el desmonte.	27
Figura VI.8	Ubicación geográfica del área propuesta para la reubicación de fauna.	31
Figura VI.9	Diagrama de la integración de la propuesta integral de conservación biológica.	35
Figura VI.10	Zonificación del área de compensación.	43

Figura VI.11 Ejes del plan de acción de conservación.....	44
Figura VI.12 Principales actividades del área de conservación.....	46
Figura VI.13 Ejemplo de tolvas para el almacenamiento de residuos. ....	50
Figura VI.14 Ejemplo de almacenes temporales de residuos peligrosos.....	51
Figura VI.15 Ejemplo de acopio temporal de residuos de manejo especial. ....	52
Figura VI.16 Ejemplo de limpieza de sanitarios portátiles.....	52
Figura VI.17 Estructura de la restauración del depósito de jales. ....	58
Figura VI.18 Prototipo del establecimiento de cobertura vegetal en el depósito Dry-Stack. ....	60
Figura VI.19 Prototipo del establecimiento de vegetación arbustiva y arbórea en el Dry-Stack. ....	60
Figura VI.20 Prototipo de restauración del depósito Dry-Stack. ....	61
Figura VI.21 Estructura de funcionamiento de los proyectos de conservación de la unidad minera peña colorada.....	63

## TABLAS

Tabla VI.1 Medidas preventivas, de mitigación y/o compensación propuestas para el proyecto. ....	6
Tabla VI.2 Listado de especies de flora susceptibles a rescate y reubicación.....	14
Tabla VI.3 Listado de especies no maderables susceptibles a rescate y reubicación.....	15
Tabla VI.4 Coordenadas UTM de los polígonos propuestos para la reubicación de flora.....	16
Tabla VI.5 Indicadores ambientales del programa de manejo de flora.....	21
Tabla VI.6 Listado de especies de fauna terrestre observadas en el área del proyecto.....	24
Tabla VI.7 Métodos de manejo recomendados por grupo faunístico.....	29
Tabla VI.8 Indicadores ambientales del programa de manejo de fauna. ....	32
Tabla VI.9 Especies en categoría de riesgo que serán reproducidas en el vivero propuesto.....	39
Tabla VI.10 Especies potenciales a incluir en la colección del orquideario. ....	41
Tabla VI.11 Coordenadas UTM del sitio propuesto para las actividades de compensación. ....	43
Tabla VI.12 Residuos que podrían generarse en el proyecto. ....	47
Tabla VI.13 Recolección y clasificación de residuos en los sitios de generación. ....	49
Tabla VI.14 Indicadores ambientales del programa de manejo integral de residuos.....	54
Tabla VI.15 Acciones en beneficio social de las comunidades cercanas al proyecto. ....	62

## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

### VI.1. Introducción

Al realizar la **Evaluación de Impacto Ambiental** se estiman los efectos negativos que el desarrollo de un proyecto trae consigo hacia el ambiente. A partir de esta estimación, los impactos ambientales identificados deberán evitarse o reducirse al mínimo posible a través de la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias de acuerdo al Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), buscando primordialmente la prevención de los impactos ambientales, para asegurar la mínima afectación, dando preferencia a evitar el impacto, sobre la reducción y compensación.

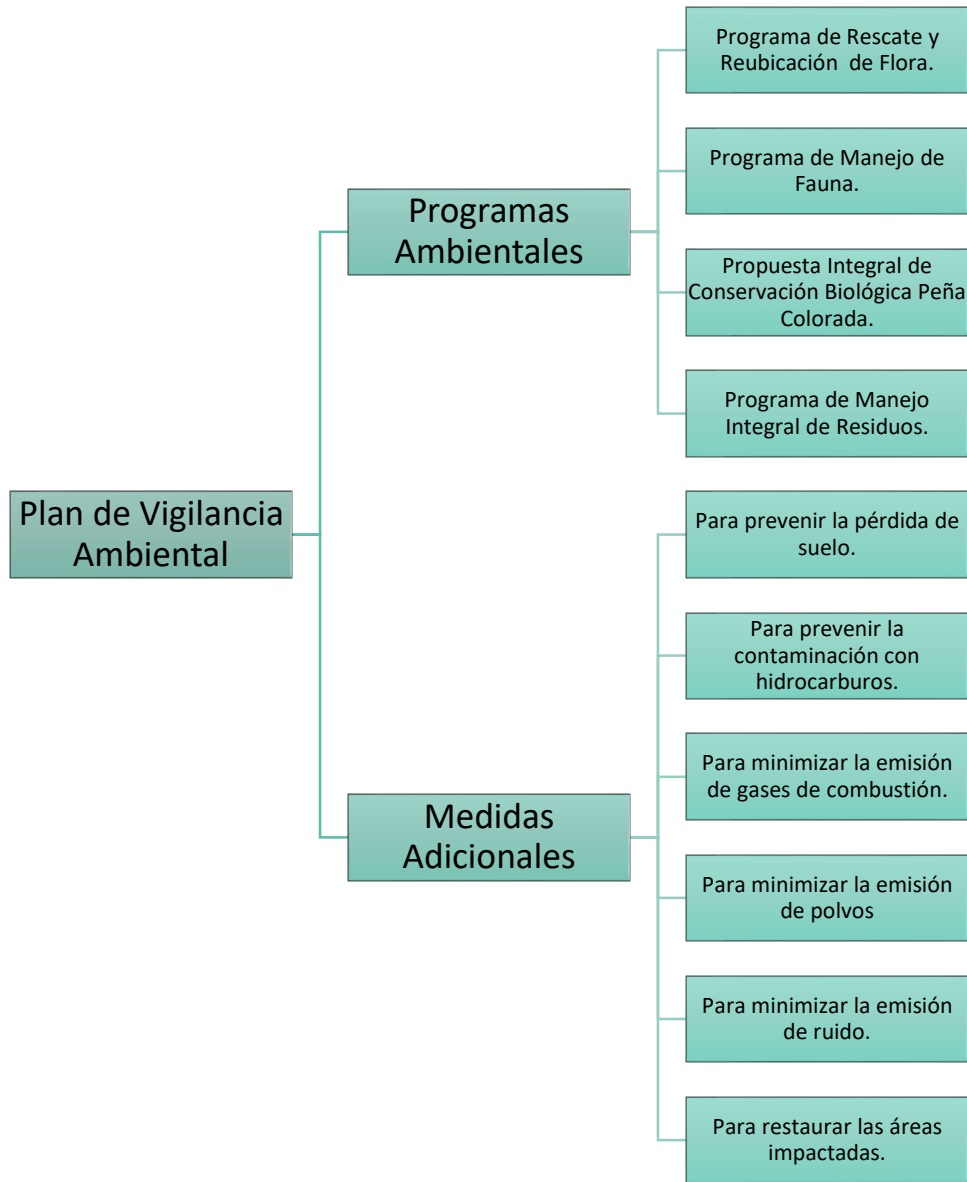
En relación a lo anterior y una vez que se han clasificado y evaluado los impactos, los cuales en su mayoría resultaron como No significativos o Irrelevantes, en el presente Capítulo se describen las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación asociadas directamente a la atención de cada uno de los impactos identificados, las cuales se integran en el denominado **Plan de Vigilancia Ambiental**.

### VI.2. Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)

El **Plan de Vigilancia Ambiental** establece los parámetros para el seguimiento de la correcta ejecución de todas las acciones y medidas ambientales diseñadas para atender los impactos ambientales previstos a generar por el desarrollo del proyecto en cada una de sus fases y, de esta forma, asegurar un desempeño ambiental adecuado durante la vida útil del proyecto facilitando la generación de información confiable sobre el impacto real.

El **PVA** del proyecto está conformado por *Programas ambientales* (los cuales conjuntan dos o más medidas ambientales implementadas bajo un protocolo específico), y por *Medidas adicionales*, acciones que, al no requerir una metodología específica para su

implementación, se abordarán como medidas independientes. En la siguiente figura (anexa en formato digital) se muestra la estructura del Plan de Vigilancia Ambiental del proyecto.



**Figura VI.1 Estructura del Plan de Vigilancia Ambiental del proyecto.**

De acuerdo a la figura anterior, en la siguiente tabla (también anexa en formato digital) se describen las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación contenidas en los Programas ambientales y en las Medidas adicionales así como los impactos ambientales a los que se han asociado.

Tabla VI.1 Medidas preventivas, de mitigación y/o compensación propuestas para el proyecto.

Componente	Factor ambiental	Impacto	Medida ambiental	Programa ambiental o Medida Adicional
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelo orgánico.	Rescate y reincorporación de suelo orgánico.	Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
			Desmonte y despalde gradual.	Medidas adicionales para evitarla pérdida de suelo.
			Protección del suelo orgánico recuperado.	
	Calidad	Modificación de la calidad del suelo.	Manejo Integral de residuos.	Programa de Manejo Integral de Residuos.
			Realizar los mantenimientos preventivos y correctivos en talleres autorizados fuera de la zona del proyecto	Medidas adicionales para prevenir la contaminación con hidrocarburos.
			Uso de kit de atención a derrames de hidrocarburos.	
			Establecimiento de sistemas de recolección de líquidos en almacenes temporales de residuos peligrosos y sustancias.	
Relieve	Geoforma	Modificación del relieve.	Delimitación del área autorizada.	Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
			Rescate y reubicación de flora	
			Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.	Programa de Manejo de Fauna
			Intercepción de agua pluvial en la cuenca alta del proyecto a través de una cuneta derivadora, que descargará en el arroyo Palo Verde, para evitar su contacto con el depósito Dry stack.	Medida constructiva (ver Capítulo II)
			Retención de sólidos arrastrados en el área del proyecto por las precipitaciones a través de la construcción de un bordo y área de captación de sedimentos.	
			Establecimiento de un área de compensación con actividades de protección de especies de psitácidos y su hábitat.	Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada
			Establecimiento de un área de compensación con actividades de restauración en áreas con pastizal inducido.	



Componente	Factor ambiental	Impacto	Medida ambiental	Programa ambiental o Medida Adicional
			Programación de pláticas y recorridos de educación ambiental.	
			Restauración del área de depósito de jales.	Medidas adicionales para restaurar las áreas impactadas.
			Restauración de canales, cunetas y áreas de maniobra secundarias.	
Agua superficial	Patrón hidrológico	Modificación del patrón hidrológico.	El impacto al patrón hidrológico modificara la ubicación del arroyo “Palo Verde”, sin embargo no se afectará la cantidad y calidad del agua, manteniendo el gasto hidráulico que desembocará aguas abajo, por lo que no se prevé en este caso una medida.	
	Calidad	Modificación de la calidad del agua superficial.	Manejo Integral de residuos.	Programa de Manejo Integral de Residuos.
			Los mantenimientos preventivos y correctivos se realizarán en talleres autorizados fuera del área del proyecto	Medidas adicionales para prevenir la contaminación con hidrocarburos.
			Uso de kit de atención a derrames de hidrocarburos.	
Establecimiento de sistemas de recolección de líquidos en almacenes temporales de residuos peligrosos y sustancias.				
Agua subterránea	Cantidad	Disminución del agua infiltrada.	Intercepción y canalización de agua pluvial en la cuenca alta del proyecto a través de una cuneta derivadora que desemboca en el arroyo Palo Verde.	Medida constructiva (ver Capítulo II)
Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire.	Verificar diariamente el correcto funcionamiento de los motores previo a su funcionamiento.	Medidas adicionales para minimizar la emisión de gases de combustión.
			Prohibición de incineraciones de residuos y materia orgánica en el área del proyecto.	
			Sustitución de maquinaria y vehículos con emisiones fuera de norma.	
			Mantenimientos preventivos periódicos a maquinaria y vehículos.	
			Realizar únicamente los movimientos de suelo que sean estrictamente necesarios.	Medidas adicionales para minimizar la emisión de polvos.
			El transporte de materiales y suelo se realizará con el material humedecido.	
			Se establecerán límites de velocidad para maquinaria y vehículos.	

Componente	Factor ambiental	Impacto	Medida ambiental	Programa ambiental o Medida Adicional
Aire			Se realizarán riegos de terracerías y frentes de trabajo con movimientos de suelo.	
			Restauración progresiva del depósito Dry-Stack a través de la implementación de una cubierta seca, una capa de soporte de vegetación posterior y el establecimiento de cobertura vegetal.	
	Confort sonoro	Modificación del confort sonoro.	Mantenimiento preventivo periódico a maquinaria y vehículos.	Medidas adicionales para minimizar la emisión de ruido.
Flora	Cantidad	Pérdida de cobertura vegetal	Delimitación del área autorizada.	Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
			Rescate, resguardo y propagación de flora silvestre.	
			Reubicación de flora rescatada.	
			Reincorporación de suelo orgánico en el área de restauración.	
			Capacitación de personal para la protección de flora.	
			Reubicación de la UMA "Peña Colorada", la cual resguardará los individuos de rescate y reproducirá especies en categoría de riesgo y de importancia regional.	Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada
			Establecimiento de un área de compensación con actividades de restauración en áreas con pastizal inducido.	
			Establecimiento de un área de compensación con actividades de conservación de un área de 547.7 ha.	
Programación de pláticas y recorridos de educación ambiental.				
Fauna	Hábitat	Pérdida de hábitat.	Desmonte y despalme dirigidos.	Programa de Manejo de Fauna
			Ahuyentamiento de fauna silvestre.	
			Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento.	
			Establecimiento de un área de compensación con actividades de protección de especies de psitácidos y su hábitat.	Propuesta Integral de Conservación

Componente	Factor ambiental	Impacto	Medida ambiental	Programa ambiental o Medida Adicional
Paisaje			Establecimiento de un área de compensación con actividades de restauración áreas con pastizal inducido.	Biológica Peña Colorada
			Establecimiento de un área de compensación con actividades de conservación de un área de 547.7 ha.	
			Programación de pláticas y recorridos de educación ambiental.	
	Distribución	Desplazamiento de fauna.	Búsqueda e inhabilitación de nidos y madrigueras.	Programa de Manejo de Fauna
			Vigilancia de áreas de trabajo.	
			Capacitación de personal y colocación de señalamientos.	
Calidad visual	Modificación del paisaje natural.	Rescate, resguardo y propagación de flora silvestre.	Programa de Rescate y Reubicación de Flora.	
		Reubicación de flora rescatada.		
		Establecimiento de un área de compensación con actividades de protección de especies de psitácidos y su hábitat.	Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada	
		Establecimiento de un área de compensación con actividades de restauración en áreas con pastizal inducido.		
		Establecimiento de un área de compensación con actividades de conservación de un área de 547.7 ha.		
		Restauración del área de depósito de jales.	Medidas adicionales para restaurar las áreas impactadas.	
		Restauración de canales, cunetas y áreas de maniobra secundarias.		

### VI.3. Objetivos del PVA

Los objetivos del Plan de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

- Prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto en sus diferentes etapas.
- Asegurar el cumplimiento de las leyes, reglamentos, ordenamientos y normas ambientales vigentes aplicables al proyecto.

### VI.4. Metas y alcances de PVA

El PVA tiene como meta establecer las estrategias, acciones y mecanismos necesarios que permitan atender los impactos identificados, a través de medidas específicas para prevenirlos, mitigarlos y/o compensarlos durante las diferentes etapas del proyecto.

La aplicación del PVA incluye a la promovente, sus contratistas, subcontratistas y a todo el personal que se encuentre involucrado de manera directa en alguna de las actividades del proyecto y, por ende, puedan generar impactos asociados.

### VI.5. Ejecución y supervisión del PVA

Para asegurar que se implementará el PVA, la promovente designará a un profesional como *Responsable ambiental*, quien tendrá la función de coordinar y asegurar la ejecución de las estrategias de acción, y que se recaben e informen sistemática y continuamente los datos y la información que permita evaluar la eficiencia de las medidas propuestas.

Por su parte, la supervisión del PVA tendrá la función de visualizar el tipo de atención que se le dará a cada uno de los impactos ambientales identificados para el proyecto, para garantizar la aplicación de las medidas ambientales propuestas así como el alcance de las metas y objetivos de los programas ambientales. De esta forma, se designará a un **Supervisor Ambiental**, quien actuará de forma autónoma a la promovente para vigilar y evaluar continuamente la correcta ejecución del PVA, siguiendo los lineamientos establecidos por los indicadores ambientales y la legislación ambiental vigente aplicable al proyecto durante su desarrollo. Dicho supervisor

contará con un amplio conocimiento y experiencia en seguimiento a los aspectos ambientales técnicos, para identificar oportunamente deficiencias en la aplicación de las medidas, y así informar a la promovente para permitir que realice los ajustes o modifique los procedimientos de ejecución para alcanzar el resultado esperado.

## **VI.6. Programas Ambientales**

Los programas ambientales son procedimientos que integran dos o más medidas ambientales que serán aplicadas bajo protocolos específicos, siguiendo objetivos y metas claras, y que tendrán un seguimiento basado en indicadores ambientales. Para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales identificados, se proponen los siguientes programas ambientales.

### **VI.6.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora**

#### **Introducción**

El **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** tiene como finalidad el establecimiento y desarrollo de las técnicas más adecuadas para la preservación y manejo de la flora silvestre que pudiera verse comprometida por las acciones del proyecto, ya que está diseñado para mitigar la pérdida de cobertura vegetal (impacto que resultó relevante), a través del rescate y reubicación de las especies que se encuentran dentro del área del proyecto y que se encuentran listadas en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, o sean especies endémicas o de difícil regeneración y con alto valor de importancia ecológica.

#### **Objetivo general**

Mitigar la pérdida de cobertura vegetal ocasionada por el desmonte y despalme, a través del establecimiento de criterios, especificaciones y procedimientos de carácter ambiental que favorezcan la protección y supervivencia de la vegetación.

#### **Objetivos particulares**

- Establecer criterios a considerar para la selección de especies de flora silvestre a incluir en el programa.

- Evitar la pérdida de diversidad florística local presente en el área del proyecto.
- Asegurar la supervivencia de los individuos rescatados durante su resguardo temporal y en las áreas de reubicación.
- Mejorar las condiciones del suelo en áreas de reubicación para favorecer la supervivencia de la flora plantada y el desarrollo de nueva cobertura vegetal.

### **Meta**

- Lograr un porcentaje de sobrevivencia de los individuos rescatado y reubicados de al menos el 85%.

### **Responsable del desarrollo del programa**

El responsable de la ejecución y desarrollo del programa será la **promovente** a través del responsable ambiental y el personal técnico especializado en el manejo de vegetación. Las actividades programadas para el desarrollo del programa deberán ser coordinadas por el responsable ambiental quien garantizará que el personal que se desempeñe en el proyecto cumpla con las medidas de protección y conservación de la vegetación.

### **Medidas específicas**

Para cumplir con los objetivos y metas establecidas en el programa, se implementarán las siguientes medidas específicas:

- Delimitación del área autorizada.
- Rescate de individuos y/o germoplasma de las especies sujetas al programa para su propagación, resguardo, reubicación y mantenimiento.
- Propagación y/o resguardo de las especies rescatadas en la UMA “Peña Colorada”.
- Rescate y reincorporación de suelo orgánico como mejorador de suelo.
- Reubicación de individuos de flora rescatados.

- Capacitación de personal para la protección de la flora silvestre.

## Metodología

Las medidas específicas serán implementadas de acuerdo a lo siguiente:

### Delimitación del área autorizada

El área del proyecto y las zonas de trabajo se delimitarán previo a las actividades de desmonte y despalle, con la finalidad de evitar afectaciones fuera del área autorizada. Esta actividad se llevará a cabo por medio del personal de topografía del proyecto, el cual delimitará el área autorizada mediante estacas prefabricadas pintadas o marcadas de colores fosforescentes (ver siguiente figura), colocados a corta distancia de tal manera que el operador del desmonte pueda identificar claramente los límites y los puntos de inflexión del proyecto.



Figura VI.2 Ejemplo de delimitación del área autorizada.

Fuente: Elaboración propia

### Rescate y resguardo de flora silvestre

Previo a las actividades de desmonte y despalle, se realizarán recorridos en las áreas autorizadas para la identificación y marcaje de los individuos que serán sujetos al rescate. Las especies seleccionadas a incluir en el programa corresponden a aquellas que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo de la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-59-SEMARNAT-2010, o que sean endémicas, nativas o bien presentan un alto valor de importancia (IVI), representando así la estructura y composición de los tipos de vegetación observados en el área

del proyecto. En la siguiente tabla (anexa en formato digital) se enlistan las especies propuestas para rescate.

**Tabla VI.2 Listado de especies susceptibles a rescate y reubicación.**

Nombre científico	Nombre común	Criterio de selección	Número de individuos a rescatar
<i>Acacia hindsii</i>	Carretadera	Alto IVI	15,248
<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	Alto IVI	24,398
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	Alto IVI	381
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	Amenazada*	1,144
<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	Alto IVI	2,669
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Protección especial*	762
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	PEC	1,525
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de cuautote	Alto IVI	17,155
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Cicuito	Endémica	2,287
<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	Alto IVI	13,724
<i>Montanoa bipinnatifida</i>	Acahuite	Endémica	8,768
<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Granadilla	Peligro de extinción*	1,144
<i>Quercus magnoliifolia</i>	Encino amarillo	Alto IVI/Endémica	4,193
<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	Amenazada*	20,967
<i>Urera pacifica</i>	-	Endémica	1,906
<i>Verbesina oligantha</i>	-	Endémica	381
<i>Vitex pyramidata</i>	Canelillo	Endémica	381
<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	Amenazada*	1,525
<b>Total</b>			<b>118,558</b>

\*Incluida en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010; PEC= Protegida en el Estado de Colima.

Con base en las existencias reales, se propone el rescate del 100% de las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para las demás especies se considerará la densidad absoluta (número de individuos por hectárea) dentro del área del proyecto.

Por otra parte, también se proponen rescatar el 100% de las densidades reales de las especies no maderables encontradas en el área del proyecto con alta importancia económica y con un bajo número de individuos, con esto se asegura la conservación de las especies endémicas y de importancia económica y ecológica. Particularmente para la especie *Bromelia karatas* se propone un número de 1,525 individuos, debido a que se estima un número de cuatro individuos por



hectárea. En la siguiente tabla (anexa en formato digital) se presenta el listado de especies no maderables propuestas para el rescate.

**Tabla VI.3 Listado de especies no maderables susceptibles a rescate y reubicación.**

Tipo de ambiente	Nombre científico	Nombre común	Criterio de selección	Número de individuos aproximado de rescate
Terrestre	<i>Bromelia karatas</i>	Aguama	Nativa	1,525
Epífita	<i>Erycina echinata</i>	Erycina	Endémica	-
Epífita	<i>Selenicereus ocamponis</i>	Pitahaya de ocampo	Endémica	-
Epífita	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Cola de gallo	Nativa	-

Es importante resaltar que para realizar el rescate de los individuos se debe seleccionar la técnica adecuada para cada uno de ellos, puesto que aquellos de gran porte o demasiado viejos reducen considerablemente la posibilidad de éxito en la supervivencia al realizar un trasplante, además requieren actividades logísticas riesgosas con maquinaria específica y necesidad de grandes espacios de maniobras, lo que eleva los costos de las operaciones y resulta poco viable para el proyecto, por lo cual, previo a la extracción de las especies, el especialista en el manejo de flora seleccionará alguna de las siguientes estrategias de rescate de acuerdo a las necesidades de cada individuo:

- Rescate de individuos vivos (cepellón, raíz desnuda, hijuelos, epífita).
- Rescate de germoplasma (esquejes o semillas).

La descripción de los métodos de rescate anteriormente propuestos se incluye en el **Anexo VI.1**.

Una vez que se realizó el rescate, los individuos serán trasladados al área de resguardo temporal dentro de la **Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “Peña Colorada”**, autorizada a la promovente, con registro **SEMARNAT-UMA-IN-097-COL/2012**, donde se cuenta con la infraestructura y las herramientas necesarias para dar cuidado y mantenimiento a los individuos rescatados, así como para inducir la propagación del germoplasma.

Cabe destacar que, derivado de la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada (descrita en apartados posteriores) se considera la construcción de un vivero para el

mantenimiento y reproducción de 80,000 plantas anuales, entre las que se consideran las rescatadas para el proyecto. Así mismo se considera un orquideario para el resguardo permanente de ejemplares producto de rescate para exhibición y educación.

Es importante señalar que en la UMA “Peña Colorada” actualmente se realiza la propagación de 13 especies de plantas de la región donde se ubica el proyecto, y que se encuentran listadas en alguna categoría de riesgo de la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, reproduciendo además 34 especies que son de interés social y económico para las entidades aledañas. Independientemente de lo anterior, en particular para el proyecto entre las especies seleccionadas para el rescate se encuentran *Zamia loddigessi*, *Platymiscium lasiocarpum*, *Annona purpurea*, *Guazuma ulmiflora* y *Sapium macrocarpum*, mismas que ya son reproducidas en la UMA “Peña Colorada”.

Las actividades dentro del área de resguardo temporal serán registradas en una **Bitácora de Resguardo y Mantenimiento**. Las características del manejo de las especies dentro de la UMA “Peña Colorada” se describen en el **Anexo VI.1**.

### Reubicación de flora silvestre

Con el objetivo de reestablecer los servicios ambientales que proporciona la vegetación, se propone que la reubicación de los individuos rescatados se establezca una vez que el especialista en manejo de flora encargado del resguardo temporal, determine que los individuos cuentan con las características necesarias para su adaptación en el nuevo medio. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM de los polígonos donde se propone la reubicación de las especies de flora, dos de ellos en su conjunto se denominan San José de Lumber y cuentan con una superficie total de 547.7 has, mientras que el polígono 3 cuenta con una superficie de 91.44 has.

**Tabla VI.4 Coordenadas UTM de los polígonos propuestos para la reubicación de flora.**

San José de Lumber					
Polígono 1: María Elena Zepeda Mesina			Polígono 2: Simón López Valencia		
Vértice	Coord_X	Coord_Y	Vértice	Coord_X	Coord_Y
0	596673	2118223	0	595673	2118223
1	596821	2118391	1	597173	2117875
2	596903	2118551	2	596258	2116575
3	598127	2119487	3	596217	2116516
4	599247	2120197	4	595705	2115787
5	600062	2119387	5	595043	2115885

6	600079	2119247	6	595483	2116516
7	599677	2118971	7	595984	2117234
8	599059	2118725	8	596673	2118223
9	508476	2118204			
10	598478	2117939			
11	593758	2117874			
12	598802	2117778			
13	597173	2117875			
14	596673	2118223			
<b>Polígono 3: Ismael Arias Sección A y B</b>					
<b>Vértice</b>	<b>Coord_X</b>	<b>Coord_Y</b>	<b>Vértice</b>	<b>Coord X</b>	<b>Coord Y</b>
0	595690.49	2131525.72	16	596781.08	2130764.60
1	595839.98	2131330.26	17	596935.76	2130463.91
2	595939.14	2131231.73	18	596581.03	2130250.91
3	596020.33	2131247.65	19	596481.03	2130250.91
4	596089.18	2131244.95	20	596277.40	2130242.71
5	596131.53	2131277.91	21	596245.09	2130264.20
6	596176.53	2131271.49	22	596238.02	2130233.89
7	596250.41	2131360.21	23	596188.81	2130366.82
8	596272.04	2131406.65	24	595703.27	2130787.12
9	596299.45	2131407.88	25	595739.45	2130857.39
10	596380.01	2131362.88	26	595688.18	2130939.56
11	596496.46	2131231.44	27	595825.69	2131171.05
12	596635.86	2131052.78	28	595579.87	2131466.07
13	596728.65	2130876.23	29	595690.19	2131525.72
14	596740.43	2130784.35			
15	596757.14	2130788.13			

Cabe destacar que las áreas propuestas para la reubicación de flora, son aquellas zonas donde se pretenden establecer áreas de conservación, protección y restauración como parte de la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada visualizada como una medida de compensación a los impactos ambientales ocasionados por el proyecto. En la siguiente figura (también anexa en formato digital) se muestra la ubicación geográfica de los polígonos propuestos para la reubicación.

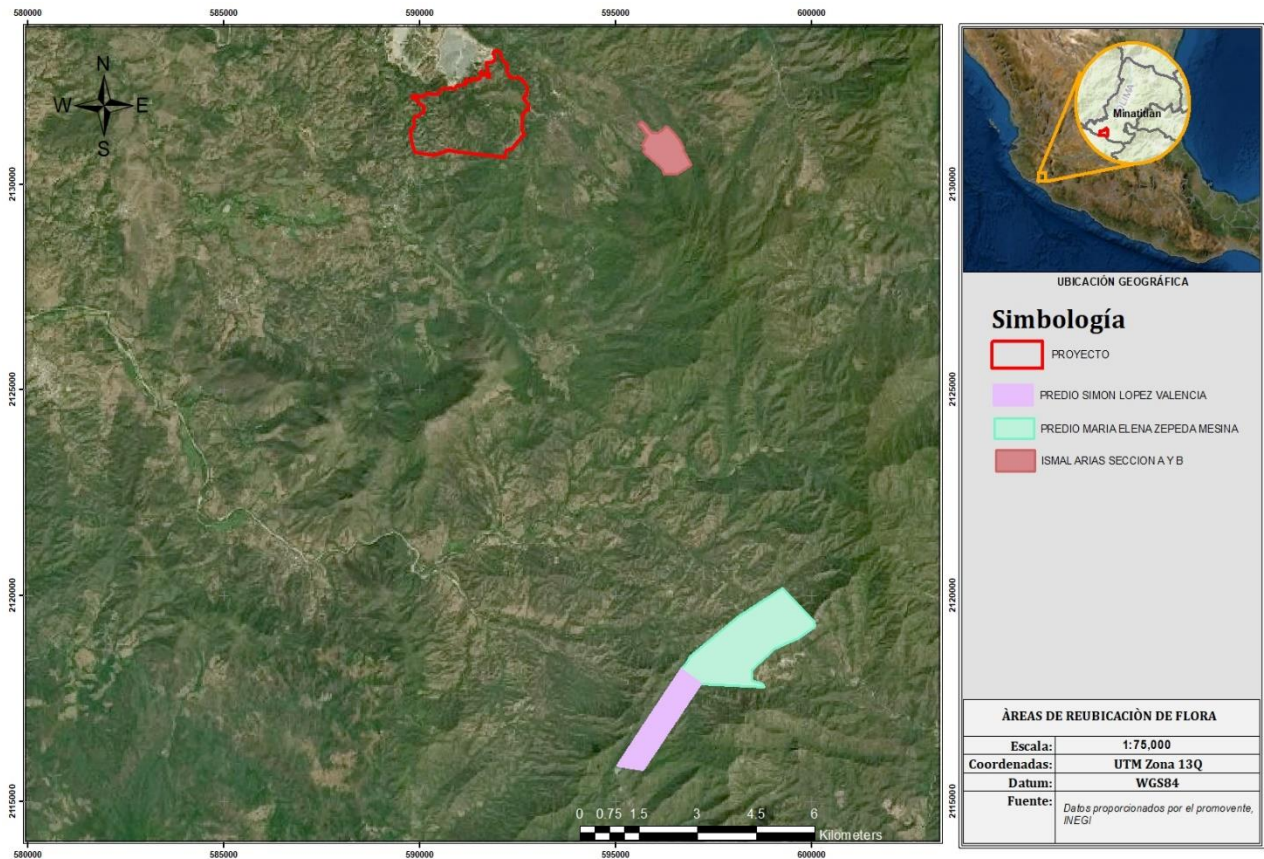


Figura VI.3 Ubicación geográfica de las áreas propuestas para la reubicación de flora.

De acuerdo a las condiciones topográficas y de escurrimiento que se prevén para el sitio de reubicación, se propone la reubicación sobre las curvas a nivel ya que en terrenos con pendientes superiores a 20% es preferible plantar sobre estas (CONAFOR, 2011), tal como se muestra en la siguiente figura (anexa en formato digital).

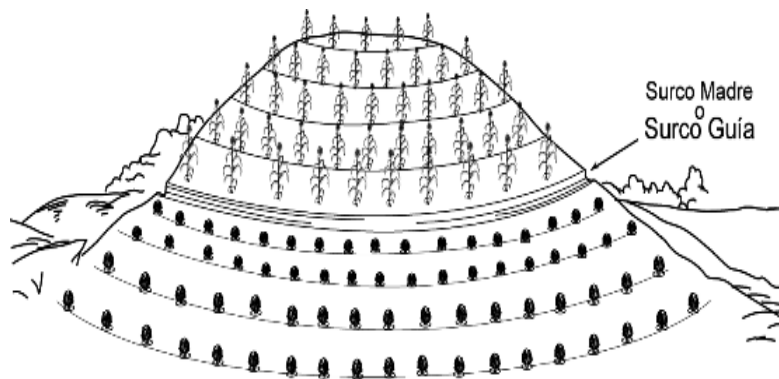


Figura VI.4 Ejemplo de plantación sobre curvas a nivel.

El procedimiento de plantación que se propone es por cepa común en arreglo a tresbolillo, con una densidad de plantación de 625 plantas/ha siguiendo el Manual Básico de Prácticas de Reforestación de la Comisión Nacional Forestal (2010) y que se describe en el **Anexo VI.1**. Durante las actividades de plantación se llevará una **Bitácora de Reubicación**, donde se registrarán las características de cada uno de los individuos, así como su ubicación georreferenciada.

### **Monitoreo y mantenimiento de los individuos plantados**

El **mantenimiento** iniciará una vez que se hayan reubicado los individuos, ya que para adaptarse a las nuevas condiciones del hábitat y dependiendo de la época de trasplante, necesitarán de actividades de apoyo, como riegos calendarizados, control de malezas, colocación de tutores, protección contra depredadores y/o sustitución de individuos que no sobrevivieron al proceso.

La actividad de monitoreo iniciará 20 días posteriores a la plantación para determinar el porcentaje de sobrevivencia de los individuos, y se continuará por un periodo de tres meses para asegurar el establecimiento de las plantas en su nuevo medio. Una vez cumplidos los tres meses, el monitoreo se realizará cada seis meses por un periodo de cinco años. Como forma de seguimiento se llevará una **Bitácora de Monitoreo de Reubicación** que contenga la información sobre la condición fitosanitaria, los tratamientos y actividades de apoyo que se le ha realizado a cada individuo.

### **Reincorporación de suelo orgánico**

Durante las actividades de despalde, se realizará la recuperación y acopio del suelo orgánico, el cual será cubierto o protegido contra la erosión eólica e hídrica para que una vez que las actividades de reubicación lo requieran, se realice el triturado del material vegetal producto de desmonte y se mezcle con el suelo despaldado para incorporarlo como un aporte de nutrientes que favorezca el establecimiento de la cobertura vegetal. Además de las actividades de reubicación, parte del suelo rescatado será destinado a la conformación de la cubierta superior de la capa seca del depósito Dry-Stack para contribuir a la retención de humedad y promover el crecimiento de vegetación en la parte superior.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del área de acopio temporal de suelo.

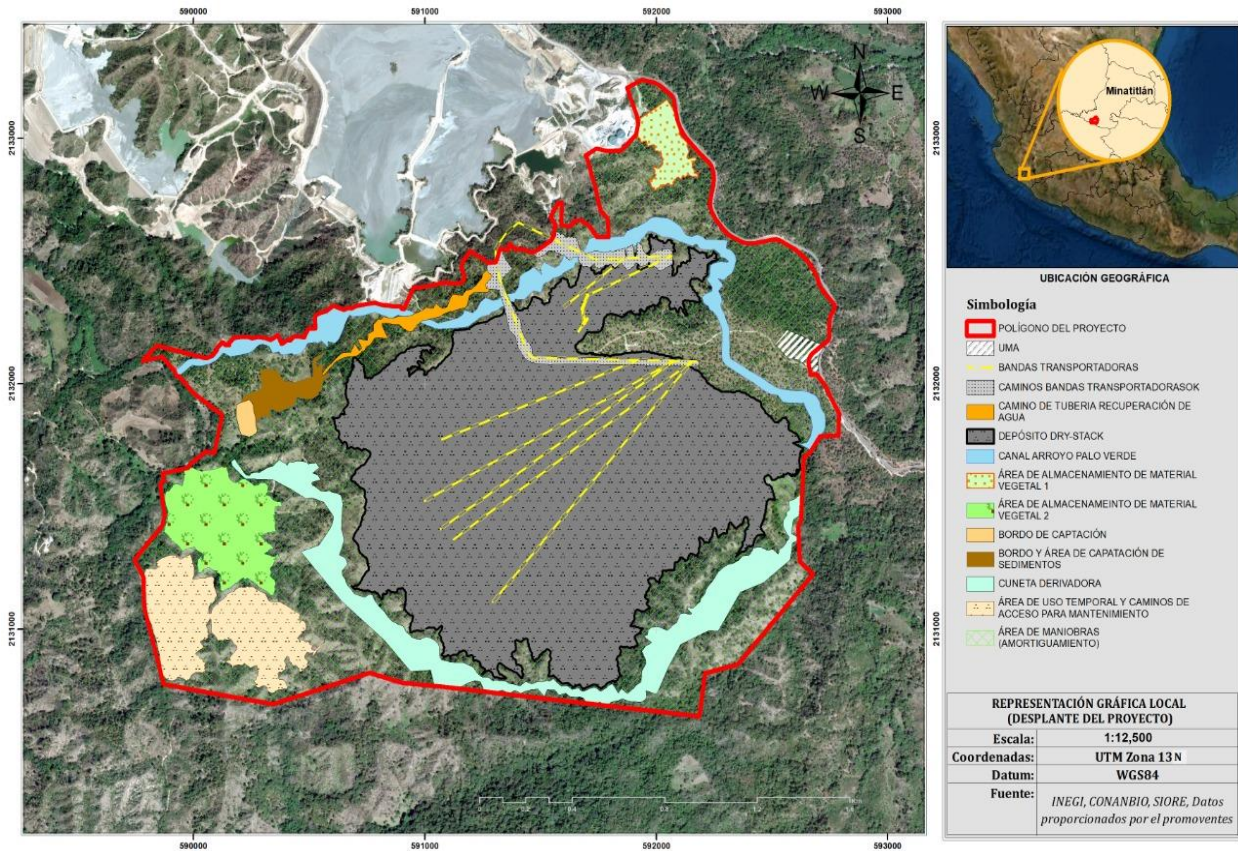


Figura VI.5 Áreas de acopio temporal de suelo.

### Capacitación de personal para la protección de la flora silvestre.

Como refuerzo para la adecuada implementación del **Programa de Manejo de Flora**, se realizará la capacitación al personal involucrado en el proyecto, para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que se deberán ejecutar las actividades en función de la protección de la vegetación. Entre los temas que se deberán abordar en las capacitaciones se consideran los siguientes:

- Diversidad e importancia de la flora silvestre y la vegetación forestal.
- Especies de flora vulnerables y formas de protección.
- Actividades que generen impactos a la vegetación.
- Prohibición de recolección, extracción y/o comercialización de flora silvestre.

Aunado a las capacitaciones al personal, dentro del área del proyecto se colocarán señalamientos de carácter prohibitivo, restrictivo e informativo sobre las actividades que afecten a la vegetación.

### Indicadores ambientales

Para corroborar la correcta aplicación del programa, y la eficiencia de las medidas para alcanzar las metas y objetivos, se recopilará periódicamente la información necesaria para la generación de los siguientes indicadores ambientales.

Tabla VI.5 Indicadores ambientales del Programa de Manejo de Flora.

Indicadores de realización	Indicadores de eficiencia	Información de comprobación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de rescates por especie (individuos, esquejes, semillas).</li> <li>• Número de individuos en resguardo temporal.</li> <li>• Número de individuos reubicados por especie.</li> <li>• Volumen de suelo orgánico reincorporado en áreas de reubicación de flora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de sobrevivencia en resguardo temporal de individuos rescatados.</li> <li>• Porcentaje de sobrevivencia de individuos reubicados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácora de rescate de flora.</li> <li>• Bitácora de mantenimiento en resguardo temporal.</li> <li>• Bitácora de reubicación de flora.</li> <li>• Bitácora de mantenimiento de individuos reubicados.</li> <li>• Bitácora de monitoreo de reubicación.</li> <li>• Evidencia fotográfica de todas las actividades.</li> </ul>

### Análisis de procesamiento de datos

Para determinar el éxito y cumplimiento de las metas establecidas en el **Programa de Manejo de Flora**, se analizarán, precisarán e interpretarán los datos obtenidos de los indicadores ambientales y la documentación de comprobación, con lo que se determinará si las medidas aplicadas son suficientes para lograr los objetivos y metas establecidas.

### Medidas de urgente aplicación

En caso de que los indicadores de eficiencia reporten parámetros menores al 85% de sobrevivencia de los individuos reubicados, o que muestren signos de plagas o enfermedades, se implementarán las siguientes medidas de urgente aplicación:

- Mejora de protocolos de rescate, reubicación y mantenimiento.
- Mejora de protocolos de selección de individuos y semillas.

- Aplicación o modificación de riegos y nutrientes a las plantas.
- Reposición de plantas reubicadas que no sobrevivieron al proceso.
- Control de plagas y enfermedades.

## VI.6.2. Programa de Manejo de Fauna

### Introducción

El Programa de Manejo de Fauna tiene la finalidad de prevenir, mitigar y minimizar afectaciones a los individuos de fauna que pudieran encontrarse en el área del proyecto, a través del establecimiento de los protocolos técnicos para la implementación de las medidas que ayudarán a la protección de la fauna silvestre, con especial énfasis en aquellas especies que se encuentren listadas en la Modificación del Anexo Normativo III de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, endémicas o de interés ecológico.

### Objetivo general

Establecer acciones y medidas encaminadas a prevenir, mitigar y minimizar los impactos sobre las especies de fauna silvestre que pudieran encontrarse en el área del proyecto, poniendo especial énfasis en las especies que están listadas en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.

### Objetivos particulares

- Establecer criterios a considerar para el manejo de las especies de fauna silvestre incluidas en el programa.
- Evitar que la fauna silvestre anide o se refugie en áreas del proyecto que serán intervenidas una vez que se inicien actividades.
- Inducir la migración y restablecimiento de las especies fuera de áreas afectadas.
- Conservar la diversidad biológica presente en el área del proyecto.

### Meta

- Reubicar vivos y en buenas condiciones físicas, al menos el 90% de la fauna rescatada.



## Responsable del desarrollo del programa

El responsable de la ejecución y desarrollo del programa será **la promotora** a través del responsable ambiental y el personal técnico especializado en el manejo de fauna. Todas las actividades incluidas en el programa deberán ser coordinadas por el responsable ambiental, el cual garantizará que el personal que se desempeñe en el proyecto cumpla con las medidas de protección y conservación de la fauna silvestre.

## Medidas específicas

Para el cumplimiento de los objetivos y la meta del **Programa de Manejo de Fauna**, se implementarán las siguientes medidas específicas:

- Búsqueda e inhabilitación de nidos y madrigueras en el área del proyecto.
- Desmonte y despalme dirigidos.
- Ahuyentamiento de fauna silvestre.
- Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento.
- Vigilancia de las áreas de trabajo.
- Capacitación de personal y colocación de señalamientos.

## Metodología

Las medidas específicas que se contemplan para cumplir con los objetivos y la meta del presente programa, se describen a continuación:

### Línea base de especies en el área del proyecto

El presente programa está dirigido a las especies registradas durante el trabajo de campo, sin descartar la posibilidad de encontrar e incluir alguna otra especie que durante las actividades del proyecto se pudieran encontrar en el sitio.

Como resultado de los muestreos de campo, se observaron 43 especies de aves, siete especies de mamíferos, 10 del grupo de los reptiles y dos anfibios. Del total de 62 especies observadas, ocho de ellas se encuentran listadas en el Anexo normativo III de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

En la siguiente tabla (anexa en formato digital) se presentan las especies a las que principalmente se dirige este programa.

**Tabla VI.6 Listado de especies de fauna terrestre observadas en el área del proyecto.**

Clase	Nombre científico	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010
Amphibia	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	Sin categoría
	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	Protección especial
Reptilia	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	Sin categoría
	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	Protección especial
	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisco	Protección especial
	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	Amenazada
	<i>Holcosus undulatus</i>	Huico de líneas de Jalisco	Sin categoría
	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Protección especial
	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada	Sin categoría
	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	Sin categoría
	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro	Sin categoría
	<i>Sceloporus utiformis</i>	Lagartija espinosa del Pacífico	Sin categoría
Mammalia	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	Sin categoría
	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	Sin categoría
	<i>Nasua narica</i>	Coatí	Sin categoría
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Sin categoría
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Sin categoría
	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del Pacífico	Sin categoría
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	Sin categoría
Aves	<i>Amazilia rutila</i>	Colibri canelo	Sin categoría
	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibri barba negra	Sin categoría
	<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero atila	Sin categoría
	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	Sin categoría
	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Protección especial
	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	Sin categoría
	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	Sin categoría
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Sin categoría
	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	Sin categoría
	<i>Columbina inca</i>	Tortilita cola blanca	Sin categoría
	<i>Columbina passerina</i>	Tortoita pico rojo	Sin categoría
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Sin categoría
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Sin categoría
<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorin azulnegro	Sin categoría	

Clase	Nombre científico	Nombre común	*NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	<i>Cyananthus auriceps</i>	Esmeralda mexicana	Sin categoría
	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas amarillo del pacífico	Sin categoría
	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas chico	Sin categoría
	<i>Empidonax oberholseri</i>	Papamoscas matorralero	Sin categoría
	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	Sin categoría
	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Protección especial
	<i>Icterus bullocki</i>	Calandria cejas naranjas	Sin categoría
	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado	Sin categoría
	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos mexicano	Sin categoría
	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	Sin categoría
	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona canela	Sin categoría
	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Protección especial
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	Sin categoría
	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas gritón	Sin categoría
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	Sin categoría
	<i>Passerina versicolor</i>	Colrin morado	Sin categoría
	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	Sin categoría
	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	Sin categoría
	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canelo	Sin categoría
	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja	Sin categoría
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	Sin categoría
	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	Sin categoría
	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	Sin categoría
	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared sinaloense	Sin categoría
	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira puerquito	Sin categoría
	<i>Trogon citreolus</i>	Coa citrina	Sin categoría
<i>Trogon elegans</i>	Coa elegante	Sin categoría	
<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	Sin categoría	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	Sin categoría	

\*Categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010: (Pr) Protección especial; (P) Peligro de extinción; (A) Amenazada

## Búsqueda e inhabilitación de nidos y madrigueras

Como resultado de los muestreos de campo, se observaron 15 madrigueras y 11 nidos en el área del proyecto (ver siguiente figura), por lo que, previo al inicio de actividades de preparación de sitio, se realizará un recorrido para verificar la actividad de los nidos y madrigueras identificados,

ya que aquellos que se encuentren inactivos deberán ser inhabilitados para evitar el refugio o anidación de fauna una vez que inicien las actividades de desmonte.

En caso de encontrarse polluelos o crías (madrigueras), los sitios serán marcados o acordonados para dar seguimiento a la madurez de los individuos y poder inhabilitar los nidos o madrigueras una vez que estos los abandonen. Los resultados obtenidos de la actividad se registrarán en una **Bitácora de manejo de nidos y madrigueras**.

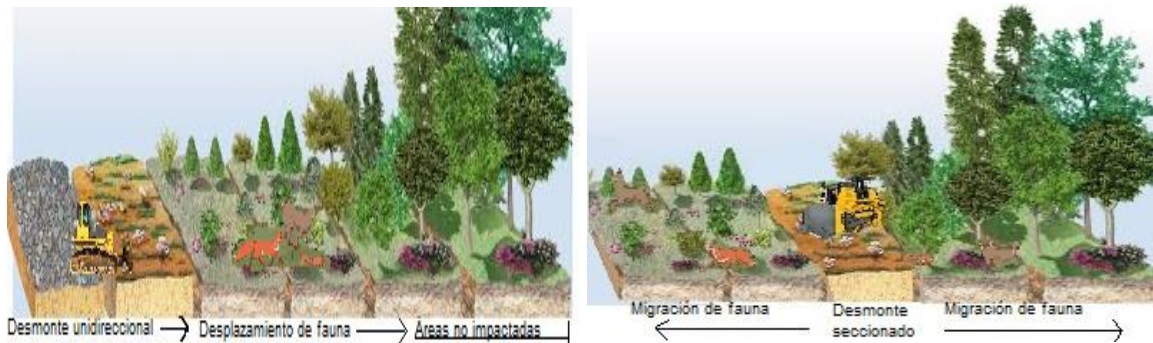


**Figura VI.6 Nidos y madrigueras observados en el área del proyecto.**

### **Desmonte y despalde dirigidos**

La remoción de la vegetación inducirá indirectamente el movimiento de los individuos de fauna silvestre hacia zonas con mayor cobertura vegetal, por lo cual, las actividades de desmonte y despalde se realizarán de forma unidireccional, con la intención de favorecer el desplazamiento de los individuos de forma ordenada y así evitar la dispersión en el área del proyecto donde

posteriormente quedarán vulnerables como se muestra en la siguiente figura (anexa en formato digital).



**Figura VI.7 Desplazamiento de fauna durante el desmonte.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Además de ser unidireccional, el desmonte deberá ser dirigido hacia zonas con mayor vegetación evitando el aislamiento de los individuos dentro del área del proyecto.

### **Manejo de fauna silvestre**

El manejo de la fauna silvestre estará orientado a la selección de los procedimientos y actividades más adecuados para permitir la sobrevivencia de los individuos presentes en el área del proyecto generando la menor cantidad de estrés posible, así como la reincorporación de los individuos en otro hábitat de una manera ordenada y con la mayor posibilidad de adaptación.

#### Ahuyentamiento de fauna silvestre

Busca generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental a la fauna impulsando así su migración, por sus propios medios, hacia otros lugares sin disturbios. El ahuyentamiento en el área del proyecto deberá ser dirigido hacia zonas con mayor cobertura vegetal, para evitar en medida de lo posible que la fauna se desplace hacia las zonas urbanas cercanas, carreteras o caminos y/o frentes de trabajo con maquinaria en operación. Todas las especies que sean observadas durante las actividades de ahuyentamiento serán registradas en una **Bitácora de ahuyentamiento/avistamiento**.

### Rescate de fauna silvestre





El rescate está orientado a las especies de lento desplazamiento que puedan permanecer en el área del proyecto después de las acciones de ahuyentamiento y que corran riesgo de atropellamiento o lesiones durante las actividades. Una vez atrapados los individuos, se les realizará una revisión física, verificando que no presenten deshidratación, desnutrición y/o lesiones físicas y serán registrados en una **Bitácora de Rescate**.

### Resguardo y reubicación de fauna

Para el traslado de los individuos hacia los sitios de reubicación, estos se colocarán en contenedores adecuados de acuerdo a la especie a resguardar. Para que los sitios de reubicación permitan la sobrevivencia de los ejemplares rescatados, deberán tener condiciones bióticas y abióticas similares a las de los sitios de captura.

A continuación se presentan las técnicas de manejo propuestas para cada grupo faunístico observado en el área del proyecto además, las especificaciones de cada técnica se describen en el **Anexo VI.1**.

Tabla VI.7 Métodos de manejo recomendados por grupo faunístico.

Grupo faunístico	Tipo de ahuyentamiento	Técnica de rescate recomendada	Contenedor	Tipo de liberación	
Anfibios	Estímulos sonoros. Estímulos mecánicos.	Manual. Red de cabo de madera.	Sacos de manta humedecidos. Contenedores plásticos con orificios de respiración con sustrato humedecido.	Manual.	
Reptiles no venenosos	Estímulos sonoros. Estímulos mecánicos.	Manual. Trampas de caída.	Sacos de manta o contenedores plásticos con orificios de respiración.	Manual.	 
Reptiles venenosos	Estímulos sonoros. Estímulos mecánicos.	Uso de herramientas herpetológicas.	Contenedores plásticos con orificios de respiración, rotulados con la peligrosidad de la especie.	Herramientas herpetológicas.	

<p>Mamíferos pequeños</p>	<p>Estímulos sonoros. Estímulos mecánicos.</p>	<p>Manual (con guantes de protección). Trampas tipo "Sherman".</p>	<p>Sacos de manta.</p>	<p>Manual con guantes de protección.</p>	
<p>Mamíferos medianos</p>	<p>Estímulos sonoros.</p>	<p>Trampas tipo "Tomahawk".</p>	<p>Transporte en las trampas Tomahawk protegidas de la insolación.</p>	<p>Apertura de trampas.</p>	
<p>Aves</p>	<p>Estímulos sonoros.</p>	<p>Manual (únicamente en casos de individuos atrapados o lesionados).</p>	<p>Resguardo temporal en sitio seguro hasta su rehabilitación.</p>	<p>Manual.</p>	



Una vez capturados los individuos serán transportados al área propuesta para reubicación, la cual es el área denominada San José de Lumber, donde se pretende establecer un área de conservación como parte de la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada visualizada como una medida de compensación a los impactos ambientales ocasionados por el proyecto. En la siguiente figura (también anexa en formato digital) se muestra la ubicación geográfica de los polígonos de reubicación.

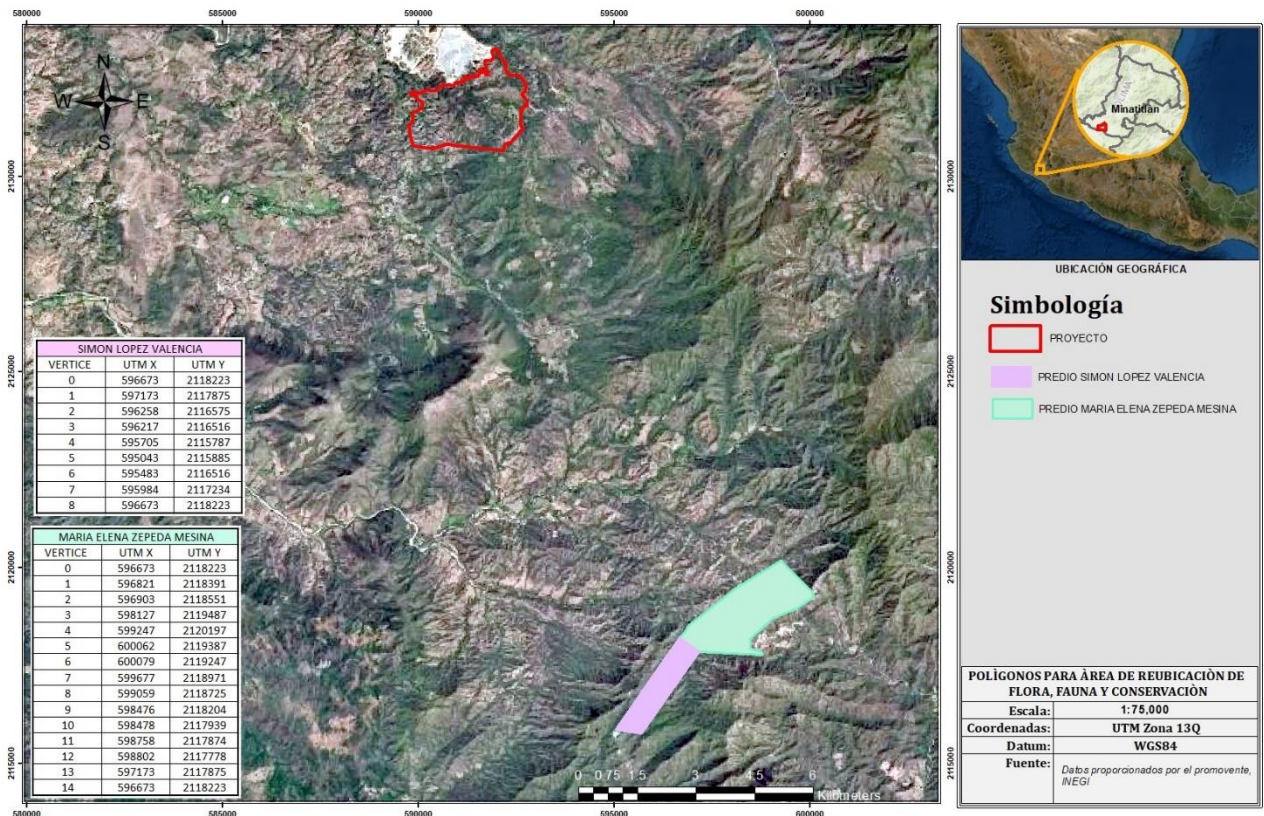


Figura VI.8 Ubicación geográfica del área propuesta para la reubicación de fauna (San José de Lumber).

Una vez en los sitios de reubicación, se tomará evidencia fotográfica de la liberación de cada uno de los individuos vivos y en buenas condiciones físicas, además se tomarán las coordenadas geográficas y características del sitio para poder registrar en una **Bitácora de Reubicación**.

## Capacitación del personal para protección de la fauna

Como refuerzo para la adecuada implementación del **Programa de Manejo de Fauna**, se realizará la capacitación al personal involucrado en el proyecto, para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que se deberán ejecutar las actividades en función de la protección de la fauna silvestre. Entre los temas que se deberán abordar en las capacitaciones estarán los siguientes:

- Diversidad e importancia de la fauna silvestre de la zona.
- Actividades que generen impactos negativos a la fauna.
- Especies vulnerables en el área del proyecto y su forma de protección.
- Prohibición de caza, captura, extracción o comercialización de fauna silvestre.
- Protocolos de acción al encontrar fauna atrapada, herida o peligrosa en los frentes de trabajo.

Aunado a las capacitaciones al personal, se colocará señalización prohibitiva, restrictiva e informativa sobre actividades que afecten a la fauna silvestre, incluyendo el establecimiento del límite máximo de velocidad.

## Indicadores ambientales

Para corroborar la correcta aplicación de las medidas propuestas y su eficiencia para alcanzar las metas y objetivos planteados en el presente programa, se recopilará información periódicamente que contenga los datos necesarios para la generación de los indicadores ambientales. En la siguiente tabla se presentan los indicadores de realización y eficiencia, así como la documentación necesaria requerida para el **Programa de Manejo de Fauna**.

**Tabla VI.8 Indicadores ambientales del Programa de Manejo de Fauna. (Anexa en formato digital)**

Indicadores de realización	Indicadores de eficiencia	Punto de comprobación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de nidos y madrigueras observados.</li> <li>• Número de nidos y madrigueras inhabilitados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de individuos vivos reubicados respecto a los rescatados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácora de Manejo de Nidos y madrigueras.</li> <li>• Bitácora de avance de desmonte.</li> </ul>

Indicadores de realización	Indicadores de eficiencia	Punto de comprobación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de individuos ahuyentados/avistados por especie.</li> <li>• Número de individuos rescatados por especie.</li> <li>• Número de individuos reubicados por especie.</li> <li>• Número de capacitaciones para la protección de la fauna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de sobrevivencia durante las actividades de rescate.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácora de ahuyentamiento/avistamiento.</li> <li>• Bitácora de rescate.</li> <li>• Bitácora de reubicación.</li> <li>• Listas de asistencia a capacitaciones.</li> <li>• Evidencia fotográfica de cada actividad.</li> </ul>

### **Análisis de procesamiento de datos**

Para determinar el éxito y cumplimiento de las metas establecidas en el **Programa de Manejo de Fauna** se analizarán, procesarán e interpretarán los datos obtenidos de los indicadores ambientales y la documentación de comprobación, con lo que se determinará si las medidas aplicadas son suficientes para lograr los objetivos y metas establecidas.

### **Medidas de urgente aplicación**

En caso de que los indicadores de eficiencia reporten un parámetro menor al 80% de sobrevivencia, o que los individuos muestren signos de enfermedades o lesiones, así como incidencia en lesiones físicas incidentales a la fauna, se implementarán las siguientes medidas de urgente aplicación:

- Disminución de tiempos de confinamiento después de la captura.
- Implementación de medidas correctivas en los procedimientos de captura y manejo de los individuos.
- Mejorar los contenedores para transporte de los individuos para disminuir el estrés de captura.
- Modificación de horarios de liberación.
- Ingreso de mayor número de especialistas en las brigadas de rescate.

### VI.6.3. Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada

#### Introducción

Como se mencionó en el Capítulo V, la naturaleza del proyecto generará una serie de impactos ambientales negativos, los cuales en su mayoría podrán ser prevenidos y mitigados de forma satisfactoria con la aplicación de los programas ambientales y las medidas adicionales propuestos; sin embargo, se identificaron algunos impactos ambientales que se manifestarán de forma permanente como es el caso de la modificación del relieve, modificación del paisaje natural y la modificación del patrón hidrológico, y para ellos se tiene prevista la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada como una medida de compensación ante dichos impactos, así como para aquellos identificados como acumulativos.

Aunado a la compensación de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto, la promovente pretende establecer una propuesta integral que muestre su compromiso con el ambiente a través de dos áreas específicas para la compensación de los impactos ambientales.

La primera se plantea a partir de cuatro ejes ambientales los cuales son: conservación y protección del sitio de anidación de la especie *Eupsittula canicularis*, educación ambiental bajo distintas temáticas, reproducción de especies vegetales bajo alguna categoría de riesgo listadas en la modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y comunes tropicales, y la restauración de sitios degradados. Mientras que la segunda se enfoca en la protección, conservación y mantenimiento de un área no degradada.

En la siguiente figura (anexa en formato digital) se presenta el esquema general de trabajo de la Propuesta Integral de Conservación Biológica, donde se muestran además los ejes rectores de la Estrategia Mexicana de Conservación para las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

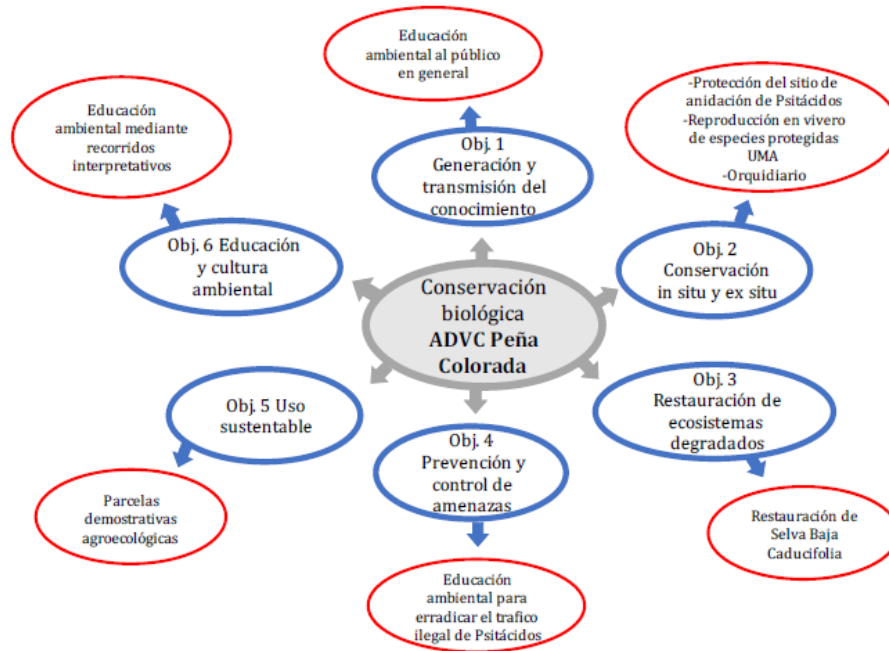


Figura VI.9 Diagrama de la Propuesta Integral de Conservación Biológica.

### Objetivo general

Compensar los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto a través de la implementación de una propuesta integral de conservación biológica en diferentes áreas con cuatro ejes rectores: conservación, restauración, educación ambiental y propagación de especies vegetales.

### Objetivos particulares

Se plantean los siguientes objetivos particulares:

- Inducir la conservación de especies de psitácidos registrados en el área y con distribución potencial.
- Conservar la variabilidad de especies de flora con interés regional distribuidas en el área del proyecto.
- Desarrollar una conciencia ambiental en torno a la problemática ambiental de la zona y la forma de protección de cada componente ambiental.

- Inducir la restauración de sitios degradados por actividades pecuarias.

### **Metas**

- Tener para el 2023 un centro integral de conservación para compensar los impactos del proyecto ACIP terminado.
- Iniciar con las actividades de restauración en las áreas degradadas por la ganadería en el año 2021.
- Primer semestre de 2022 desarrollo de un plan de manejo del proyecto de conservación, así como las estrategias de protección de Psitácidos y programa de educación ambiental.
- Segundo semestre de 2022 formalización del proyecto mediante la certificación ante la dependencia gubernamental ambiental correspondiente.
- En 2022 iniciar con el proyecto constructivo, etapa I con planos, levantamiento topográfico y mecánica de suelos.
- Segundo semestre de 2022 etapa II, iniciar con la ejecución constructiva del proyecto, infraestructura de oficinas, vivero, senderos, etc.

### **Responsable del desarrollo de la propuesta**

El responsable de la ejecución y desarrollo de la propuesta será la **promovente** a través del responsable ambiental y el personal técnico especializado en cada área. Las actividades programadas para el desarrollo deberán ser coordinadas por el responsable ambiental quien garantizará que el personal que se desempeñe en el proyecto cumpla con las medidas de conservación, educación, manejo y restauración de cada área específica.

### **Acciones específicas**

Para el cumplimiento de los objetivos y las metas de la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada, se implementarán las siguientes acciones específicas:

### Área de restauración, protección de sitios de anidación y reubicación de UMA “Peña Colorada”

- Protección y acondicionamiento del sitio de anidación de una especie avistada (*Eupsittula canicularis*) y una especie con distribución potencial (*Amazona finschi*) listadas en la modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en protección especial (Pr) y en Peligro de extinción (P) respectivamente.
- Reproducción y mantenimiento de especies de flora catalogadas en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés regional, así como el resguardo temporal de vegetación de rescate.
- Impartir educación ambiental mediante recorridos interpretativos y parcelas demostrativas de sistemas agroecológicos.
- Restaurar sitios degradados por actividades ganaderas.

### Área destinada a la conservación.

- Protección y manejo de un área destinada a la conservación incluyendo la reubicación de flora y fauna rescatada a partir del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Programa de Manejo de Fauna del proyecto.

### **Metodología**

### **Área de restauración, protección de sitios de anidación y reubicación de UMA “Peña Colorada”**

#### **Protección y acondicionamiento del sitio de anidación de psitácidos.**

A pesar de su gran diversidad, los psitácidos son uno de los grupos biológicos más amenazados a nivel nacional (SEMARNAT, 2002) e internacional (BirdLife International, 2000), pues son especies que han estado sujetas por mucho tiempo al tráfico legal e ilegal para el mercado de mascotas (Iñigo & Ramos 1991, Cantú-Guzmán et al. 2007), y a la pérdida o degradación de su hábitat.

Cabe destacar que, tanto en el área del proyecto como en el área destinada a la protección se ha registrado la especie *Eupsittula canicularis*, por lo que las acciones de protección y

conservación se dirigen principalmente a esta especie; sin embargo, la especie *Amazona finschi*, aun cuando no ha sido registrada en los muestreos del área del proyecto, se distribuye potencialmente en la zona, por lo que las acciones de la Propuesta Integral servirán para preservar y proteger a los individuos que pudieran presentarse en el área.

Para fomentar la anidación de las especies incluidas en la propuesta, se considera inicialmente el establecimiento de monitoreos periódicos que permitan evaluar y conocer la dinámica de las poblaciones, así como los requerimientos de anidación (ecología de anidación) de las especies.

Una vez que se realicen los monitoreos y el análisis de los resultados, se valorará la aplicación de las posibles actividades de apoyo que requieran las especies, entre las que se contemplan la instalación de nidos artificiales hechos de cajones de madera, PVC o de secciones de troncos de palma huecos, además se plantea dejar un porcentaje de árboles muertos en pie por hectárea de bosque que permitan encontrar refugio y posibles zonas de anidamiento a la especies.

En cuanto a los hábitos alimenticios, la especie *Eupsittula canicularis* es considerada granívora y frugívora, debido a que su dieta incluye semillas de especies vegetales de los géneros *Ficus*, *Bursera*, *Brosimum* y especies de flores de *Gliricidia* y *Combretum*, por lo que se fomentará el enriquecimiento de estas especies.

#### **Reproducción de especies de flora bajo alguna categoría de riesgo.**

Se contempla la construcción de un vivero con capacidad de 80,000 plantas reproducidas por año, donde se trabajará con 13 especies protegidas por la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies comunes tropicales y aquellas especies incluidas en los programas de rescate de los proyectos asociados a la Unidad Minera “Peña Colorada” incluyendo el proyecto.

La UMA “Peña Colorada” registrada en el 2012, cuenta con un número de registro SEMARNAT-UMA-IN-097-COL/2012; sin embargo, como parte del desarrollo del proyecto, es necesario replantear la reubicación de una parte de esta UMA, implementando el vivero



en una zona con uso de suelo de pastizal inducido, por lo que dicha infraestructura será formalizada en una modificación al plan de manejo en la modalidad superficie.

El sistema de producción que se pretende realizar será un combinado tradicional con bolsas de polietileno y contenedores bajo un sistema de riego automatizado por microaspersión. Actualmente la UMA “Peña Colorada” cuenta con la reproducción de 78 especies comunes tropicales y 13 especies protegidas de las cuales se pretende continuar su reproducción y se enlistan en la siguiente tabla (anexa en formato digital).

**Tabla VI.9 Especies en categoría de riesgo que serán reproducidas en el vivero propuesto.**

ID	Especie	Nombre común	Estatus de protección en NOM-059-SEMARNAT-2010.
1	<i>Dalbergia congestiflora</i>	Tampicirán	Peligro de extinción (P)
2	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Granadillo	Peligro de extinción (P)
3	<i>Sideroxylon cartilagineum</i>	Huizilacate	Peligro de extinción (P)
4	<i>Astronium graveolens</i>	Culebro	Amenazada (A)
5	<i>Zamia loddigessi</i>	Palmila	Amenazada (A)
6	<i>Callophyllum brasiliense</i>	Árbol María	Amenazada (A)
7	<i>Sideroxylon capire</i>	Capire	Amenazada (A)
8	<i>Chameadora pochutlensis</i>	Chameadora	Amenazada (A)
9	<i>Sapium macrocarpum</i>	Higuerilla brava	Amenazada (A)
10	<i>Sloanea terniflora</i>	Ajuatoso	Protección especial (Pr)
11	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Protección especial (Pr)
12	<i>Populus guzmanantesis</i>	Álamo	Protección especial (Pr)
13	<i>Cnidioscolus autlanensis</i>	Chicle	Protección especial (Pr)

Cabe señalar que el diseño del vivero está bajo la planeación de algunos de los criterios de la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016 CERTIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN DE VIVEROS FORESTALES, por lo que básicamente se compondrá de 4 partes fundamentales: Sección de envasado, Sección de semilleros, Sección de crecimiento y sección administrativa y se considerarán las siguientes instalaciones:

1. Camino de acceso y área al vivero y área de reproducción transitable.
2. Protecciones periféricas en el área de producción.
3. Área de oficinas y servicios.

4. Fuentes de abastecimiento permanentes de energía eléctrica y agua.
5. Patio de maniobras con piso de concreto para la preparación de sustratos.
6. Área de producción de planta sin vegetación arbórea o arbustiva equipada para cada tipo de producción.
7. Plantabandas.
8. Almacigos fijos o móviles.

### Educación ambiental

En materia ambiental, la educación desempeña un rol esencial para prevenir y erradicar los problemas ambientales que actualmente abaten a la humanidad, a partir del fomento de la participación y cooperación consciente de los actores que involucran el proceso de conservación del medio ambiente, de modo que se logre armonizar eficientemente la relación entre la sociedad y la naturaleza.

Por lo anterior, se propone una serie de acciones para favorecer la conciencia ambiental, lo cual requiere considerar elementos como la importancia de lo local y las necesidades inmediatas de la población como punto de partida, el constructivismo y la experimentación como estrategias metodológicas activas que permitan al participante acercarse al medio natural de una forma multisensorial.

En el marco de los programas de educación ambiental se consideran dos tipos, de divulgación, aquellos que facilitan información sobre temas generales del medio natural por medio de prácticas divertidas y atractivas, y los programas de concientización que buscan crear conciencia en la población para que ésta lleve a cabo acciones que le permitan enfrentar la problemática ambiental en el contexto inmediato.

Como parte de las actividades de la propuesta de educación ambiental se contempla lo siguiente:

### *Parcelas demostrativas (Sistema agroecológico)*

En el área seleccionada para la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada se encuentran establecidos cultivos de aguacate y café, mismos que serán habilitados como parcelas demostrativas de educación ambiental como herramientas didácticas, el objetivo es construir conocimiento sobre cultivos orgánicos y las interacciones con otras especies nativas. El establecimiento de parcelas demostrativas es el mejor método de enseñanza a los lugareños productores, los resultados de ensayos de técnicas nuevas y antiguas servirán para cambiar la perspectiva del productor sobre un tema en especial, en este caso sobre cultivos y plaguicidas.

### *Orquideario*

El orquideario tiene como objetivo resguardar ejemplares permanentemente con fines de exhibición y educación; las orquídeas de la colección serán rescatadas de los proyectos autorizados para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, además se incluirá especies protegidas, raras, endémicas y exuberantes características de la zona que, a largo plazo pueda ser una colección de referencia para la comunidad científica de donde se generen investigaciones ecológicas, taxonómicas, etc.

En la siguiente tabla se incluyen las especies de orquídeas que se distribuyen naturalmente en la microcuenca de Minatitlán, las cuales son las especies potenciales a incluir en la colección del orquideario.

**Tabla VI.10 Especies potenciales a incluir en la colección del orquideario.**

ID	Especie	ID	Especie
1	<i>Bakeria obovata</i>	20	<i>Ionopsis utriculariodes</i>
2	<i>Bakeria palmeri</i>	21	<i>Isochilus amparuanus</i>
3	<i>Campylocentrum porrefum</i>	22	<i>Laelia rubescens</i>
4	<i>Campylocentrum micranthum</i>	23	<i>Lophiaris bicallosa</i>
5	<i>Campylocentrum porrectum</i>	24	<i>Lycaste aromatica</i>
6	<i>Catasetum pendulum</i>	25	<i>Meyracillium wendlandii</i>
7	<i>Catleya aurantiaca</i>	26	<i>Mormodes badia</i>
8	<i>Cohniella cebolleta</i>	27	<i>Myrmecophila sp.</i>
9	<i>Encyclia chacaoensis</i>	28	<i>Notylia sp.</i>

ID	Especie	ID	Especie
10	<i>Encyclia spatella</i>	29	<i>Notylia barkeri</i>
11	<i>Encyclia trachycarpa</i>	30	<i>Notylia orbicularis</i>
12	<i>Epidendrum altissimum</i>	31	<i>Oncidium altissimum</i>
13	<i>Epidendrum ciliare</i>	32	<i>Oncidium cebolleta</i>
14	<i>Erycina echinata</i>	33	<i>Oncidium leleui</i>
15	<i>Guarianthe aurantiaca</i>	34	<i>Oncidium suave</i>
16	<i>Guarianthe skinneri</i>	35	<i>Prosthechea chacaoensis</i>
17	<i>Hexadesmia sessilis</i>	36	<i>Prosthechea condylobulbon</i>
18	<i>Hexisea bidentata</i>	37	<i>Prosthechea lancifolia</i>
19	<i>Hexisea imbricata</i>	38	<i>Trichocentrum cebolleta</i>

### *Senderos por los diferentes tipos de vegetación*

Los senderos interpretativos, también se consideran como un pequeño camino o huella que permite recorrer con facilidad un área determinada ya que serán cortos y su objetivo será mostrar la flora, fauna y otros valores medioambientales del entorno. Los senderos permitirán el contacto directo de los visitantes con los valores sobre los cuales se quiere dar un mensaje en este caso la conservación de la biodiversidad. Cabe destacar que el estrato arbóreo no será impactado, además que se pretende revestir los senderos con algún material permeable que permita la filtración del agua y detenga la erosión del suelo.

### *Jardín de polinizadores*

Los polinizadores son esenciales en nuestro ambiente ya que son los animales quienes ayudan en la reproducción de más del 80% de las plantas con flores del mundo. Como una forma de ayudar a los polinizadores de la región a afrontar estas amenazas se propone la creación de pequeños jardines para polinizadores con plantas nativas y sin insecticidas que incluyan las plantas que los polinizadores requieren para su dieta y otras en donde se puedan reproducir.

Finalmente la infraestructura del área de compensación estará dividida en tres secciones con diferentes características. Cabe destacar que la construcción no será invasiva y estará construida de forma amigable con el ambiente; es decir no se derribarán árboles, no se removerá suelo debido a que las instalaciones serán elevadas respetando las rocas enormes

características del paisaje, el material principal para la infraestructura será acero con techos diseñados para captación de agua pluvial, se equipara sistema de captación de energía solar y las aguas residuales de las áreas de servicios serán depositadas en biodigestores. En el **Anexo VI.2** se integra un video que contiene el prototipo de las instalaciones de la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada.

En la siguiente figura (Anexa en formato digital) se presenta la ubicación y zonificación del área propuesta para la compensación de los impactos ambientales potenciales a generar por el desarrollo del proyecto.

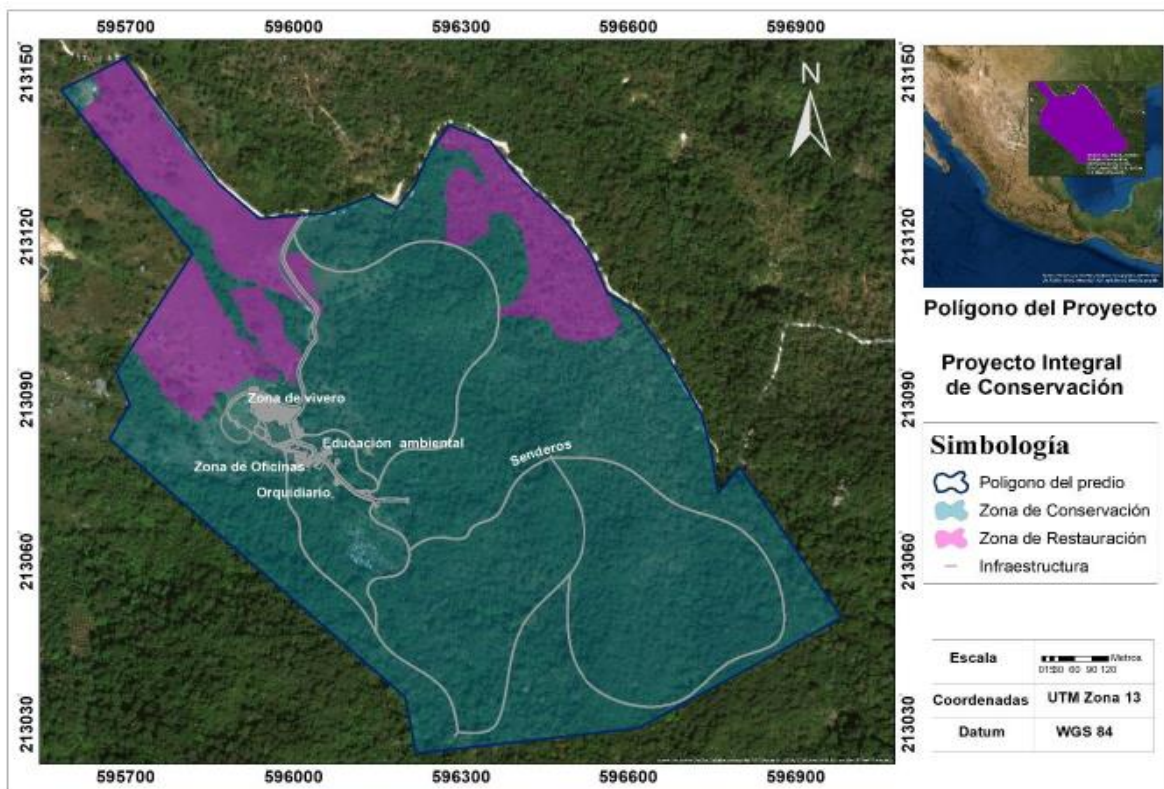


Figura VI.10 Zonificación del área de compensación.

En la siguiente tabla (anexa en formato digital), se presentan las coordenadas geográficas del área propuesta para la compensación que cuenta con una superficie de 91.44 ha.

Tabla VI.11 Coordenadas UTM del sitio propuesto para las actividades de compensación.

Vértice	Coord_X	Coord_Y	Vértice	Coord X	Coord Y
0	595690.49	2131525.72	16	596781.08	2130764.60
1	595839.98	2131330.26	17	596935.76	2130463.91
2	595939.14	2131231.73	18	596581.03	2130250.91
3	596020.33	2131247.65	19	596481.03	2130250.91
4	596089.18	2131244.95	20	596277.40	2130242.71

Vértice	Coord_X	Coord_Y	Vértice	Coord X	Coord Y
5	596131.53	2131277.91	21	596245.09	2130264.20
6	596176.53	2131271.49	22	596238.02	2130233.89
7	596250.41	2131360.21	23	596188.81	2130366.82
8	596272.04	2131406.65	24	595703.27	2130787.12
9	596299.45	2131407.88	25	595739.45	2130857.39
10	596380.01	2131362.88	26	595688.18	2130939.56
11	596496.46	2131231.44	27	595825.69	2131171.05
12	596635.86	2131052.78	28	595579.87	2131466.07
13	596728.65	2130876.23	29	595690.19	2131525.72
14	596740.43	2130784.35			
15	596757.14	2130788.13			

## Área destinada a la conservación

### Protección y manejo de un área destinada a la conservación

Como se mencionó anteriormente en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada contempla un área destinada a la conservación, en la cual se plantean una serie de acciones enfocadas a la conservación de los servicios ambientales que proveen dos polígonos ubicados a 15.5 km del proyecto, con una superficie total de 547.7 hectáreas y que en conjunto cuentan con tres tipo de vegetación: 24.84% de Bosque de encino, 65.04% de vegetación arbustiva de bosque de encino y 10.12% de vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

Para llevar a cabo un manejo adecuado del área de conservación, se plantea un Plan de acción de conservación potencial del sitio el cual considera tres ejes medulares, los cuales se presentan en la siguiente figura.

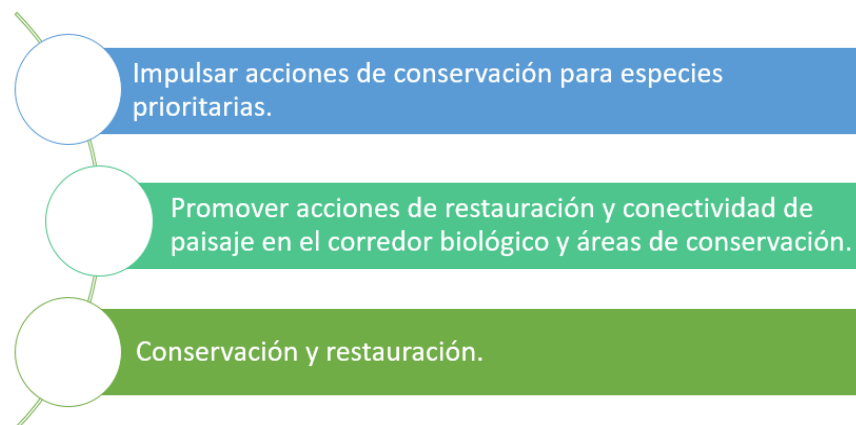


Figura VI.11 Ejes del Plan de Acción de Conservación.

Entre las principales prácticas para llevar a cabo un manejo adecuado del área de conservación, proponen las siguientes:

- Se llevará a cabo un inventario ambiental para realizar una descripción más detallada del sitio y determinar la dinámica de las poblaciones, así como identificar las necesidades y la problemática.
- Establecimiento de brechas cortafuego para la prevención y control de incendios forestales.
- Construcción de obras de conservación de suelo, en las zonas con pendientes pronunciadas como presas de gaviones, morillos, zanjas trinchera, etc.
- Estabilización de los taludes a través de revegetación por hidrosiembra o suavización de las pendientes, con la finalidad de evitar deslizamientos de suelo o derrumbes y reducir la velocidad de los escurrimientos superficiales, minimizando de esta forma la erosión.
- Reubicación de la flora rescatada incluida en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora del proyecto, así como reubicación de fauna silvestre incluida en el Programa de Manejo de Fauna.
- Establecimiento de un monitoreo de felinos para promover estrategias de conservación y protección.
- Identificar y analizar la problemática causada por el hongo *Phytophthora sp.*, en el área de conservación y promover estrategias para su control.
- Realizar la restauración de las áreas que así lo necesiten como, zonas con pendientes pronunciadas degradadas por la erosión, caminos y áreas con poca vegetación.

En la siguiente figura (anexa en formato digital), se muestran las principales actividades que se pretenden realizar en el área de conservación.





A grandes rasgos, los residuos sólidos urbanos que sean generados serán manejados de conformidad con el procedimiento denominado “Lineamientos para el manejo de residuos en el área de generación, clave CIAA-4.4.6/1”, documentados dentro del SGA implementado mediante la norma internacional ISO 14001:20041 y certificado por la British Standard Institute. Mientras que los residuos que sean generados en la etapa constructiva, tales como varillas, soldadura, chatarra, cartón, plásticos, etc. serán retirados por empresas contratistas, ya que las áreas de trabajo se exigirá que permanezcan limpias y ordenadas.

Contemplando las diferentes actividades y materiales que podrían utilizarse durante el desarrollo del proyecto, se prevé que los residuos a generar sean los siguientes:

**Tabla VI.12 Residuos que podrían generarse en el proyecto. (Anexa en formato digital)**

Tipo de residuo <sup>2</sup>	Clasificación	Descripción
<b>Residuos sólidos urbanos</b>	Orgánicos	Residuos de comida como restos de frutas, verduras, carnes, salsas y semillas.
	Inorgánicos	Aluminio, plástico, vidrio, etc.
<b>Residuos de Manejo Especial</b>	Construcción	Varillas, concreto, madera.
<b>Residuos peligrosos</b>	Materiales impregnados con residuos peligrosos	Envases y embalajes de sustancias químicas e hidrocarburos.
		Materiales impregnados utilizados en mantenimientos correctivos y atención de fugas o derrames en el eventual caso de falla mecánica.

### Objetivo general

Prevenir la contaminación del suelo mediante la implementación de un manejo adecuado para cada tipo de residuo a generar en el proyecto.

### Objetivos particulares

- Establecer un protocolo de acción a implementar para cada tipo de residuo generado por el proyecto.

<sup>1</sup> Este Sistema forma parte del Sistema de Gestión Integral documentado mediante la guía PAS 99.

<sup>2</sup> Clasificación de residuos que serán generados en el proyecto (LGPGIR, 2021).

- Mantener todas las áreas de trabajo permanentemente limpias de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto.
- Contar con espacios acondicionados específicos para el almacenamiento temporal de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto.
- Evitar dispersión de residuos en el área de generación mediante clasificación y separación de acuerdo a las normas y aplicaciones legales en materia de residuos y criterios de buenas prácticas ambientales.
- Disminuir el porcentaje de residuos generados en la preparación de sitio y construcción con disposición final, optando por el reciclaje y reutilización de ellos.

### **Metas**

- Disponer, en un lugar autorizado, el 100% de los residuos sólidos urbanos generados en los frentes de trabajo durante en desarrollo del proyecto.
- Disponer, el 100% de los residuos peligrosos generados, en sitios autorizados con preferencia al co-procesamiento, reciclaje o reutilización.
- Disponer el 100% de las aguas residuales de sanitarios portátiles en sitios autorizados para su tratamiento.

### **Responsable del desarrollo del programa**

El responsable de la ejecución y desarrollo del programa será la promotora, a través del responsable ambiental quien, a su vez, asegurará que todo el personal que se desempeñe en el proyecto cumpla con las medidas de manejo de los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto.

### **Medidas específicas**

Para cumplir con las metas y objetivos establecidos en el **Programa de Manejo Integral de Residuos**, se proponen las siguientes medidas específicas:

- Recolección y clasificación de residuos en el sitio de generación.
- Almacenamiento temporal de residuos de acuerdo con su clasificación.
- Manejo de aguas residuales provenientes de sanitarios portátiles.
- Manejo de residuos de concreto del proceso constructivo.
- Disposición de residuos de acuerdo con su clasificación.
- Capacitación del personal en temas de manejo de residuos.

## Metodología

### Recolección y clasificación de residuos en el sitio de generación

Los residuos sólidos urbanos y peligrosos que se generen durante el desarrollo del proyecto, serán separados y clasificados en los sitios de generación y se colocarán en contenedores identificados de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla VI.13 Recolección y clasificación de residuos en los sitios de generación. (Anexo en formato digital)**

Residuo	Descripción	Lugar de clasificación	Tipo de contenedor <sup>3</sup>
Orgánicos	Residuos de comida, restos de frutas, etc.	Frentes de trabajo. Áreas de comedores.	Contenedor plástico o metálico de color verde, con tapa y rotulado.
Inorgánicos	Papel y cartón.	Frentes de trabajo activos. Áreas de oficina.	Contenedor plástico o metálico de color amarillo y rotulado.
	Metal y aluminio.	Áreas de comedores. Frentes de trabajo activos.	Contenedor plástico o metálico de color azul y rotulado.
	Plástico (PET)	Áreas de comedores. Frentes de trabajo activos.	Contenedor plástico o metálico de color azul marino con tapa o súper sacos anclados al suelo, rotulados.
	No reciclables.	Áreas de comedores.	Contenedor metálico de 200 l de color gris con tapa y rotulado.
Residuos peligrosos	Materiales impregnados.	Frentes de trabajo activos. Áreas de mantenimiento de vehículos automotores.	Contenedor metálico de 200 l color rojo, con tapa y sobre una base impermeable rotulado para Residuos Peligrosos.

<sup>3</sup> Tomando en cuenta la Guía de diseño para la identificación gráfica de manejo integral de residuos sólidos urbanos de la SEMARNAT.

Una vez que los contenedores descritos en la tabla anterior se encuentren al 80% de su capacidad, se procederá al traslado de los residuos en un almacén temporal que, de acuerdo al tipo de residuos, contará con las condiciones necesarias para evitar su dispersión.

### Almacenamiento temporal de residuos de acuerdo con su clasificación.

Los acopios temporales para residuos orgánicos, inorgánicos valorizables e inorgánicos no valorizables, serán tolvas de almacenamiento como se ejemplifica en la siguiente figura (anexa en formato digital), o bien, áreas delimitadas y perfectamente señalizadas para cada clasificación, además contarán con infraestructura y características necesarias para proteger los residuos hasta su disposición.



Figura VI.13 Ejemplo de tolvas para el almacenamiento de residuos.

Fuente: Obtenida de internet.

Los **residuos peligrosos** serán trasladados a un Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP), donde serán colocados en recipiente ya clasificados y rotulados adecuadamente de acuerdo a su peligrosidad e incompatibilidad, de tal forma que puedan prevenirse fugas, derrames, explosiones e incendios. En la siguiente figura se presenta un ejemplo de ATRP, la cual se presenta anexa en formato digital.



**Figura VI.14 Ejemplo de almacenes temporales de residuos peligrosos.**  
Fuente: Obtenida de internet

Una vez que se ingresen los residuos peligrosos al ATRP, se llenará una bitácora de entrada con la fecha de generación de los residuos y la identificación de cada uno de ellos. Las características del almacén y el manejo de los residuos dentro de él, cumplirán con las características básicas establecidas en el artículos 82, del reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su disposición será previo a un periodo de seis meses a partir de su generación en sitios autorizados para su manejo.

Los **residuos de manejo especial** producto de la etapa de construcción que por sus dimensiones o volumen no podrán ser colocados en contenedores (metales y madera, por ejemplo), serán transportados directamente al sitio de acopio temporal (patio de valorización de residuos) delimitado y señalizado para cada tipo de residuos que contenga, como se ejemplifica en la siguiente imagen.



**Figura VI.15 Ejemplo de acopio temporal de residuos de manejo especial.**  
Fuente: Elaboración propia

### **Manejo de aguas residuales provenientes de sanitarios portátiles**

Durante las etapas de preparación de sitio y construcción se colocarán sanitarios portátiles cerca de los frentes de trabajo activos en una proporción de uno por cada 10 trabajadores. La recolección de aguas sanitarias se realizará cada tercer día mediante una empresa autorizada para su transporte (como se ejemplifica en la siguiente figura), manejo y disposición en un sitio autorizado para su tratamiento, lo cual será documentado adecuadamente por el responsable ambiental.



**Figura VI.16 Ejemplo de limpieza de sanitarios portátiles.**  
Fuente: Elaboración propia

### Disposición de residuos de acuerdo con su clasificación

La disposición de los residuos se llevará a cabo de acuerdo a su clasificación. Los residuos **orgánicos** se destinarán al compostaje dentro de la Unidad Minera “Peña Colorada”, los residuos **inorgánicos no valorizables** serán dispuestos en un relleno sanitario autorizado, mientras que los residuos **valorizables** se entregarán preferentemente a empresas autorizadas para el manejo y disposición específica de cada residuo con preferencia a la reutilización y reciclaje.

En el caso de los residuos peligrosos su disposición será en sitios que, de preferencia lleven a cabo actividades de co-procesamiento y reutilización de los residuos ya sea dentro de la unidad minera o en centros de acopio especializados a través de empresas externas autorizadas para su manejo y transporte.

### Capacitación del personal en temas de manejo de residuos

Durante las etapas de preparación de sitio y construcción se implementarán capacitaciones diarias al personal que se desempeñe en el proyecto para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que se deberán ejecutar las actividades en función del manejo adecuado de residuos. Entre los temas que deberán abordar en las capacitaciones se consideran las siguientes:

- Importancia y forma de segregación de los residuos.
- Formas de contaminación por residuos.
- Beneficios de la segregación de los residuos.
- Manejo de residuos de común generación.
- Manejo de fugas y derrames de hidrocarburos en el área de trabajo.

## Indicadores ambientales

Para corroborar la correcta aplicación de las medidas propuestas y su eficiencia para alcanzar las metas y objetivos planteados en el presente programa, se recopilará información periódicamente que contenga los datos necesarios para la generación de indicadores ambientales. En la siguiente tabla (también anexa en formato digital) se presentan los indicadores de realización y eficiencia, así como la documentación necesaria requerida para el **Programa de Manejo Integral de Residuos**.

**Tabla VI.14 Indicadores ambientales del Programa de Manejo Integral de Residuos.**

Indicadores de realización	Indicadores de eficiencia	Punto de comprobación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de residuos generados por tipo.</li> <li>• Cantidad de residuos valorizados por tipo.</li> <li>• Cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario por tipo.</li> <li>• Cantidad de residuos peligrosos reciclados.</li> <li>• Volumen de aguas residuales generadas en la etapa construcción.</li> <li>• Volumen de aguas residuales provenientes de sanitarios portátiles dispuestas en un sitio autorizado para su tratamiento.</li> <li>• Número de capacitaciones mensuales en tema de residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de residuos valorizados respecto a los generados.</li> <li>• Porcentaje de residuos peligrosos reciclados respecto a los generados.</li> <li>• Porcentaje de aguas residuales provenientes de sanitarios portátiles dispuestas en un sitio autorizado para su disposición final respecto a las generadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobante de retiro y disposición de residuos por tipo.</li> <li>• Bitácora de generación de residuos por tipo.</li> <li>• Permisos o autorizaciones de manejo y transporte de residuos por tipo.</li> <li>• Permisos o autorizaciones de centros de acopio, reciclaje, co-procesamiento o disposición final por tipo de residuo.</li> <li>• Listas de asistencia de capacitación de personal.</li> <li>• Evidencia fotográfica de todas las actividades.</li> </ul>

## VI.7. Medidas adicionales

Las medidas adicionales son acciones puntuales que ejecutará la promovente para prevenir y mitigar principalmente los impactos ambientales no significativos que se prevén por el desarrollo del proyecto y se describen a continuación.



### **VI.7.1. Medidas para evitar la contaminación por hidrocarburos.**

Como se mencionó en el Capítulo V, una de las actividades por las que el suelo se podría ver afectado, además de la generación de residuos, será por la contaminación ante un derrame accidental de hidrocarburos debido a la presencia de maquinaria, equipo de combustión interna y vehículos, por lo que para minimizar el riesgo de este tipo de contaminación se proponen las siguientes medidas.

- Quedará prohibido realizar mantenimientos preventivos y correctivos de maquinaria, equipo de combustión interna y vehículos sobre el suelo natural, dichas acciones se realizarán en talleres especializados o en su caso sobre plataformas o planchas de concreto en el área del proyecto.
- En todos los frentes de trabajo donde se tenga operación de maquinaria y equipo de combustión interna, así como los estacionamientos provisionales, deberán contar con un kit para la atención a derrames de hidrocarburos, además cada maquinaria y vehículo contará con su propio equipo portátil.
- Los almacenes temporales de residuos peligrosos y sustancias, contarán con una superficie impermeable y canaletas de recolección para evitar la contaminación en caso de derrames accidentales.
- Todos los tambores que en su interior contengan hidrocarburos o sustancias químicas serán colocados sobre charolas utilitarias a fin de evitar escurrimientos y que el hidrocarburo tenga contacto directo con el suelo.

### **VI.7.2. Medidas para evitar la pérdida de suelo.**

- Se realizará el desmonte y despalde gradualmente de acuerdo al avance de la obra, para evitar la exposición prolongada de suelo sin cobertura vegetal.

- En caso de ser necesario se colocará protección al suelo orgánico como costales de arena en las bases de los camellones, lonas o cualquier otro material que permita proteger el suelo resguardado contra el arrastre de la lluvia y el viento.

### **VI.7.3. Medidas para minimizar la emisión de gases de combustión**

Las emisiones de gases de combustión hacia el ambiente ocasionadas por la operación de motores durante las etapas de preparación de sitio y construcción (principalmente), producirá inevitablemente contaminación atmosférica; sin embargo, aun cuando no se pueden evitar las emisiones causadas por la maquinaria, equipo y vehículos, se proponen las siguientes medidas para minimizar la cantidad de gases emitidos a la atmósfera:

- Verificar el correcto funcionamiento de la maquinaria, equipo y vehículos antes de su operación.
- Quedará prohibido todo tipo de incineraciones de residuos o materia orgánica.
- Sustitución de vehículos y maquinaria que presenten emisiones fuera de norma.
- Previo al ingreso de las zonas de trabajo, los vehículos y maquinaria contarán con una revisión técnica que avale su buen funcionamiento.
- Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de la maquinaria, equipo de combustión interna y vehículos.

### **VI.7.4. Medidas para minimizar la emisión de polvos**

Las emisiones de polvos hacia el ambiente ocasionadas por la circulación vehicular y los movimientos de suelo durante las etapas de preparación de sitio y construcción, producirá inevitablemente contaminación atmosférica; sin embargo, aun cuando no se pueden evitar las emisiones de polvo en su totalidad, se proponen las siguientes medidas para minimizar la cantidad de emitida a la atmósfera:

- Se realizará el humedecimiento de materiales y suelo con agua tratada, previo a su transporte para evitar la emisión de polvos. Cabe señalar que no se contempla y quedará estrictamente prohibido el uso de agua proveniente de los cuerpos de agua superficiales o subterráneos para esta y cualquier otra actividad constructiva.
- Se realizarán únicamente movimientos de suelo que sean los estrictamente necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Se establecerán límites de velocidad para la maquinaria de 20 km/h y vehículos ligeros de 30 km/h.
- Se realizará riego de frentes de trabajo con movimientos de suelo.
- Adicionalmente se establecerá un monitoreo en el área del proyecto de manera semestral para determinar y monitorear la calidad del aire en cuanto a la emisión de PM10 y PM 2.5.

#### **VI.7.5. Medidas para minimizar la emisión de ruido.**

Las emisiones de ruido hacia el ambiente, ocasionadas por la operación de motores durante las etapas de preparación de sitio y construcción, producirán inevitablemente modificación al confort sonoro; sin embargo, aun cuando no se pueden evitar las emisiones de ruido, se propone la siguiente medida para minimizar la cantidad emitida al ambiente:

- Se realizará el mantenimiento preventivo periódico de la maquinaria y equipo de combustión interna, a fin de garantizar su buen estado y reducir las emisiones de ruido.
- Adicionalmente se establecerá un monitoreo de ruido semestral en cuatro colindancias del consorcio minero para determinar y monitorear las emisiones de ruido provenientes del proyecto, una vez que se realizó dicho monitoreo como una línea base antes del desarrollo del proyecto.

### VI.7.6. Medidas para restaurar las áreas impactadas.

Una vez concluidas las actividades constructivas, se llevarán a cabo trabajos de restauración en las áreas de canales, cunetas y áreas de maniobras secundarias a través de la técnica de hidrosiembra. En el caso del Dry-Stack los trabajos de restauración se realizarán durante la etapa operativa, se procederá a establecerse una cubierta progresiva, para evitar la exposición prolongada de los jales a la intemperie, la cubierta progresiva será continua puesto que la disposición de jales alcanzará su altura máxima a los 100 m.

El proceso de establecimiento de cobertura, como se describe en el Capítulo II consta de la conformación de taludes con una pendiente mínima de 0.5% y máxima de 33%, con una capa de ruptura capilar (Grava de 15-30 cm, material triturado de 30-60 cm o material de cantera sin procesar de 100 cm), y posteriormente una capa para el soporte de vegetación (arena limosa, mejorada con suelo superficial rescatado durante el despalme de 30-70 cm) y finalmente la colocación de vegetación como se muestra en la siguiente figura.

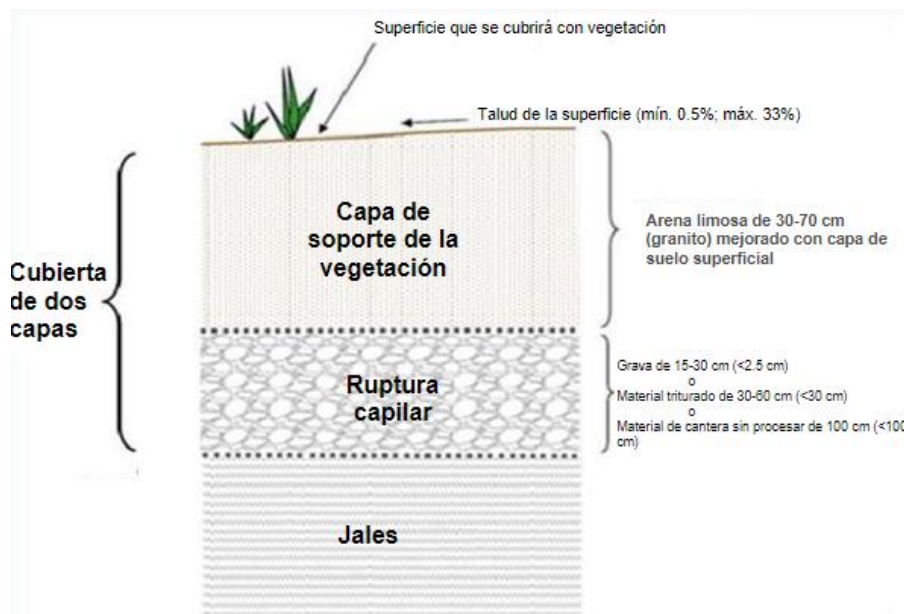


Figura VI.17 Estructura de la restauración del depósito de jales.

Las principales funciones de las capas propuestas para la restauración del Dry-Stack son las siguientes:

- La capa seca funcionará como una barrera de transporte de oxígeno y de oxígeno/agua con la finalidad de evitar el paso del oxígeno y la humedad y disminuir el riesgo de oxidación de los jales.
- La capa con aporte de materia orgánica (suelo rescatado) puede ayudar a la difusión de oxígeno en los jales debido a la acción de las bacterias que descomponen el sustrato orgánico y agotan el oxígeno, además será una fuente de materia orgánica para ayudar al establecimiento de una cobertura vegetal.
- La incorporación de un material de cubierta que pueda aportar alcalinidad a medida que el agua de lluvia se filtra a través de esta, puede ayudar a controlar la reducción de ARD.
- La implementación de una cubierta vegetal permitirá la estabilización del suelo previniendo deslizamientos y reducirá la velocidad de las escorrentías al establecerse cobertura vegetal en la parte superficial y prevendrá la erosión eólica.

Finalmente el establecimiento de una cobertura vegetal consistirá en la aplicación de hidrosiembra con la proyección de especies herbáceas y gramíneas de rápido crecimiento y nativas, con la finalidad de inducir un avance acelerado en la cobertura del suelo. Adicionalmente se podrán utilizar aquellas especies arbóreas y arbustivas que derivado de la reproducción en la UMA “Peña Colorada” se encuentren disponibles para su reubicación. Se considerarán individuos de las mismas especies rescatadas durante la etapa de preparación de sitio y aquellas reproducidas dentro de la UMA que cuenten con las características necesarias para adaptarse al sitio, entre las que podrán seleccionarse especies comunes tropicales o aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En las siguientes figuras (anexas en formato digital), se muestra la proyección de la restauración paulatina del depósito Dry-Stack.

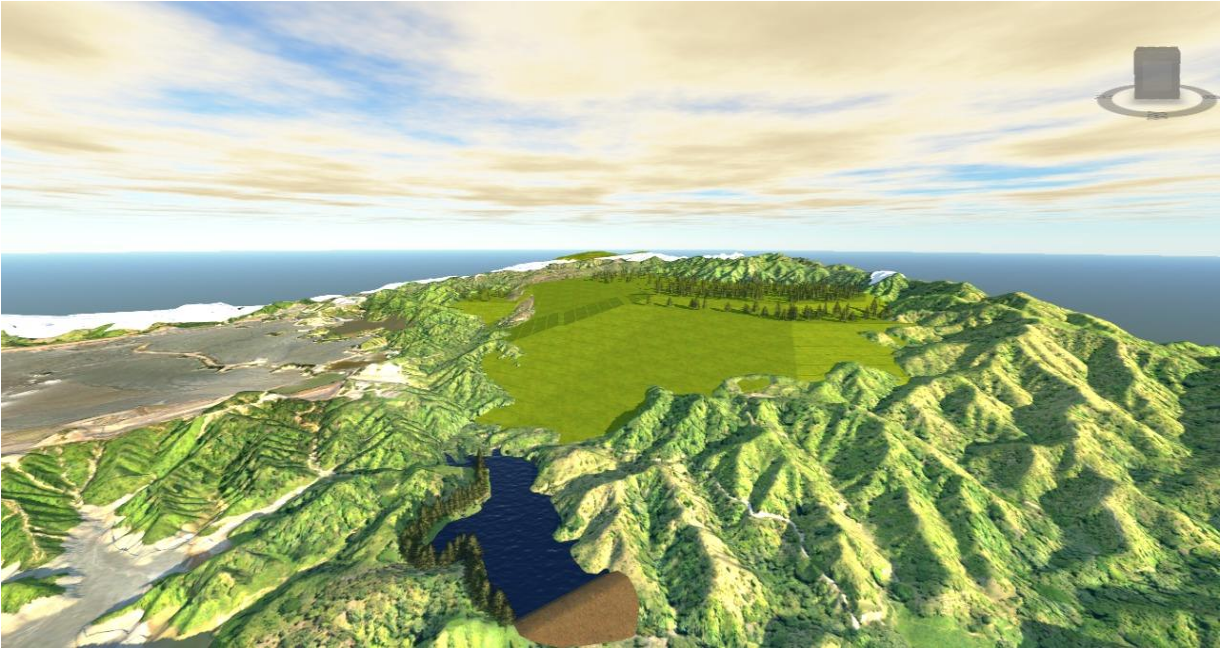


Figura VI.18 Prototipo del establecimiento de cobertura vegetal en el depósito Dry-Stack.



Figura VI.19 Prototipo del establecimiento de vegetación arbustiva y arbórea en el depósito Dry-stack.



Figura VI.20 Prototipo de restauración del depósito Dry-Stack.

## VI.8. Compromiso Social de la Unidad Minera Peña Colorada

El proyecto pretende construirse en las colindancias de las comunidades Arrayanal y Paticajo, localizadas en el municipio de Minatitlán, donde actualmente la promotora lleva a cabo diversas acciones en beneficio social y ambiental, trabajando con planes de acción social que aportan beneficios significativos a los habitantes de las comunidades. En la siguiente tabla (Anexa en formato digital), se resumen las acciones encaminadas al beneficio de las comunidades.

Tabla VI.15 Acciones en beneficio social de las comunidades cercanas al proyecto.

Acción	Comunidad	Alcance
Purificadora de agua	Arrayanal	Remodelación del edificio, equipamiento de sistema de purificadora y llenado de garrafones
Proyecto producción de Café	Arrayanal	1er etapa: entrega de plantas de café y alambre de púas.
1er cuadro Arrayanal	Arrayanal	1er etapa: remodelación Arrayanal (jardín, cancha, iglesia).
Cancha usos múltiples	Paticajo	Pintura de cubierta, reparación de losas, colocación de tableros, porterías y pintura deportiva.
Centro de Salud	Paticajo	Demolición y construcción de centro de salud, dotación de ambulancia, equipamiento médico y mobiliario
Purificadora de agua	Paticajo	Remodelación de edificio, equipamiento de sistema de purificadora y llenado de garrafones.
Jardín y juegos infantiles	Arrayanal	Embellecimiento de jardín, colocación de banquetas y rampas, juegos infantiles y mobiliario.
Calles Paticajo	Paticajo	Reparación de calles y colocación de huellas de rodamiento y empedrado ahogado en concreto.
Calles Arrayanal	Arrayanal	1er etapa Reparación de calles y colocación de huellas de rodamiento y empedrado ahogado en concreto.
Ambulancia Paticajo	Paticajo	Entrega de ambulancia para centro de Salud
Calles Arrayanal	Arrayanal	2da etapa Reparación de calles y colocación de huellas de rodamiento y empedrado ahogado en concreto.
Aulas e iglesia Paticajo	Paticajo	Demolición de iglesia y construcción de iglesia y aulas
Iluminación LED Arrayanal	Arrayanal	Colocación de luminarias LED solar en espacios públicos y calles.
Iluminación LED Paticajo	Paticajo	Colocación de luminarias LED solar en espacios públicos y calles.

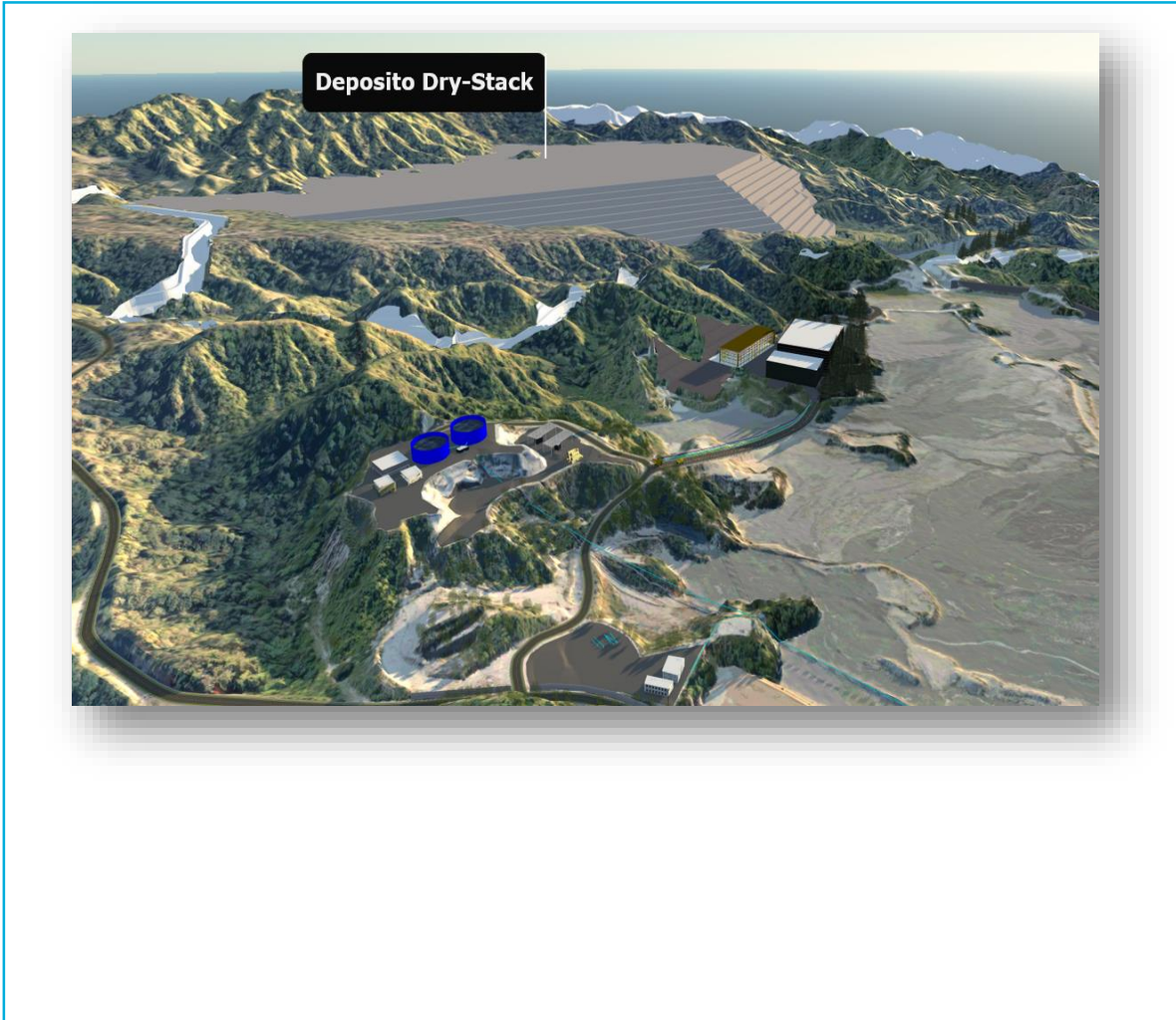
Aunado a los beneficios sociales, están las acciones en beneficio del ambiente. En particular, las acciones de compensación desarrolladas en el presente capítulo, generarán un beneficio indirecto a las comunidades cercanas al proyecto, debido a la restauración, mantenimiento y conservación de los servicios ecosistémicos que estas áreas brindarán, sin embargo, para que un proyecto enfocado a la conservación y/o restauración tenga oportunidades realistas de alcanzar el éxito, es imperativo que los actores importantes se encuentren involucrados en el proceso de planificación, razón por la cual la promotora en el desarrollo de los proyectos de conservación que lleva a cabo integra el factor social como uno de sus ejes medulares tal como se muestra en la siguiente figura (anexa en formato digital), y bajo ese objetivo implementará también el proyecto.



**PROYECTOS DE CONSERVACIÓN Y BENEFICIO SOCIAL.**



Figura VI.21 Estructura de funcionamiento de los proyectos de conservación de la Unidad Minera Peña Colorada.



MIA-R “Ampliación Centro Industrial Paticajo”

# CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

## CONTENIDO

<b>VII.</b>	<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.</b> -----	<b>4</b>
<b>VII.1.</b>	<b>Introducción.</b> -----	<b>4</b>
<b>VII.2.</b>	<b>Escenarios.</b> -----	<b>6</b>
VII.2.1.	Sin proyecto. -----	6
VII.2.2.	Escenario con proyecto y sin medidas. -----	15
VII.2.3.	Escenario con proyecto y con medidas. -----	21
<b>VII.3.</b>	<b>Conclusiones.</b> -----	<b>33</b>

## FIGURAS

FIGURA VII. 1	ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN DENTRO DEL SAR Y QUE AFECTAN A LA CALIDAD ATMOSFÉRICA.....	7
FIGURA VII. 2	ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES PRESENTES EN EL SAR Y ÁREA DEL PROYECTO.....	9
FIGURA VII. 3	ÍNDICE COMPUESTO GEOESPACIAL DE FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES IFRAGM EN LA TOTALIDAD DEL PAISAJE. EL RECTÁNGULO ROJO REFIERE AL ÁREA DEL PROYECTO.....	11
FIGURA VII. 4	UBICACIÓN DE LOS PARCHES DE COBERTURA FORESTAL (BOSQUE Y SELVA) EN LAS INMEDIACIONES DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	12
FIGURA VII. 5	PROPAGACIÓN DE ESPECIES ENLISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 DENTRO DE LA UMA AUTORIZADA DE LA UNIDAD MINERA PEÑA COLORADA. ....	13
FIGURA VII. 6	ACTIVIDADES DE RECEPCIÓN Y LIMPIEZA DE SEMILLAS QUE SON UTILIZADAS EN EL VIVERO PARA PROPAGACIÓN DE INDIVIDUOS. ....	14
FIGURA VII. 7	POLVOS EMITIDOS EN LAS ACTIVIDADES DE EXCAVACIÓN. ....	16
FIGURA VII. 8	RELIEVE ESPERADO CON LA DEPOSICIÓN DE JAL SECO. ....	17
FIGURA VII. 9	REENCAUZAMIENTO DEL ARROLLO PALO VERDE CON RESPECTO AL PROYECTO. ....	18
FIGURA VII. 10	PATRÓN DE CONECTIVIDAD ENTRE LAS ÁREAS MEJOR CONSERVADAS. ....	19
FIGURA VII. 11	USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN IDENTIFICADOS VÍA SATELITAL PARA 2019. ....	20
FIGURA VII. 12	PAISAJE DEL ÁREA UNA VEZ IMPLEMENTADO EL PROYECTO. ....	21
FIGURA VII. 13	TRANSPORTE DE JAL EN BANDAS TRANSPORTADORAS CON UN PORCENTAJE DE HUMEDAD QUE EVITARÁ LA SUSPENSIÓN DE POLVOS. ....	22
FIGURA VII. 14	ZONA DONDE SE ALMACENARÁ EL SUELO DESPALMADO DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO. ....	23
FIGURA VII. 15	IMAGEN ILUSTRATIVA DE CÓMO SERÁN LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO DE SUELO ORGÁNICO EN EL PROYECTO. ....	24
FIGURA VII. 16	CONTENIDO DEL KIT PARA LA ATENCIÓN DE DERRAMES QUE SERÁ IMPLEMENTADO EN ESTACIONAMIENTOS Y FRENTE DE TRABAJO DONDE SE UTILICE MAQUINARIA Y EQUIPO. ....	24
FIGURA VII. 17	ACTUACIÓN ANTE UN DERRAME ACCIDENTAL DE ACEITE Y/O HIDROCARBURO.....	25
FIGURA VII. 18	ESCENARIO ESPERADO EN EL DRY STAK UNA VEZ REALIZADA LA RESTAURACIÓN. ....	26
FIGURA VII. 19	ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN Y ÁREAS RESTAURADAS POR LA PROMOVENTE.....	27
FIGURA VII. 20	COLECTA DE SEMILLAS Y PROPAGACIÓN DE INDIVIDUOS VEGETALES EN EL VIVERO DE LA UMA.....	28
FIGURA VII. 21	ACTIVIDADES DE RESCATE DE FAUNA.....	29

FIGURA VII. 22 PUNTOS DE MONITOREO DE MAMÍFEROS DENTRO DE LOS PREDIOS DONDE SE REALIZARÁ LA PROPUESTA DE CONSERVACIÓN BIOLÓGICA PEÑA COLORADA.....	30
FIGURA VII. 23 CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN DEL AÑO 2000 AL 2019.....	31
FIGURA VII. 24 PAISAJE ESPERADO UNA VEZ SE CONCLUYA LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO Y SE TERMINEN LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN DEL DRY STAK.....	32
FIGURA VII. 25 LISTADO DE ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE 2018 A 2021. ....	33
FIGURA VII. 26 EJEMPLOS DE ÁREAS QUE HAN SIDO RESTAURADAS POR LA PROMOVENTE. ....	35
FIGURA VII. 27 EJEMPLOS DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN Y BENEFICIO SOCIAL REALIZADOS POR EL CONSORCIO MIENRO PEÑA COLORADA. ....	37
FIGURA VII. 28 PROGRAMAS SOCIALES DE DEPORTE Y SALUD IMPLEMENTADOS POR LA EMPRESA PROMOVENTE EN LA COMUNIDAD. ....	38

## TABLAS

TABLA VII. 1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS ESCENARIOS QUE SE DESARROLLARÁN EN ESTE CAPÍTULO. ....	6
--	---

## VII.PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

### VII.1. Introducción.

Debido a la relevancia que reviste la planificación por escenarios y la marcada difusión de los mismos, en los últimos años se ha hecho necesaria la realización de pronósticos ambientales como herramienta estratégica para analizar el entorno. Los escenarios son quizás el método más popular de los estudios del futuro, siendo instrumentos que buscan bajar y manejar el nivel de incertidumbre y de error en el proceso de toma de decisiones, conformando posibles proyecciones de alternativas que describen situaciones hipotéticas futuras, alertando de posibles efectos que causarían afectaciones y teniendo por objetivo examinar la evolución de los conflictos ambientales a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas.<sup>1</sup> De esta manera, los escenarios se deberán definir en un número limitado, y construirse de manera lógica, que capte mejor la dinámica de la situación; teniendo especial cuidado en los resultados de un escenario posterior de una acción, de manera que se construya un escenario coherente y acorde a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto.<sup>2</sup>

Para la elección de variables relevantes en la elaboración de un escenario, se deberán identificar aquellas que se consideren de mayor influencia o incidencia dentro del estudio prospectivo, así como realizar la selección adecuada de los factores que pueden influir en él. Estas variables están en función de la naturaleza del proyecto (obras y actividades), así como de la presencia y estado de conservación de los componentes ambientales que estarán sujetos a la influencia del mismo. En este aspecto, es necesario tomar como punto de partida el estado del medio ambiente y su evolución, el cual depende de la dinámica

---

<sup>1</sup> Medina Vásquez, J.E. y E. Ortegón. 2006. Manual de prospectiva y decisión estratégica: Bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe CEPAL, Serie Manuales, No.51.

<sup>2</sup> Schmalbach, J.C.V., F.M. Ávila y T.F. Herrera. (2010). Futurología: origen, evolución y métodos. Revista Palobra "palabra que obra"- No.11:218-229.

propia de los sistemas ambientales y de las influencias que estos reciben, tanto las que son atribuibles a las actividades humanas como las ocasionadas por otros tipos de cambios.<sup>3</sup>

Con el fin de prever los cambios que el desarrollo del proyecto puede provocar, se considera al SAR como un conjunto complejo de subsistemas y elementos, con los que se pretende describir el escenario esperado para el sitio donde se localizará el proyecto con diferentes condiciones o circunstancias, incorporando las medidas de mitigación propuestas o la ausencia de ellas, y como se influye en la evolución del entorno.

Para poder plantear los escenarios, es necesario realizar una comparación de las condiciones ambientales iniciales del área donde se pretende desarrollar el proyecto, mismas que fueron descritas en el Capítulo IV de la presente MIA-R, con las condiciones que se esperan generar como consecuencia de la implementación del proyecto. Aunado a lo anterior, se deben tener plenamente identificados los impactos ambientales que ocasionará el desarrollo del proyecto en el área donde se pretende implementar (los cuales se exponen a detalle en el Capítulo V). Finalmente se debe tener especial cuidado en conformar un escenario coherente y acorde a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto.

Dado lo anterior, para el presente Capítulo, se describen tres escenarios principales que se explican en la siguiente tabla:

---

<sup>3</sup> Massiris, C. 2005. Fundamentos conceptuales y metodológicos del ordenamiento territorial. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

**Tabla VII. 1 Descripción general de los escenarios que se desarrollarán en este Capítulo.**

Escenario	Insumos	Bases sobre las que se construye
Sin proyecto	Información presentada en el Capítulo IV.	Considera las condiciones actuales del SAR y del área del proyecto, así como los impactos que se han presentado por diversas actividades históricamente desarrolladas en el área y su tendencia a futuro.
Con proyecto y sin medidas de mitigación	Características ambientales actuales, descripción de obras y actividades descritas en el Capítulo II y análisis de impactos ambientales presentados en el Capítulo V.	Tomando como punto de partida el escenario actual y su tendencia, considera los cambios que pueden presentarse a partir del desarrollo de las obras y actividades contempladas para el proyecto.
Con proyecto y con medidas de mitigación	Características ambientales actuales y el escenario con proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación presentadas en el Capítulo VI.	Toma como base el análisis de los cambios previstos por la implementación del proyecto, abordando los pronósticos a partir de la perspectiva de cambio que resultará de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, tomando en cuenta la dinámica ambiental que prevalece en el momento de la inserción del proyecto.

## VII.2. Escenarios.

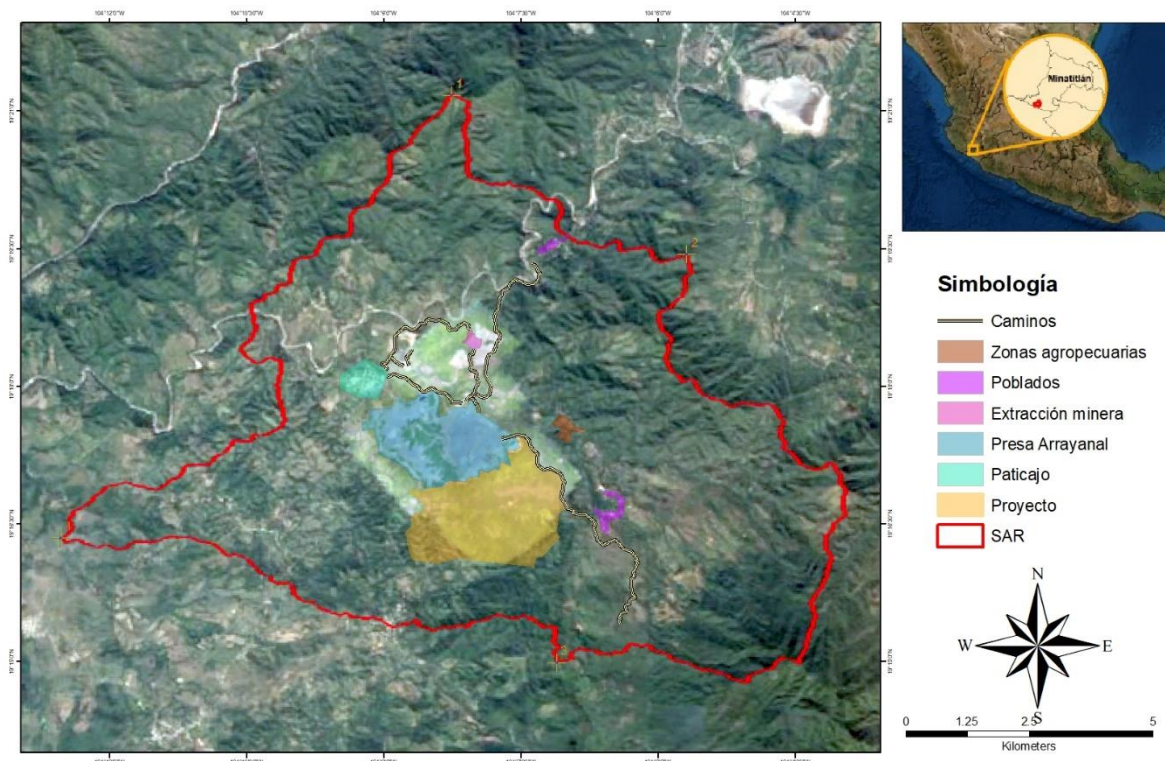
A continuación, con base en la información mostrada en los Capítulos anteriores, se presentan los escenarios proyectados para cada componente ambiental, tomando como punto de partida la situación actual de cada uno, y desde ahí, se analizan los cambios previstos con la implementación del proyecto sin las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, y posteriormente se evalúa el cambio al aplicar dichas medidas.

### VII.2.1. Sin proyecto.

#### Atmósfera.

Dentro del SAR prevalece el desarrollo de actividades mineras, las cuales conllevan el uso de equipo y maquinaria, así como el tránsito de vehículos pesados de transporte de materiales, mismo que se hace por caminos de terracería. Además, se ha dado el desarrollo de áreas urbanas como es el poblado de Patcajo, así como actividades agropecuarias que también han desencadenado la apertura de caminos donde se tiene el tránsito de vehículos. Dado lo anterior, actualmente dentro del SAR y área del proyecto, se tienen constantes emisiones de gases producto de la combustión de hidrocarburos y polvos que se levantan a causa del movimiento de los vehículos que transitan en su interior, esto comprobado con

los estudios de la calidad de aire, donde se registraron mayores emisiones de partículas suspendidas totales (PST) en la parte este del SAR, misma región en donde se percibe ruido de fondo, producto del tránsito vehicular de la carretera Arrayanal. Razón por la cual en la actualidad la calidad atmosférica tanto del SAR como del área del proyecto se encuentra modificada. En la siguiente figura (misma que puede consultarse en anexo para su mejor apreciación), se presenta la ubicación de las actividades mineras y agropecuarias, así como de los asentamientos que se encuentran dentro del SAR.



**Figura VII. 1 Actividades que se realizan dentro del SAR y que afectan a la calidad atmosférica.**  
 Fuente: Creación propia con base en Google Earth.

## Suelo

En cuanto al suelo, para el SAR en general se identifican dos tipos: Regosol (de textura media y gruesa) y Cambisol (de textura media); por su parte, en el área del proyecto dominan suelos de tipo Regosol asociado a Cambisoles y Fezoem, por lo que son suelos muy jóvenes, con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta. En este sentido, en las áreas donde hay intervención antrópica (actividades mineras, agrícolas y centros urbanos), el suelo se



encuentra alterado en cuanto a calidad y características fisicoquímicas, ya que están expuestos ante la erosión, compactación y contaminación.

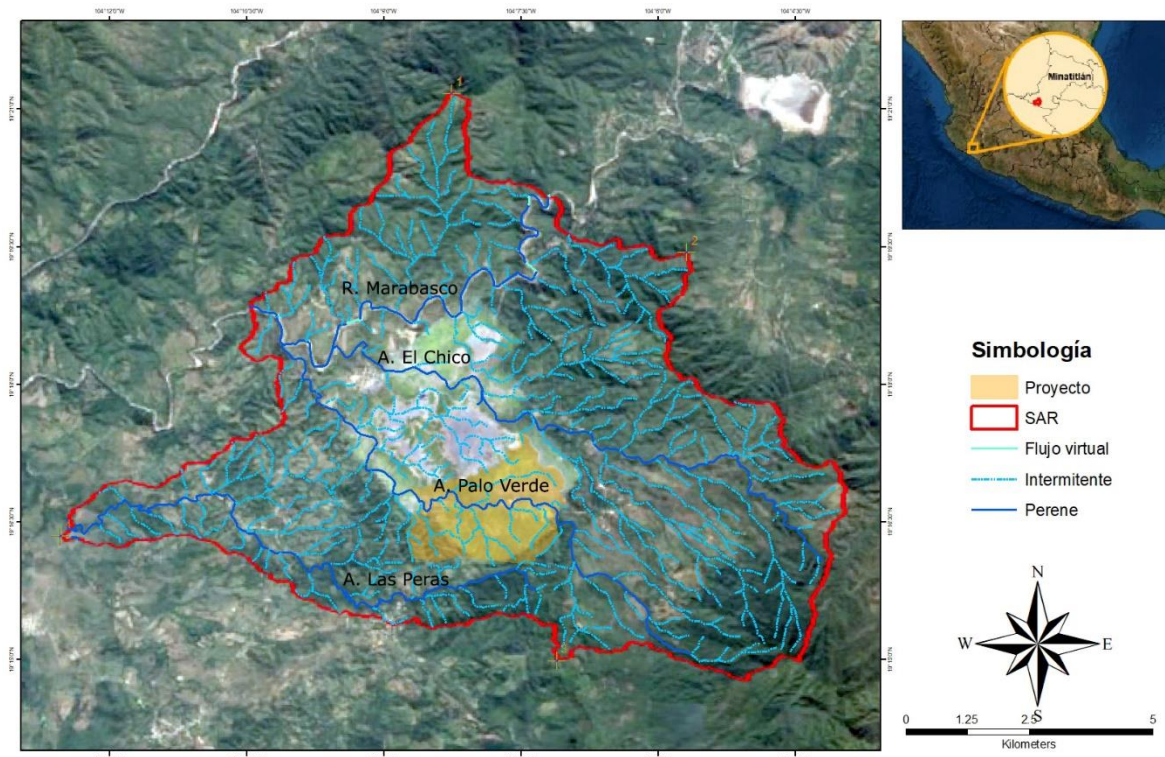
### **Relieve**

En cuanto al relieve, en el SAR se observan dos tipos, la sierra alta compleja y el valle intermontano con lomeríos, donde dichos lomeríos son disectados por cañadas y hondonadas producto de la erosión fluvial de los escurrimientos existentes. En cuanto al área del proyecto se localizará sobre valles intermontanos con lomeríos bajos y morfología irregular, condiciones que permiten el desarrollo del proyecto y donde además actualmente se tiene la presencia de la presa de jales Arrayanal, misma que con su desarrollo modificó el relieve el interior del SAR.

### **Hidrología**

En conjunto, la cuenca Río Chacala-Purificación, donde se propone el proyecto, presenta numerosos afluentes intermitentes con cauces bien definidos. El río principal de dicha cuenca es el Marabasco, el cual desemboca en el Océano Pacífico. Las características que muestran actualmente algunos de los escurrimientos en el área del SAR, principalmente los arroyos el Chico y Palo Verde, se encuentran influenciados por la presencia de la presa de jales Arrayanal y la apertura de caminos.

Específicamente dentro del SAR se observan cuatro escurrimientos perenes, de los cuales uno, el Arroyo Palo Verde pasa por el área del proyecto (ver figura siguiente, misma que se puede consultar en anexo para su mejor apreciación)



**Figura VII. 2 Escurrimientos superficiales presentes en el SAR y área del proyecto.**

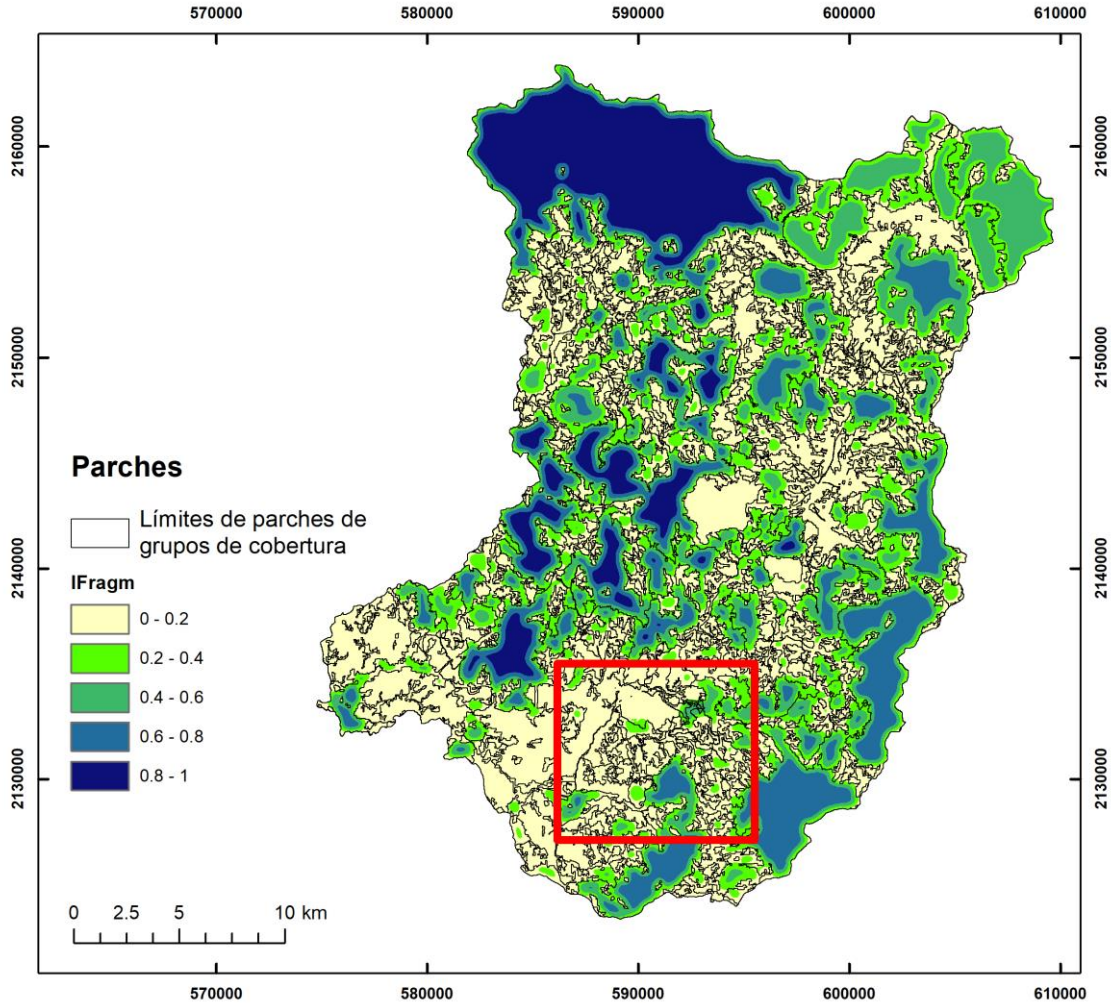
Fuente: Creación propia.

En específico, el arroyo Palo Verde limita al sur con la presa de jales Arrayanal y escurre en dirección este-oeste internándose en el área del proyecto, continuando su curso hasta desembocar en el Río Marabasco. En cuanto a la calidad del agua que corre por este arroyo, según los estudios hidrológicos realizados para el proyecto, se identifica que todos los parámetros (pH, color, turbiedad, aluminio total, fierro total y magnesio total), a excepción de los coliformes fecales, se encuentran por debajo de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público (ver Capítulo IV en su Apartado Abiótico).

### Flora.

Para el SAR se identifican tres usos de suelo que corresponden a asentamientos humanos, cuerpos de agua y pastizal cultivado, y en cuanto a tipos de vegetación se aprecian cuatro que corresponden a bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y vegetación secundaria

arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Es importante señalar que, si bien en la actualidad en cuanto a vegetación, se tienen mejores condiciones dentro del SAR que en el área del proyecto, la vegetación en general tiene tendencia a la degradación por el crecimiento de actividades antropogénicas como son la instalación de carreteras, caminos, actividades mineras, y el establecimiento de pastizales inducidos y cultivados que causan la degradación de los ecosistemas. En la siguiente imagen que ha sido retomada de un estudio de fragmentación realizado en la microcuenca hidrológica en la que se encuentra el proyecto, se puede observar el grado de fragmentación que presenta el área del proyecto, además de que es posible observar que más del 78% de la superficie de estudio corresponde a áreas que van de medianamente a altamente fragmentadas en términos de vegetación (ver Capítulo IV en su Apartado Biótico y Estudio de fragmentación anexo).



**Figura VII. 3 Índice compuesto geoespacial de fragmentación de ecosistemas forestales IFragm en la totalidad del paisaje. El rectángulo rojo refiere al área del proyecto.**  
 Fuente: Imagen tomada del estudio de fragmentación.

Por su parte, el proyecto incidirá en cinco usos de suelo y tipos de vegetación que corresponden a vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, áreas desprovistas de vegetación, cuerpos de agua y caminos.

En conjunto, la vegetación se presenta en un complejo patrón compuesto por una mezcla de parches con distribución que no es uniforme, con presencia de usos de suelo como son el urbano construido, los pastizales inducidos y áreas cubiertas de agua (que corresponden a la presa de jales El Arrayanal), y coberturas forestales de dos tipos biogeográficamente

distintos como son el bosque y la selva (ver figura siguiente, misma que se incluye en anexo para su mejor apreciación).

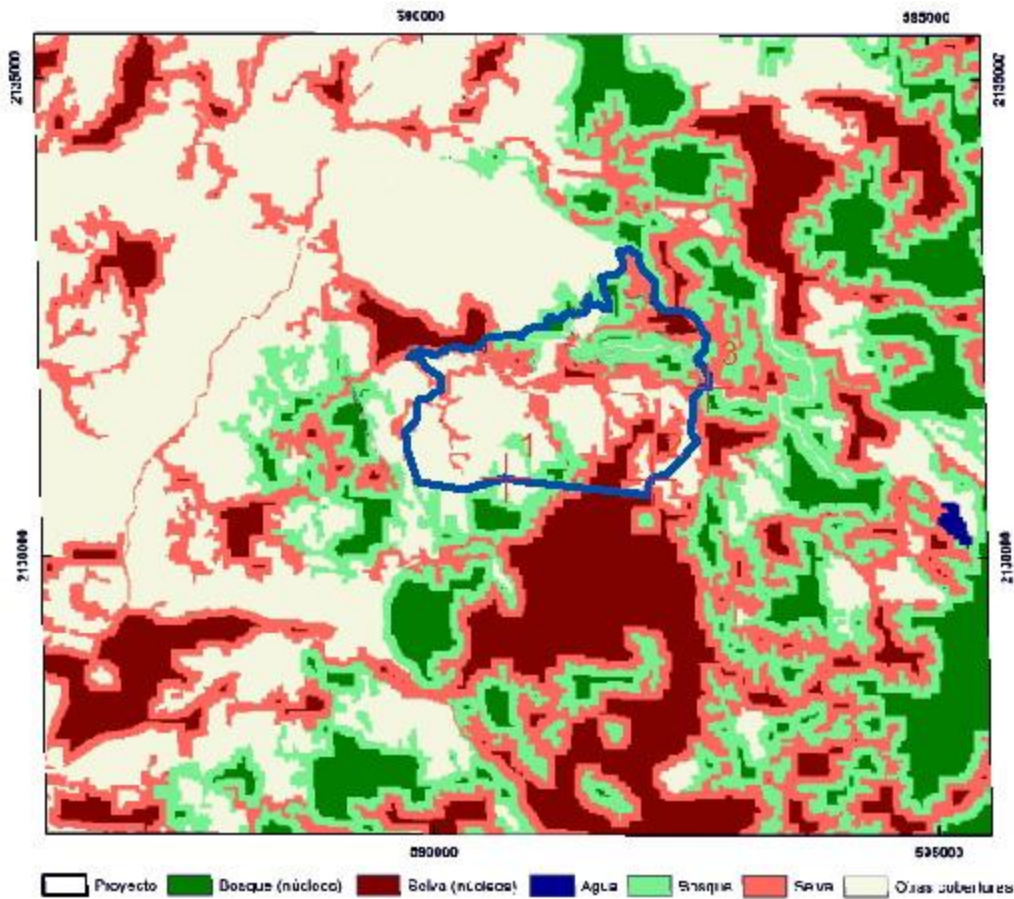


Figura VII. 4 Ubicación de los parches de cobertura forestal (bosque y selva) en las inmediaciones del área del proyecto.

Fuente: Imagen ilustrativa modificada del estudio de fragmentación.

Para la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia presente en el área del proyecto, con los trabajos de campo se obtuvo una riqueza total de 124 especies conformando los tres estratos de vegetación y contando con una diversidad de tipo media a alta. Por otro lado, para la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, también en el área del proyecto, se identificaron un total de 30 especies que conforman los tres estratos de vegetación, presentando una diversidad de baja a media.

En cuanto a especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificaron 12 especies en el SAR (3 en protección especial, 7 amenazadas y dos en peligro de extinción), de las cuales 5 también están en el área del proyecto (una en protección especial, tres

amenazadas y una en peligro de extinción) y se reproducen en el vivero de la promovente. Es importante hacer notar que la promovente actualmente desarrolla programas de propagación de especies de flora dentro de su UMA autorizada, donde se reproducen incluso especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mismas que de forma adicional se utilizan en programas de reforestación y revegetación (ver las siguientes figuras, mismas que se encuentran en anexo para su mejor apreciación).



Figura VII. 5 Propagación de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de la UMA autorizada de la Unidad Minera Peña Colorada.

Fuente: Imágenes proporcionadas por la promovente.

En las siguientes figuras (mismas que pueden ser consultadas en anexo para su mejor apreciación), se presentan los trabajos en el vivero de recepción y limpieza de las semillas que se rescatan en las áreas de obras y actividades de la Unidad Minera Peña Colorada, y que son utilizadas para propagar a los individuos y posteriormente revegetar y reforestar zonas que así lo ameriten.



Figura VII. 6 Actividades de recepción y limpieza de semillas que son utilizadas en el vivero para propagación de individuos.

Fuente: Imágenes provistas por la promotente.

## Fauna.

Dado que la vegetación dentro del SAR se encuentra incida por áreas urbanas, poblados, desarrollo minero y áreas agrícolas, las condiciones para el establecimiento de la fauna se encuentran modificadas, siendo que, en la actualidad, en el SAR se tiene una riqueza de 112 especies de fauna, de las cuales 86 son aves, conformando el grupo más conspicuo, seguido por 18 especies de reptiles, 12 de mamíferos y por último seis especies de anfibios. Por otro lado, en el área del proyecto la riqueza de vertebrados se conforma por cuatro clases que refieren a anfibios, reptiles, aves y mamíferos, que en conjunto se encuentran representados por 63 especies, donde la clase Aves es la más diversa con 44 especies,

seguida por los reptiles con 10 especies, luego los mamíferos con siete especies y al final los anfibios con solo dos especies.

Dado lo anterior, para el SAR se calculan diversidades bajas para los anfibios y mamíferos, media para los reptiles y alta para las aves, siendo este último el grupo más conspicuo debido a su amplia vagilidad que les provee una capacidad de adaptación más alta. En el área del proyecto el grupo más diverso también fueron las aves, con una diversidad de tipo alta, mientras que para los mamíferos, anfibios y reptiles se calcularon bajas diversidades. En este sentido, se observa que la diversidad de fauna en el área del proyecto es menor que en el SAR, ya que como ha sido mencionado, el SAR presenta una mejor preservación de la vegetación, lo que a su vez lleva a la presencia de más áreas de nidación, alimentación y refugio para la fauna, propiciando que su presencia en dichas zonas mejor conservadas sea mayor.

### **Paisaje.**

En el SAR todavía dominan los paisajes naturales, los cuales se ubican principalmente en los relieves de la sierra alta compleja, mientras que el paisaje fragmentado incluye zonas agropecuarias, la presa de jales Arrayanal, áreas urbanas, áreas de explotación minera y caminos, que se ubican en el valle intermontano y lomeríos, donde existe una mayor accesibilidad al sitio, siendo esta el área donde se pretende el desarrollo del proyecto.

## **VII.2.2. Escenario con proyecto y sin medidas.**

### **Atmósfera.**

Actualmente la calidad atmosférica se encuentra modificada, y durante el desarrollo del proyecto se realizarán excavaciones y cortes, que requerirán el uso de maquinaria, equipo, vehículos de carga, además de que se llevará a cabo el movimiento de tierra, lo que propiciará un aumento en la emisión de gases producto de la combustión de hidrocarburos, así como de polvos resultado de la suspensión de partículas de suelo (ver figura siguiente, misma que puede consultarse en anexo para su mejor apreciación). Por otra parte, también por esas mismas actividades, y por el movimiento de maquinaria y equipo, se estará



umentando la emisión de ruido alterando así el confort sonoro; sin embargo, estas afectaciones se tendrán a nivel del área del proyecto, y las obras y actividades se estarán realizando a cielo abierto, situación que promoverá la dilución de los contaminantes y la difusión del ruido, de manera que no se incidirá en zonas fuera del área del proyecto, a más de 20 metros de los frentes de trabajo, sumado a que en la etapa de operación solo se contempla el depósito de jal seco, por lo que las excavaciones y cortes se tendrán presentes únicamente en la etapa de preparación y construcción del proyecto.



**Figura VII. 7 Polvos emitidos en las actividades de excavación.**  
Fuente: Imagen ilustrativa obtenida de internet.

## Suelo

Como ya se mencionó, el suelo en el SAR actualmente se encuentra incidido y modificado por diversas actividades antrópicas como son zonas urbanas, actividades agropecuarias y actividades mineras, encontrándose expuesto ante la erosión tanto hídrica como eólica lo que causa su pérdida en cuanto a cantidad, además de encontrarse expuesto ante contaminación y compactación que resulta en cambios en su calidad. Con la implementación del proyecto, esta situación se verá incrementada, ya que de inicio se tendrá remoción de vegetación como parte de las actividades de desmonte, con lo que también se removerá la capa de suelo fértil, aunado a esto, se realizará el movimiento de tierra con las excavaciones necesarias. En este sentido, el suelo de los frentes de trabajo se verá expuesto ante el uso de maquinaria que podrá presentar derrames accidentales de aceites e hidrocarburos, lo que causará su contaminación y por consiguiente cambio en su calidad.

## Relieve

En cuanto al relieve, dado que la actividad principal del proyecto solo considerará el depósito y compactación del jal seco, a lo que se le suman excavaciones en zonas de obras definidas (ver Capítulo II), mismas que no serán profundas, de tal manera que se mantendrán las elevaciones del terreno que definen la geomorfología del área de la zona (ver figura siguiente, misma que se puede consultar en anexo para su mejor apreciación), y a nivel del SAR se seguirá teniendo un relieve considerado como valle intermontano con lomeríos.

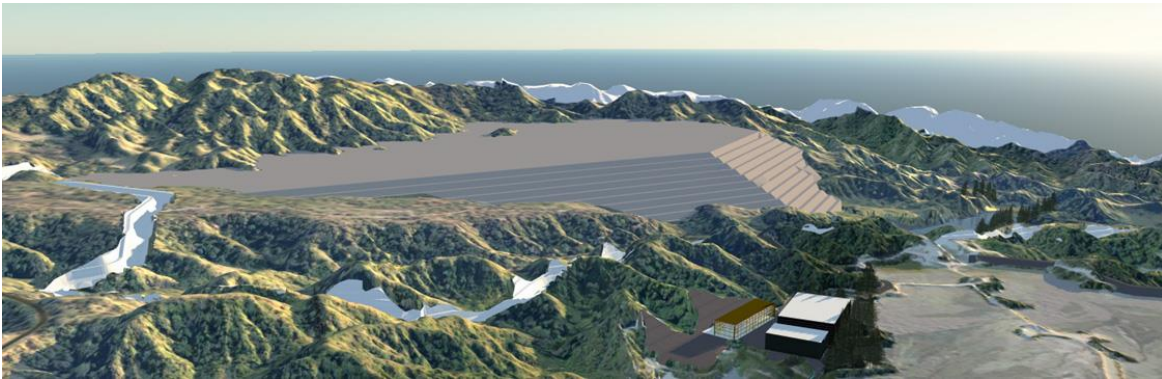


Figura VII. 8 Relieve esperado con la deposición de jal seco.  
Fuente: Imagen proporcionada por la promotora.

## Hidrología

En el área prevista para el depósito de los jales secos (Dry Stack) cruza parte del Arroyo Palo Verde, y con el fin de no afectar dicho escurrimiento será necesario el reencauzamiento de un tramo (ver figura siguiente, misma que se puede consultar en anexo para su mejor apreciación). Si bien este desvío de un tramo del arroyo no afectará su flujo ni el funcionamiento del resto de la subcuenca (ya que en la parte baja del proyecto el arroyo recuperará su cauce original), se emplearán vehículos pesados, maquinaria y equipo para la construcción de las obras, lo que expondrá el agua a derrames accidentales de hidrocarburos afectando su calidad, lo cual también es un escenario en el caso de manejos inadecuados de los residuos generados.



**Figura VII. 9** Reencauzamiento del Arrollo Palo Verde con respecto al proyecto.  
Fuente: Imagen proporcionada por la promovente.

## Flora

Para realizar el desplante del proyecto se realizarán desmontes, por lo que se estarán perdiendo individuos vegetales y, por consiguiente, se reducirá la cobertura de la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. Con los muestreos de campo se calcula que la mayor parte de las especies que serán removidas en la vegetación secundaria de selva baja caducifolia pertenecen al estrato herbáceo (93.91%), mientras que en menor medida se estarán removiendo arbustos (0.65%) y árboles (0.65%); de igual forma, en la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino se estarán removiendo principalmente especies herbáceas (91.62%) y en menor medida arbustos (6.89%) y árboles (1.49%).

## Fauna

Como ya se ha mencionado, el proyecto requerirá que se remueva la vegetación natural presente en el área de desplante del proyecto, que a su vez estará causando la pérdida del hábitat de la fauna que actualmente se encuentra en el área del proyecto, de manera que dicha fauna se verá desplazada a otras áreas mejor conservadas dentro del SAR para poder encontrar refugio y alimento. Sin embargo, el desplante del proyecto no se prevé como una barrera para el tránsito de la fauna, ni estará fragmentando el hábitat y tampoco alterando corredores biológicos, ya que, como se ha expuesto en el Capítulo IV (Apartado Biótico), el SAR presenta una distribución de la vegetación en forma de parches, encontrando al

proyecto en una zona altamente fragmentada, donde se identifica una baja cantidad de áreas núcleo de vegetación, siendo que, como se muestra en la siguiente figura (misma que puede ser consultada en anexo para su mejor apreciación), el proyecto no afectará a la conectividad de las áreas mejor conservadas, ubicándose entre dos corredores que han sido descritos según el estudio de fragmentación consultado (para mayor información ver Capítulo IV y estudio de fragmentación anexo).

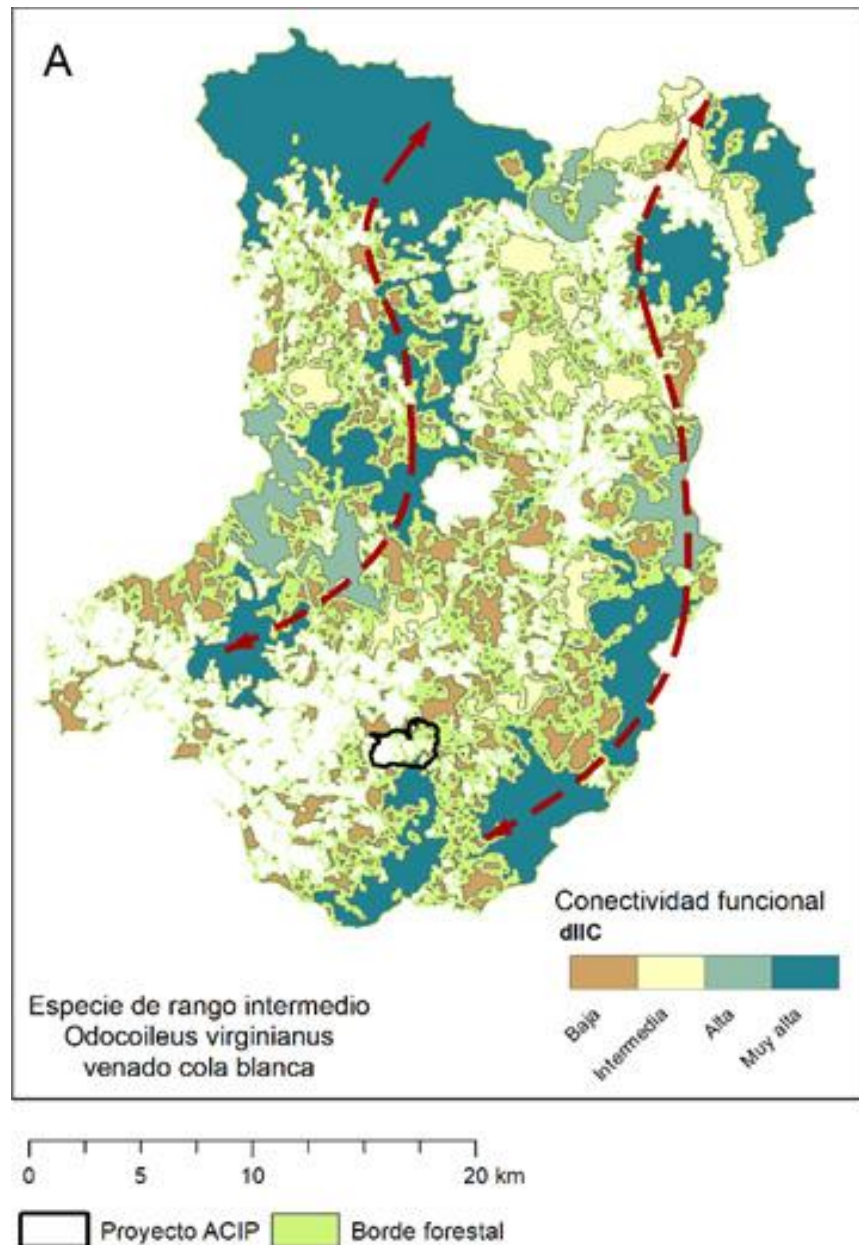
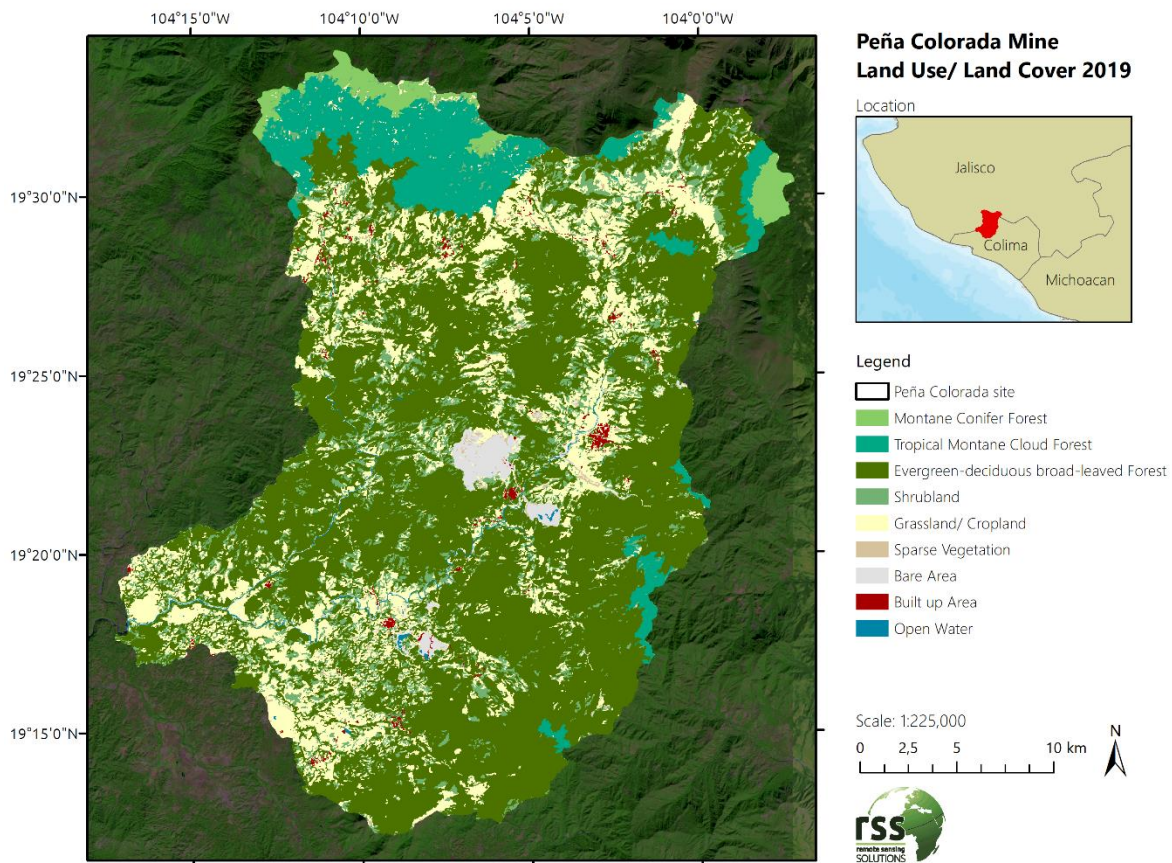


Figura VII. 10 Patrón de conectividad entre las áreas mejor conservadas.  
Fuente: Imagen ilustrativa tomada del estudio de fragmentación.

## Paisaje

El proyecto conllevará actividades que disminuirán la vegetación natural ampliando la superficie del área modificada dentro del SAR; sin embargo, como ya se ha explicado, el paisaje en el área del proyecto se encuentra influido por las actividades realizadas en zonas urbanas y desarrollos mineros y agropecuarios (ver figura siguiente misma que se presenta en anexo para su mejor apreciación).

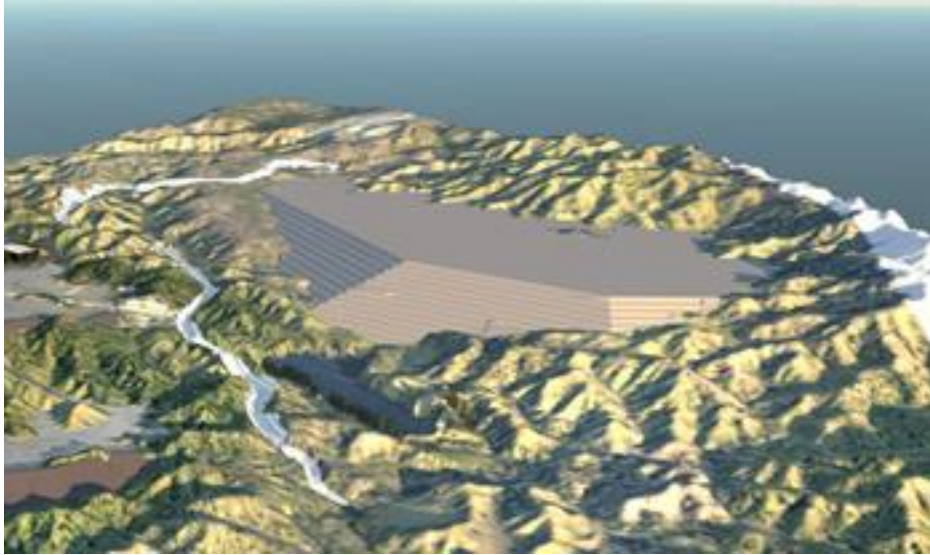


**Figura VII. 11 Usos de suelo y tipos de vegetación identificados vía satelital para 2019.**

**Fuente: Estudio satelital de cobertura de vegetación “Land Cover Mapping over Peña Colorada Mine, Mexico (mismo que para mayor información se puede consultar anexo a la presente MIA-R).**

Dado lo anterior y contemplando la cubierta forestal que se identifica dentro del SAR, y en los alrededores del área del proyecto, el depósito de jal seco (ver figura siguiente, misma que puede ser consultada para su mejor apreciación) será evidente mayormente desde la carretera Minatitlán-Manzanillo (15.06% del proyecto) y en parte desde la localidad El Arrayanal (0.12% del proyecto), ya que la vegetación y la presencia de los lomeríos limitarán su visibilidad. De esta manera, a nivel del SAR el paisaje no se verá afectado ya que debido

al relieve presente y por la vegetación que aún se conserva en parte del SAR, el proyecto no será del todo visible, además de que su presencia se integrará al paisaje antrópico y modificado que prevalece en la actualidad.



**Figura VII. 12 Paisaje del área una vez implementado el proyecto.**  
Fuente: Imagen proporcionada por la promovente.

### VII.2.3. Escenario con proyecto y con medidas.

#### Atmósfera

Dado que con las obras planeadas para el proyecto se prevé un aumento en la emisión de gases de combustión y polvos, dentro de las medidas propuestas se contempla el mantenimiento y verificaciones constantes del correcto funcionamiento de los vehículos y maquinaria que sean usados en las diferentes etapas, de forma que los que no cumplan con la normatividad serán retirados y así, se asegurará la reducción de emisiones de gases producto de la combustión de hidrocarburos. Aunado a las verificaciones y mantenimiento de la maquinaria, se establecerán límites de velocidad para la circulación de los vehículos.

Es importante hacer notar que sumado a las medidas ya mencionadas, se realizarán riegos constantes con agua tratada en las áreas de trabajo donde se tengan actividades de despalle y excavaciones, sumado a que los jales como parte de su proceso contendrán un porcentaje de humedad y serán transportados mediante bandas transportadoras desde la

planta de desaguado (en proceso), hasta el Dry Stak (ver figura siguiente, misma que puede ser consultada en anexo para su mejor apreciación), de forma que la humedad evitará que durante el traslado se levanten polvos; además, una vez que el jal seco sea depositado en el Dry stak, el porcentaje de agua que mantiene el jal le permitirá ser compactado para posteriormente ser cubierto con una revestimiento seco y materia orgánica rescatada del despalme que por último permitirá la revegetación y posterior restauración progresiva de la zona, evitando así su exposición ante la erosión y la posibilidad de emisión de partículas de polvo.



**Figura VII. 13 Transporte de jal en bandas transportadoras con un porcentaje de humedad que evitará la suspensión de polvos.**

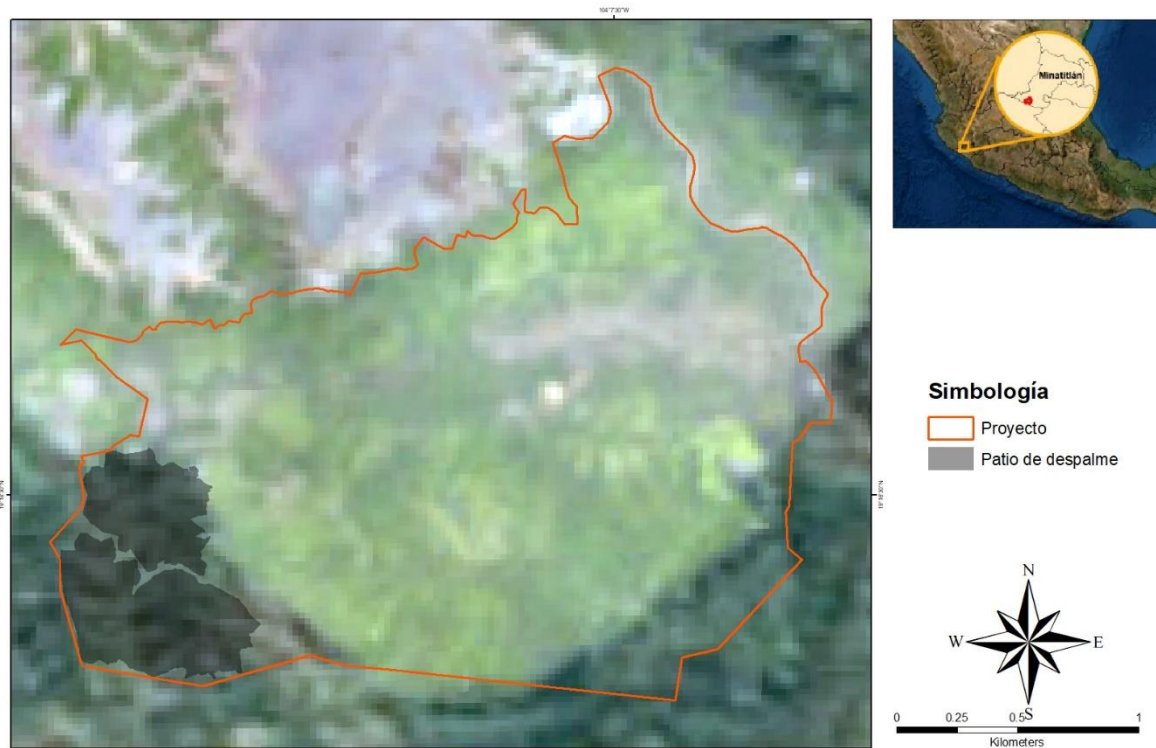
**Fuente: Imagen proporcionada por la promovente.**

En cuanto al ruido, es importante hacer notar que los trabajos se estarán realizando, en la medida de lo posible, en horarios diurnos y por momentos definidos, de forma que la afectación se vea enmascarada por el ruido de fondo producido por el tránsito de los vehículos y maquinarias que se emplean en las actividades realizadas cerca del área del proyecto, además de que la duración del ruido será limitada a los momentos de actividad

de la maquinaria, siendo mayor durante la etapa de preparación y construcción y disminuyendo en la etapa de operación.

## Suelo

Durante el despalme se estará recuperando y almacenando la parte orgánica del suelo en el patio previsto para ello (ver figuras siguientes, mismas que se pueden consultar en anexo para su mejor apreciación), de forma que, el suelo restante, posteriormente será reutilizado en lugares destinados a ser revegetados, mejorando así la calidad del sustrato, ayudando en el establecimiento de los individuos de flora que sean sembrados o reubicados. También es importante destacar que, como ya se mencionó anteriormente, parte de suelo que sea recuperado se utilizará para conformar la cubierta del Dry Stak, lo que evitará el proceso de acidificación del jal y promoverá el asentamiento de vegetación y su posterior restauración progresiva.



**Figura VII. 14** Zona donde se almacenará el suelo despalmado dentro del área del proyecto.  
Fuente: Creación propia.





Figura VII. 15 Imagen ilustrativa de cómo serán los patios de almacenamiento de suelo orgánico en el proyecto.

Fuente: Imagen proporcionada por la promovente.

Por otra parte, con la finalidad de evitar la contaminación del suelo y su consiguiente pérdida en cuanto a calidad, se tendrá especial cuidado en el manejo de residuos, principalmente de los peligrosos, almacenándolos y disponiéndolos de forma adecuada, evitando que estos se dispersen. Así mismo, se dotará a todas las áreas donde se tenga uso de maquinaria y equipo con un kit para atención de derrames de hidrocarburos con lo que se podrá actuar de manera oportuna en caso de un derrame accidental, evitando así la contaminación de este componente (ver figuras siguientes, mismas que se pueden consultar en anexo para su mejor apreciación).





Kit Antiderrame Peña Colorada			
Cantidad	Herramienta/Equipo	Uso/Aplicación	Imagen
4	Cordones absorbentes de 3"x12"	Material absorbente que ayuda a evitar la expansión del líquido derramado, así como delimitar el área afectada.	
8	Almohadillas de 18 x 18"		
1	Laminas absorbentes		
2	Guantes de nitrilo	Protección de manos al trabajador y auxiliares que atiendan el derrame	
2	Pala metálica	Recolección de todo el material contaminado	
1	Contenedor Amarillo (RP)	Colocación y almacenamiento temporal del material contaminado (Almohadillas, cordones y laminas)	
1	Contenedor Café (Tierra impregnada)	Colocación y almacenamiento temporal del material. (Tierra impregnada)	

Figura VII. 16 Contenido del Kit para la atención de derrames que será implementado en estacionamientos y frentes de trabajo donde se utilice maquinaria y equipo.

Fuente: Imagen proporcionada por la promovente.



**Figura VII. 17 Actuación ante un derrame accidental de aceite y/o hidrocarburo.**  
Fuente: Imagen ilustrativa obtenida de internet.

## Hidrología

Como ya se mencionó, un tramo del arroyo Palo Verde cruza por el área del proyecto, por lo que tendrá que ser reencausado a través de un canal cuyas características permitirán que se mantenga tanto la cantidad como la velocidad del flujo y trayectoria aguas abajo del proyecto, lo anterior sumado a las obras de captación e intercepción de agua pluvial (gaviones y cuenca derivadora) y la construcción del bordo, se evitarán cambios en la cantidad de agua y sedimentos que actualmente mueve el escurrimiento dentro de la cuenca (ver Capítulo II).

Por otro lado, con la finalidad de prevenir la contaminación del agua, se estarán empleando kits antiderrames y actividades que permitirán un correcto manejo y almacenamiento de los productos resultantes del desmonte y despalle (suelo y materia vegetal), además, se tendrá cuidado en el manejo de los residuos generados por la construcción del proyecto (residuos urbanos, peligrosos y de manejo especial), así como en la disposición de las aguas residuales, de tal forma que se evite que estos lleguen al cauce del río y puedan contaminarlo.

## Flora

Para evitar las afectaciones que han sido previstas en cuanto a flora, de inicio, las áreas de desmonte estarán bien delimitadas por medios óptimos según sean las condiciones del terreno, para evitar dañar la vegetación que se encuentra en zonas aledañas. Además, previo al inicio de dicha actividad, se rescatarán a los individuos vegetales que por sus características puedan sobrevivir al ser cambiados de ubicación, teniendo especial atención en aquellos pertenecientes a especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellos endémicos o con importancia económica o cultural, para posteriormente reubicarlos en zonas aptas para su sobrevivencia y que a la vez ayuden a mejorar otras zonas dentro del SAR (se tiene previstas zonas para ello ya referidas en el Capítulo VI). Aunado a lo anterior, una vez que se liberen zonas de maniobra asociadas a la construcción de canales y cunetas, así como con el cierre progresivo del Dry Stak, se convertirán en zonas de restauración donde se estará reestableciendo la comunidad vegetal en algunos puntos dentro del área del proyecto (ver figuras siguientes, mismas que se incluyen en anexo para su mejor apreciación).



**Figura VII. 18** Escenario esperado en el Dry Stak una vez realizada la restauración.  
Fuente: Imagen proporcionada por la promovente.



**Figura VII. 19 Actividades de restauración y áreas restauradas por la promovente.**  
Fuente: Imágenes proporcionadas por la promovente.

Para este fin, el Consorcio Minero Peña Colorada ya cuenta con una UMA autorizada dedicada a la conservación y reproducción de plantas donde además de encargarse del cuidado de los individuos rescatados, realiza actividades de propagación y reproducción, donde incluso se trabaja con especies en riesgo incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver figura siguiente, misma que puede ser consultada en anexo para su mejor apreciación).



**Figura VII. 20** Colecta de semillas y propagación de individuos vegetales en el vivero de la UMA.  
 Fuente: Imágenes proporcionadas por la promotente.

Es relevante resaltar que adicional a la UMA “Peña Colorada”, se plantea la implementación de la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada que considera la instalación de un vivero con capacidad para el mantenimiento de 80,000 plantas anuales, además de un orquidiario para el resguardo permanente de ejemplares producto de rescate para exhibición y educación. De esta forma se comprueba que la promotente cuenta con los medios necesarios para realizar actividades de compensación ante la pérdida en la cobertura vegetal que se pueda producir con la implementación del proyecto. Aunado a que actualmente se tienen áreas restauradas que muestran el éxito de estas medidas (para mayor información ver Capítulo VI).

## Fauna

Previo al inicio del desmonte y despalme, se realizará el ahuyentamiento de individuos de fauna que se encuentren dentro de las áreas donde la vegetación será removida, realizando

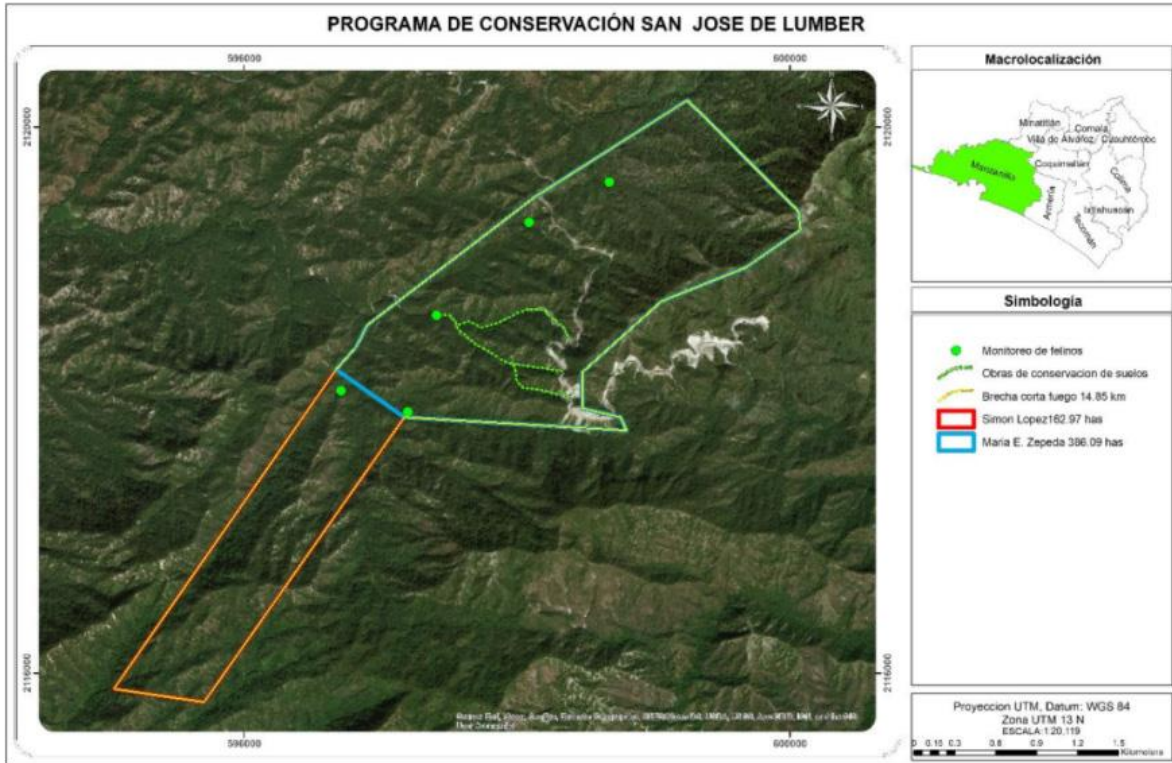
un barrido inicial para constatar que no hay individuos que puedan sufrir daños y en caso de encontrarlos, realizar el rescate de los mismos y su posterior reubicación en lugares ya destinados para este fin dentro del SAR (ver Capítulo VI), que cuente con las mismas condiciones que las presentadas en las zonas donde la fauna fue registrada, y así una vez reubicada pueda habitar y alimentarse, asegurando su supervivencia (ver figuras siguientes mismas que se incluyen en anexo para su mejor apreciación).



**Figura VII. 21 Actividades de rescate de fauna.**  
Fuente: Imágenes proporcionadas por la promotora.

Además, como parte del proyecto se realizarán revegetaciones, las cuales aumentarán la superficie de áreas propicias para el establecimiento de fauna desplazada, permitiendo a los individuos que se asienten en estas zonas, y así permitir también la continuidad de las especies registradas dentro del área del proyecto, y repoblar las zonas que han sido restauradas, aunado a que como parte de la Propuesta Integral de Conservación Biológica Peña Colorada, se contempla el uso de parte de la zona como área de conservación de Psitácidos (loros y pericos), mismos que actualmente presentan distribución dentro del SAR,

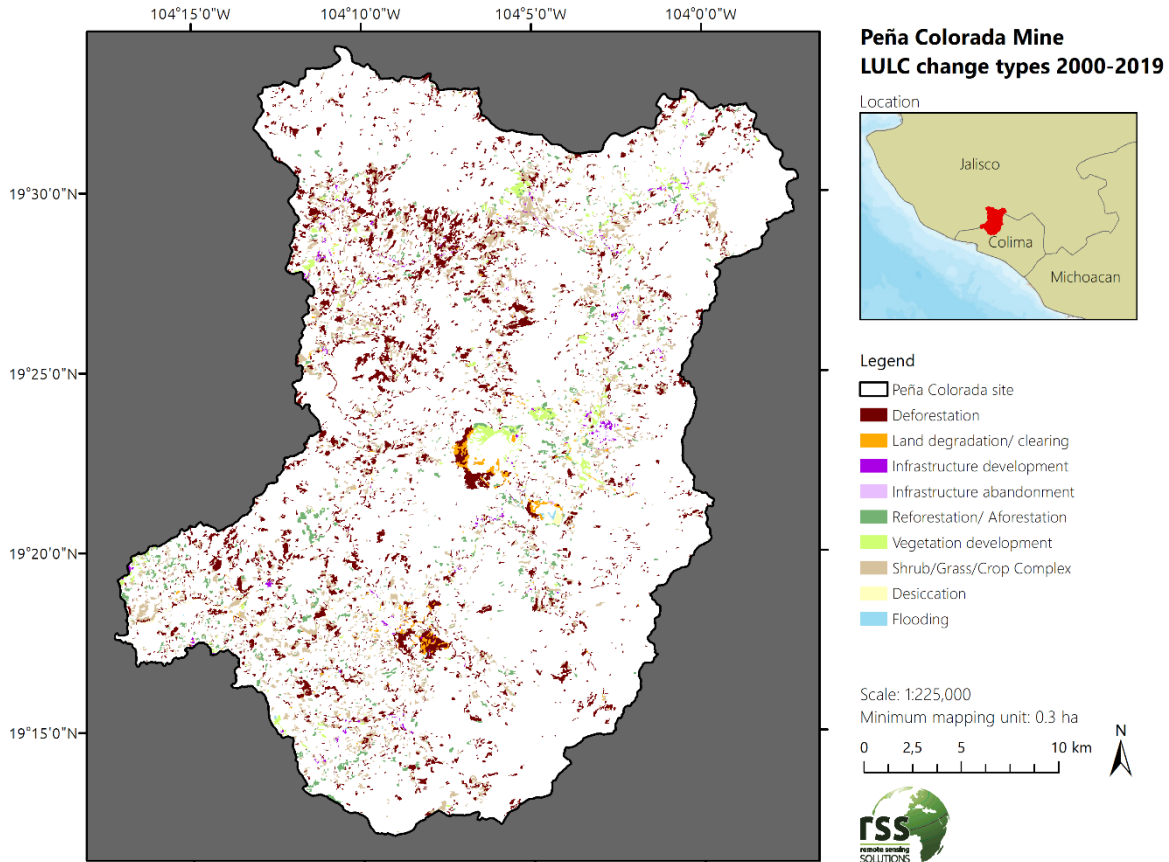
donde además se tendrán actividades de monitoreo de felinos con lo que se estará promoviendo la conservación de estas especies (ver figura siguiente, misma que se incluye en anexo para su mejor apreciación).



**Figura VII. 22 Puntos de monitoreo de mamíferos dentro de los predios donde se realizará la Propuesta de Conservación Biológica Peña Colorada.**  
 Fuente: Imagen proporcionada por la promotora.

### Paisaje.

Si bien, el depósito de jales secos cambiará el paisaje en el área del proyecto, como ya se expuso, estos cambios se integrarán al paisaje antrópico que se identifica en el SAR. Además, es necesario tomar en cuenta que con las actividades de revegetación propuestas dentro de las medidas de compensación, y como ya ha ocurrido con proyectos anteriores dentro de la Unidad Minera Peña Colorada, se estará mejorando el paisaje natural de áreas que actualmente se encuentran deterioradas, mejorando las áreas dentro del SAR (ver figura siguiente, misma que se incluye en anexo para su mejor apreciación).



**Figura VII. 23 Cambios en la vegetación del año 2000 al 2019.**  
**Fuente: Estudio satelital de cobertura de vegetación “Land Cover Mapping over Peña Colorada Mine, Mexico**  
**(mismo que para mayor información se puede consultar anexo a la presente MIA-R)**

Es también importante recalcar que el desarrollo del proyecto considera un cierre progresivo del Dry Stak, siendo que conforme avance el proyecto se irá realizando la restauración de dicha zona, de forma que una vez terminado el proyecto se tenga la restauración de la zona, recuperando a largo plazo el área vegetada (ver figura siguiente misma que se incluye en anexo para mejor apreciación).





**Figura VII. 24 Paisaje esperado una vez se concluya la vida útil del proyecto y se terminen las actividades de restauración del Dry Stak.**

**Fuente: Imagen proporcionada por la promovente.**

En la siguiente tabla se presentan las actividades de restauración ecológica realizadas por la promovente, que a su vez, se ven reflejadas en las superficies con aumento de vegetación, a las que en su momento se sumarán las actividades de restauración del Dry Stak y de las áreas de obras temporales.

Actividades de Restauración Ecológica Peña Colorada						
Periodo	Actividad	Cantidad/ ha	Cantidad/ Plantas	Ubicación	Especies	Comentarios
2018	Reforestación	2	2,200	Otatitos y terreros	Parota, Tampizira, Primavera,	Pequeñas superficies restauradas de proyectos autorizados
2019	Reforestación	66.5	99,750	Localidad Camotlán	Coral, Arrayan, Guamuchil, Ceiba, Arbol	A una densidad de 1500 plantas por Ha
	Obras de conservación	125	190 Obras	Localidad Camotlán	María, Capire, Guaje, Pochote, Cabezo,	Obras de conservación de suelos, a base geocostales, madera muerta y piedra.
2020	Mantenimiento	15	22,500	Localidad Camotlán	Tepehuaje, Mojote, Culebro, Granadillo, Higuera,	Mantenimiento a superficies con bajo porcentaje de supervivencia 65 % a 70%
	Reforestación	23.5	25,850	Localidad Camotlán Localidad Arrayanal Localidad Mina	Vainillo, Encino, Rosa morada, Papelillo, Guásima, Huizcolote,	A una densidad de 1,100 por Hectárea.
2021	Reforestación	82	123,000	Localidad Arrayanal, Localidad Canoas	Vainillo, Varbecina, Canahuance, Alamo,	Actualmente se están ejecutando las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo.
	Rehabilitación	12.9		Presa de Jales Guasimas		Se inicia con la colocación de cubierta geoquímica y suelo orgánico, hidrosiembra.

Figura VII. 25 Listado de actividades de restauración ecológica de 2018 a 2021.

Fuente: Imagen proporcionada por la promotora.

### VII.3. Conclusiones.

Como se plantea en el capítulo IV de la presente MIA-R, se considera que las condiciones naturales del SAR se encuentran mejor conservadas que la del área del proyecto, presentando en secciones vegetación natural y componentes bióticos aun conservados que representan las condiciones y biodiversidad que se identifica al interior del área del proyecto; sin embargo, en zonas cercanas a esta área, se observan condiciones de deterioro como causa del desarrollo de actividades antropogénicas como son el crecimiento urbano, la minería y actividades agropecuarias, mismas que han generado la fragmentación del ecosistema, de forma que los paisajes antrópicos se mezclan con parches tanto de bosque como de selva, en las cuales se observan diferentes diversidades.

Con la implementación del proyecto, como se ha explicado en el Capítulo V, se han previsto algunos efectos negativos al ambiente, donde el más significativo es la pérdida de vegetación que será causada por las actividades de desmonte y despalle, que a su vez,

sumado al tránsito de vehículos y uso de maquinaria provocará la modificación en calidad y cantidad de suelo, así como la disminución en el hábitat para algunas especies de fauna.

Sin menoscabo de lo anterior, en el capítulo VI se han propuesto una serie de medidas de mitigación y compensación encaminadas a la atención de los impactos previstos, de forma que se estarán disminuyendo los efectos negativos del proyecto. En este sentido, se contempla el mantenimiento de maquinaria y equipo en áreas con superficies impermeables, de forma que se disminuyan las afectaciones a la atmósfera, que sumado a la implementación de kits anti derrames y el correcto manejo de los residuos, evitarán la contaminación al suelo y al agua, lo que ayudará al mantenimiento de la calidad actual de estos componentes. Por otro lado, la correcta delimitación de las obras, así como los rescates y reubicaciones tanto de flora como de fauna protegerán los componentes bióticos, manteniendo las biodiversidades actuales y protegiendo especialmente a las especies en alguna categoría de riesgo. En cuanto este último punto, es necesario resaltar que las actividades de protección a la flora se encuentran respaldadas por el funcionamiento de una UMA propiedad de la promovente, en la que entre otras especies se propagan algunas listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se concibe como una herramienta que ha dado resultados favorables apoyando actividades de revegetación y propagación de individuos (ver figuras siguientes, mismas que se incluyen en anexo para su mejor apreciación).



**Figura VII. 26 Ejemplos de áreas que han sido restauradas por la promovente.**  
**Fuente: Imágenes proporcionadas por la promovente.**

Además de lo anterior, es importante tener en cuenta que el proyecto se conforma principalmente por el establecimiento de un depósito de jal seco, el cual permitirá una capacidad de almacenamiento mayor en una superficie menor en comparación con una presa de jales convencional, ya que en este caso el jal depositado contendrá una menor cantidad de agua y posterior a su depósito será compactando, lo que ocupará menor espacio, considerando a su vez una configuración segura y estable, que contará además con un bordo derivador de agua pluvial que se encargará de desalojar el agua caída con la lluvia en el área del depósito, de manera que también participará en el mantenimiento de la estabilidad en el Dry Stak; además de que los jales que se depositarán se cubrirán con una cubierta seca para no dejarlos expuestos y evitar con ello la generación de drenaje ácido evitando así contaminación al suelo, subsuelo o al acuífero. En este sentido, el proyecto pretende hacer el proceso minero más eficiente y seguro, donde además con los otros proyectos de la Unidad Minera Peña Colorada se estará recuperando un mayor porcentaje de agua para reintegrarla al proceso, sin necesidad de conformar una presa de jales

convencional que requiere de mayor superficie, implica pérdidas de agua por filtración y evaporación y que además requiere de la apertura de bancos de préstamo, todo lo cual se evitará con el desarrollo del proyecto.

Es necesario resaltar que el Consorcio Minero Peña Colorada, dentro de su haber cuenta con proyectos de conservación y beneficio social, donde se contempla la prevención de eventos climáticos por medio de la conformación de una brigada contra incendios, encargada de la atención y sofocamiento de incendios forestales y la compensación por medio de hidrosembras; la restauración de espacios y captación de carbono que se ve reflejada en la restauración de los terreros, bancos de material y la presa Guásimas, así como trabajos de reforestación en la cuenca Minatitlán; actividades de conservación de la biodiversidad con el mantenimiento de una UMA enfocada en el rescate de especies listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, actividades de supervisión ambiental, atención médica de fauna silvestre y monitoreo de felinos, además de pláticas y programas de educación ambiental que participan en la mejora del entorno tanto biológico como social (ver figuras siguientes, mismas que se incluyen en anexo para su mejor apreciación).



Figura VII. 27 Ejemplos de proyectos de conservación y beneficio social realizados por el Consorcio Mienro Peña Colorada.

Fuente: Imágenes proporcionadas por la promovente.

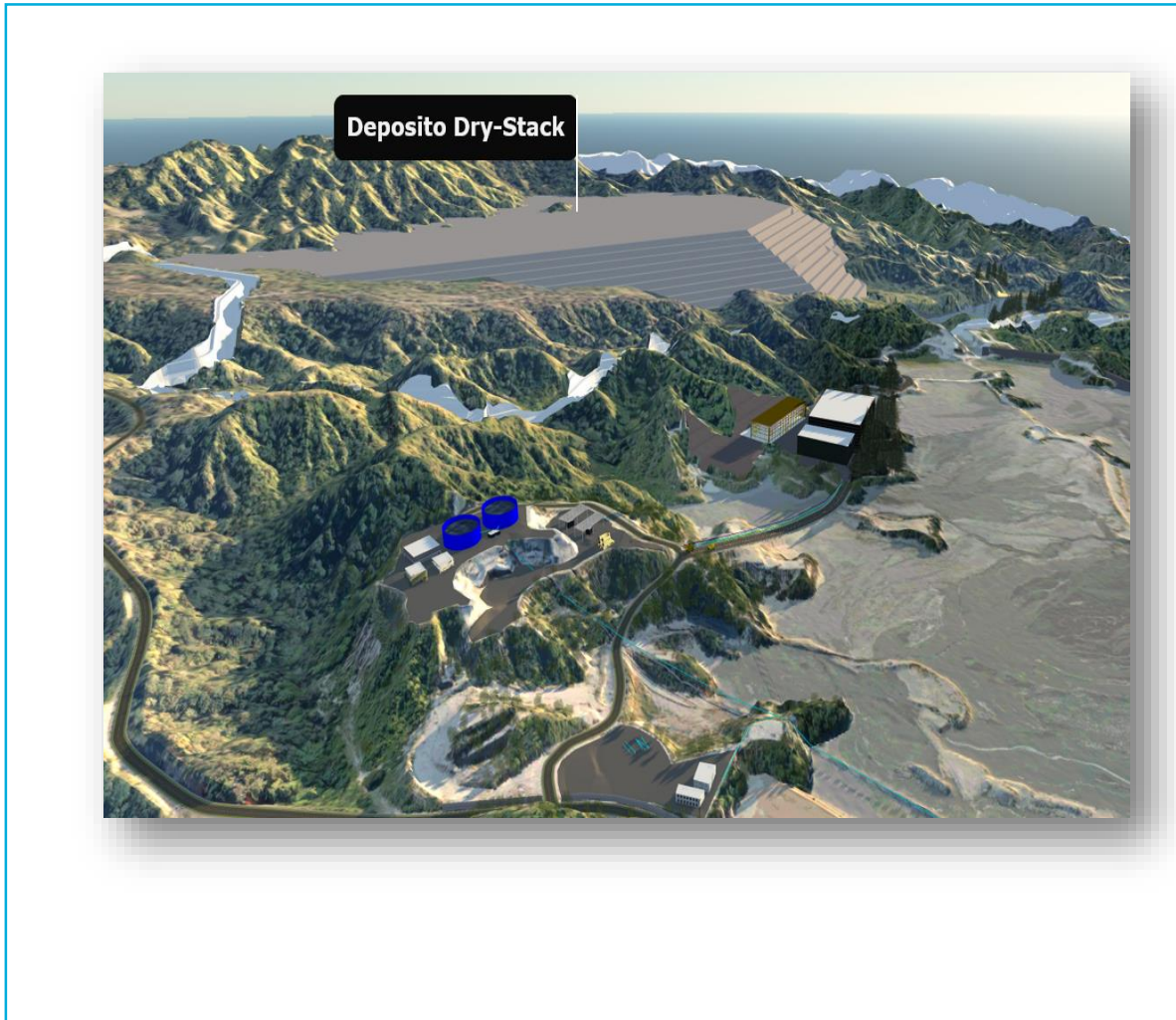
Aunado a lo anterior, y con las medidas de mitigación propuestas, el proyecto se identifica como una actividad que aportará beneficios, tomando en cuenta que además incluye una inversión social por parte de la promovente, que se verá reflejada en la creación de empleos que contemplan el ofrecimiento de beneficios y prestaciones asentadas en contratos colectivos, lo que permitirá una mejor calidad de vida del trabajador, sumado a la capacitación de personal, apoyos a terceros por medio de contrataciones de proveedores locales, impulso a programas sociales relacionados con la salud ocupacional e inversiones sociales y comunitarias entre las que incluye participaciones en ferias de divulgación ambiental y publicaciones de libros, siendo que estas acciones en general mejoran la calidad de vida de las sociedad que rodean al proyecto tanto trabajadores como habitantes (ver figura siguiente, misma que puede ser consultada en anexo para su mejor apreciación); lo que se suma a actividades que se mantienen en la actualidad como son la divulgación científica, una planta purificadora de agua, el apoyo a agroecosistemas, rehabilitación a

banco de semillas, entre otras, participando en el crecimiento regional y permitiendo que el proyecto se contemple como una alternativa viable tanto en términos ecológicos como económicos.



Figura VII. 28 Programas sociales de deporte y salud implementados por la empresa promovente en la comunidad.

Fuente: Imagen proporcionada por la promovente.



MIA-R “Ampliación Centro Industrial Paticajo”

# CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y  
ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA  
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



## CONTENIDO

---

VIII.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. -----	3
VIII.1.	Anexos -----	3
VIII.2.	Bibliografía-----	5

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

En el presente capítulo se integran los documentos que sustentará la información presentada en los capítulos anteriores que conforman la presente MIA-R. A continuación, se describe la manera en que se presentan los anexos y se enlista la literatura consultada.

### **VIII.1. Anexos**

Los anexos se arreglan de manera que sea fácil su consulta, por lo que los archivos serán agrupados por capítulos, tal como se muestra a continuación:

#### Capítulo II

- Mapa de la ubicación local del proyecto
- Coordenadas del polígono general y obras (excel)
- Plan de Manejo de Residuos
- Resultados ABC
- Anexo digital de figuras

#### Capítulo III

- Criterios no vinculados al proyecto
- Caracterización Jales (dos archivos en formato pdf)
- Anexo cartográfico

#### Capítulo IV

- Medio abiótico

- Estudios (monitoreo ruido, muestreos de agua superficial, análisis de estabilidades de taludes, análisis de formación sísmica, calidad del aire, cubierta geoquímica, estudio geológico, hidrológico, hidrogeofísico, geotecnia, rotura de la presa Arrayanal).
- Anexo digital de figuras
- Medio biótico
  - Bases de datos, memorias de cálculos, evidencia fotográfica de flora y fauna
  - Estudio de fragmentación
  - Metodología de muestreo
  - Listado potencial de fauna
  - Anexo digital de figuras

#### Capítulo V

- Estudio de partículas suspendidas totales en aire
- Anexo digital de tablas y figuras

#### Capítulo VI

- Metodologías de manejo de flora y fauna
- Recorrido virtual área de compensación (video)
- Anexo digital de tablas y figuras

#### Capítulo VII

- Anexo digital de figuras

## VIII.2. Bibliografía

- Aguirre–León, G. y E. Cázares Hernández. 2009. *Técnicas de campo para el inventario y monitoreo de anfibios y reptiles*. Pp. 269–300. En: Moreno–Casasola, P. y B. Werner (eds.). Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR, Instituto de Ecología, A.C., Conanp, US Fish and Wildlife Service, United States Department of the Interior.
- Alvarado–Méndez, H., Vazquez-Tortoledo, R. 2003. Carta geológico-minera Manzanillo E13-2-5, escala 1:250,000: Pachuca, Hidalgo, Servicio Geológico Mexicano, informe, 47 p.
- Álvarez, M., Villareal, H., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y Umaña, A. M. 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia.
- Alvis Gordo. J.F. 2009. *Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, grupo de investigación TULL. Universidad del Cauca.
- Angulo, A. 2002. *Anfibios y paradojas: perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios*. Ecología aplicada. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. pp. 105-109.
- Angulo, A., Rueda-Almonacid, J.V., Rodríguez-Mahecha, J.V., y La Marca E. 2006. *Técnicas de Inventario y Monitoreo Para Los Anfibios de la Región Tropical Andina*. Conservación Internacional, Andes CBC. Bogotá, D.C.-Colombia. 146. 299p.
- Aranda, Marcelo., Andrew Burton, Eduardo Iñigo-Elías y Patricia Escalante. 2009. Registro de águila elegante (*Spizaetus ornatus*) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manatlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80: 265-268 pp.
- Aranda-Sánchez. 2012. *Manual para el rastreo de los mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. 255 p.
- Bautista-Zúñiga, F. 2011. *Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales*. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Pp 503.

- Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra. 2015. *Aves de México: Lista Actualizada de Especies y Nombres comunes*. CONABIO. México D.F. Actualización AOS (2017). México D.F. 17 p.
- Campo, A. y Duval, V. 2014. *Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural*. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Vol. 34. Núm. 2. pp. 25-42.
- Campo, M., A., y Duval V. 2014. *Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural*. Madrid: Universidad Complutense.
- CAN/BNQ 1988. Soils – Determination of Permeability by the Lefranc Method, Canadian Standard Association. Jan 15, 1988. 2501-135-M88.
- Canseco-Márquez, L y Gutiérrez-Mayén, M. G. 2010. *Anfibios y Reptiles del valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad pp. 103.
- Casas-Andréu, G. y J. McCoy. 1979. *Claves para Anfibios y reptiles de México*. Ed. Limusa. México. 87 p.
- Castellanos J.Z., Uvalle J.X., Aguilar A. 2000. *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. 2da. Edición Colección INCAPA. 226p.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio). México, D.F.
- Ceballos González, G. J. y R. List. 2011. *Inventario de especies de vertebrados para apoyar la creación del Ordenamiento Ecológico y la Reserva de la Biósfera Janos, Chihuahua*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. FQ016. México, D.F. Chávez-Ávila, Sandra Marlen, Gustavo Casas-Adreu, Andrés García-Aguayo, Juan Luis Cifuentes-Lemus y Fabio Germán Cupul-Magaña. 2015. *Anfibios y reptiles del estado de Jalisco*. Análisis espacial distribución y conservación. Universidad de Guadalajara. México. 104 p.

- CENAPRED (1997) Centro Nacional de Prevención de Desastres. Facultad de Ingeniería. UNAM. Programa AX. Ajuste de funciones de probabilidad. Versión 1.05, 1997.
- Centeno-García, E., Guerrero-Suastegui, M., and Talavera-Mendoza, O. 2008. The Guerrero composite terrane of western Mexico: Collision and subsequent rifting in a supra-subduction zone, in Draut, A., Clift, P.D., and Scholl, D.W., eds., *Formation and Applications of the Sedimentary Record in Arc Collision Zones: Geological Society of America Special Paper 436*, p. 279–308.
- CFE (1981). Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Eléctricas. Manual de Diseño de Obras Civiles, Sección de Hidrotecnia, 1981. Colwell, R.K. 2013. *Estimates 9.1.0 User's Guide*. Sitio: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Colwell, R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Serie B*, 345: 101-118 pp.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 1998. Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 250 000. Cuencas Hidrológicas. México.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2007. Conjunto de datos vectoriales escala 1:250 000. Regiones Hidrológicas.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2009. Cuencas Hidrológicas. Escala 1:250 000. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rh250kgw.xml?\\_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc\\_html.xml&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rh250kgw.xml?_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xml&_indent=no)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2009. Cuencas Hidrológicas. Escala 1:250 000. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rh250kgw.xml?\\_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc\\_html.xml&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rh250kgw.xml?_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xml&_indent=no)
- CONAGUA Comisión Nacional del Agua. BANDAS. Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales. ERIC Extractor Rápido de Información Climatológica v. 2.0. IMTA 2007. GASIR. Recomendación de periodos de retorno para la estimación del gasto máximo

de diseño en las obras hidráulicas. Dirección Local en Colima. Información climatológica actualizada, 2018.

CONAGUA (2020). Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las Regiones Hidrológico – Administrativas que se indican.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2012. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Comisión Nacional Forestal Re-muestreo 2012.

Comisión Nacional Forestal. 2015. Criterios para la conservación de la biodiversidad en los programas de manejo forestal. México. 120 p.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. Catálogo de metadatos geográficos. Climas. Escala 1: 1000 000. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2018. ENCICLOVIDA <http://enciclovida.mx/>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2016. La Biodiversidad en Colima: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Biodiversidad\\_Colima\\_2016.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Biodiversidad_Colima_2016.pdf)

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), 2017. How CITES works. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Disponible en: <http://www.cites.org/eng/disc/how.php>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMANDET). 2017. La biodiversidad en Jalisco. Estudio de estado. CONABIO. México

Comunidad de Madrid 2012. Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra. Madrid, España.

- Conesa, V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.
- Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada S.A. DE C.V. 2013. Documento Técnico Unificado para cambio de uso de suelo Modalidad B-Particular: Proyecto “Taller de Mantenimiento para Equipo Móvil “La Chula”. Municipio de Minatitlan, Colima. Pp 179.
- Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada S.A. DE C.V. Documento Técnico Unificado Modalidad B-Regional del Proyecto “Ampliación de Presa de Jales El Arrayanal”. 2018. Municipio de Minatitlán, Colima. Pp 190.
- Córdoba, M. Á. 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogota: Ramos López.
- Corona-Esquivel, R., Alencáster, G. 1995. Rudists from the Peña Colorada iron mine and La Minita sulfide deposit, states of Colima and Michoacán, SW Mexico: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 12, 185-190.
- Cotler H., Sotelo E., Domínguez J., Zorrilla M., Cortina S., Quiñones L. 2007. *La conservación de suelos: un asunto de interés público*. Gaceta ecológica (2007): 5-71 Instituto Nacional de Ecología, México.
- Cottam, G., y Curtis, J. T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*.
- Cruz-Sáenz Daniel. Carlos E. Gudiño Larios, Carlos D. Jimeno Secilla, Raúl López Velázquez y Jesús Cortés Aguilar. 2008. Guía de Reptiles y Anfibios de Arcediano. Gobierno de Jalisco. México. 127 p.
- Cruz Angón, A. 2011. Introducción. En C. N. (CONABIO), La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Caso (págs. 17-28). Veracruz: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Instituto de Ecología A.C. México.
- Cruz-Bazán e., J., Pech-Cache J., M., y Cimé-Pool J., A. 2017. Diversidad de mamíferos terrestres en un área privada de conservación en México. Laboratorio de Vertebrados Terrestres, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana,



Carretera Tuxpan-Tampico km 7.5. CP. 92860, Col. Universitaria, Tuxpan, Veracruz, México. 125, 133p.

Davis, L. 1972. Una Guía de Campo de las Aves de México y América Central. Austin y Londres: University of Texas Press.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 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-Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.

Dorado, N.A. 2010. ¿Qué es la biodiversidad? Una publicación para entender su importancia, su valor y los beneficios que nos aporta, Fundación Biodiversidad. Gobierno de España. 82 p.

Dunn, J.L. y J. Alderfer. 2017. National Geographic field guide to the birds of North America. 7a ed., National Geographic Society, China, 574 pp.

Escalante Pliego P., A.G. Navarro Sigüenza y A.T. Peterson. 1998. *Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México*. En: Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. T.P. Ramammorty, R. Bye y A. Lot(eds.) Instituto de Biología (ibunam)/Universidad Nacional Autónoma de México (unam), 279-304 pp.

Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los Estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos* 52. 53 - 56 pp.

FAO, 1995. Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la X Región de Chile. Roma, Italia.

FAO. 1996. Ecología y enseñanza rural. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Roma. Italia.

Ferriol Molina M. y H. Merle Farinós. 2012. *Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad*. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. <http://hdl.handle.net/10251/16285>

- Flores-Villela, O. 1993. Riqueza de los anfibios y reptiles. En: Flores, V. O. y Adolfo, N. S. (compiladores). *Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias*, 7:33-42.
- Flores-Villela, O. F. Mendoza-Quijano, y G. González-Porter. 1995. Recopilación de claves para la determinación de Anfibios en México. Universidad Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Departamento de Zoología. Publicaciones especiales del Museo de Zoología 10:1-285 pp.
- Freeze, R. A y J. A. Cherry. 1979. *Groundwater*. Prentice – Hall, 604 pp.
- Gallina, T.S y López, G.C. 2011. *Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna*. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología A.C. México. 377 pp.
- García, A., G. Casas-Andreu, R. Martínez-Ortega y O. Ávila-López. 2016. Anfibios y reptiles (Amphibia y Reptilia). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. México, pp. 431-441 pp.
- García, A. y Cabrera-Reyes, A. 2008. Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* [online], vol.24, n.3 [citado 2021-05-20], pp.91-115. Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372008000300007&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372008000300007&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2448-8445.
- Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. 2005. *Evaluación de impacto ambiental*. Pearson Prentice Hall. Madrid.
- GBIF.org (18 Enero2020) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.wxd5di>.
- Gómez, D. 2003. *Evaluación de impacto ambiental*. España. Ediciones Mundi-prensa.
- González-Oreja, J. A., A. A. de la Fuente-Díaz-Ordaz, L. Hernández-Santín, D. Buzo Franco y C. Bonache-Regidor. 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity Conservation*. 33: 31-45 pp.
- González-Romero, A. 2011. *Cinco métodos sencillos para estimar el tamaño de las poblaciones de fauna silvestre*. En: Gallina, T. S y López G. C. 2011. *Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna*. Instituto de Ecología (INECOL). México.

- Graciano-Ávila, G., Aguirre-Calderón, O.A., Alanís-Rodríguez, E y Lujan-Soto, J. 2017. Composición, estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque templado del Noroeste de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 4(12): 535-542. México.
- Gray, G., J. Del Hoyo. 2009. Manual de las Aves del Mundo V.14. Barcelona: Lynx Edicions
- Guerrero, S. y F. Cervantes. (2003). Lista comentada de los mamíferos terrestres del Estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, nueva serie 89: 93–110 pp.
- Hammer, Ø. 2013. Paleontological STatistics Version 3.0: Reference Manual. University of Oslo. 221 pp.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 4-9 pp.
- Hatch (2021). Standard Specification Geotechnical Investigation Program. H364409-00000-220-242-0001.
- Howell, S. N. G. and S. Webb. 1995. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, Oxford, U.K.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación, Escala 1:250, 000, Serie VI. México. 74 p.
- Infante Gil, S., y Zárate, G. C. 1986. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario (No. 519.2 In31m Ej. 1). Trillas.
- Instituto de Biología. Irekani. 2014. <http://unibio.unam.mx/irekani/index.jsp>
- Instituto de Ecología (INECOL). 2003. Fascículos del Bajío y de Regiones adyacentes.
- INEGI (1992). Conjunto de datos vectoriales del Continuo Nacional. Efectos climáticos regionales. Escala 1:2500000 (mayo-octubre). Manzanillo. Clave E13-2.
- INEGI (1995). Estudio hidrológico del estado de Colima. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI (2007). Conjunto de datos vectorial Edafológicos, escala 1:250000. Continuo Nacional (Manzanillo). Clave E13-2.
- INEGI (2010). Carta de hidrología superficial. Escala 1:50,000.

- INEGI (2014). Guía para la interpretación de cartografía de erosión del suelo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1:250000, Serie I.
- INEGI Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta topográfica Esc. 1:50,000, hoja Minatitlán (E-13-B-33), 2001. Carta topográfica Esc. 1:250,000, hojas Manzanillo (E-13-02) y Colima (E-13-03), 2017. Carta hidrológica de aguas superficiales Esc. 1:250,000, hojas Manzanillo (E-13-02) y Colima (E-13-03), 1981. Carta de climas Esc. 1:1'000,000, hoja Guadalajara, 1980.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1997. Conjunto de datos vectoriales escala 1:250000 Serie I Usos de suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística y Geografía: México: INEGI
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2001. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Escala 1: 1 000 000. Serie I. Provincias fisiográficas. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/conjunto-de-datos-vectoriales-fisiograficos-continuo-nacional-escala-1-1-000-000-serie-i/resource/25ad62ac-3a52-445b-9bf7-96733e84f064>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2004. Guía para la interpretación de cartografía: edafología. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Escala 1: 250 000. Serie VI. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463173359>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Guía para la interpretación de cartografía: Uso del Suelo y Vegetación: Escala 1: 250 000: Serie VI/Instituto Nacional de Estadística y Geografía: México: INEGI, c2017. 204pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Minatitlán, Colima. Consultado en marzo de 2019. Disponible en: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/06/06008.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/06/06008.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Provincias Fisiográficas.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Subprovincias Fisiográficas.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Sistema topofomas
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Conjunto de datos vectoriales Geológicos, Continuo Nacional escala 1:1 000 000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Conjunto de datos vectoriales escala 1: 4 000 000. Cartas de Hidrología Aguas Superficiales Serie I.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Conjunto de datos vectoriales escala 1: 250 000 Serie II. Edafología.
- Íñiguez, L.I. y E. Santana. 2005. *Análisis mastofaunístico del estado de Jalisco*. En: Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa. V. Sánchez Cordero y R.A. Medellín (ed.). Instituto de Biología-UNAM/Instituto de Ecología-UNAM/CONABIO, México.
- IUSS Working Group WRB (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos. 218p. FAO, Roma
- Jiménez, S.C.L.; Sosa, R, J., Cortés-Calva, P; Solís, C.A.B.; Íñiguez, D.L.I; Ortega-Rubio, A. 2014. México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 60, 16-22 pp.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de arcnología*, (8), 151-161 pp.
- Jones, K. B. 1986. El proceso de inventario y monitoreo. En: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, and H. R. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, CO xviii, 858 p.p.
- Karant, K.U., J.D. Nichols y N.S. Kumar. 2004a. Photographic sampling of elusive mammals in tropical forest. Pp 229-247 en: Thomson W. L. (ed.). Sampling rare or elusive species. Island Press. Washington.

- Krebs, C. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. 2a ed., Editorial Harla, México. 753 pp.
- Lande 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. (Vol. 76). Oikos.
- Lewington. (1993). *La historia natural de los robles*. Barcelona: B., S.A.
- Loyola.,G., R., Portuguez Y., H., Matos D., D. y Araujo F., S. 2015. *Guía de inventarios de la fauna silvestre*. Ed Ministerio del Ambiente. Director General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Calle Los Laureles, Lima, Perú. 83p.
- Magurran, A. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Magurran, A.N. 1988. "Ecological Diversity and its Measurement". University College of North Wales Bangor. Pp. 69-72.
- Margalef, R. 1969. *El ecosistema pelágico del Mar Caribe*. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales. La salle.
- Margalef, R. 1995. *Ecología*. Barcelona, Omega.
- Manzanilla, J. & J. Péfaur. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Revista de Ecología Latinoamericana*, 7(2):17-30.
- Massiris, C. 2005. *Fundamentos conceptuales y metodológicos del ordenamiento territorial*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Mazzoni, D. y R. Dannenberg. 1999. Audacity Ver, 2.3.2
- Mendoza, Z. A. 2013. *Guía de métodos para medir biodiversidad*. Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Medina Vásquez, J.E. y E. Ortegón. 2006. *Manual de prospectiva y decisión estratégica: Bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe CEPAL, Serie Manuales, No.51*.
- Mittermeier, R.A. y C. Mittermeier. 1992. *La importancia de la diversidad biológica de México*. En: *Capital Natural y Bienestar Social*. CONABIO. México, pp. 63-73.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

- Mosiño, A.P. 1964. Tiempo superficial y configuraciones del flujo aéreo superior de México. *Geofísica Internacional* 4:117-168.
- Mosquera, G. J. 2003. Base de datos de niveles de ruido de equipos que se usan en la construcción, para estudios de impacto ambiental. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile.
- Munguía-Rojas, P. 1987. Reconocimiento geológico de Semidetalle del prospecto minero “El Arrayanal” Mpio. De Minatitlán.
- Munguía-Rojas, P. 1998. Estudio Geológico-Geoquímico Regional del Área “El Arrayanal”, municipios de Manzanillo y Minatitlán, estado de Colima.
- Munguía-Rojas, P. y Barrios-Rodríguez, F., 2001. Carta geológico-minera Minatitlán E13-B33, escala 1:50,000: Pachuca, Hidalgo, Servicio Geológico Mexicano, informe, 46 p.
- Navarro, A.G. y Sánchez-González. 2003. *La diversidad de las aves*. En: Conservación de aves. Experiencias en México. H. Gómez de Silva y A. Oliveras (eds.). Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, A.C. (cipamex)/National Fish and Wildlife Foundation/conabio. México, pp. 24-85.
- Navarro, S.A., y A. Gordillo. 2006. Catálogo de autoridad taxonómica de la avifauna de México. Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB CONABIO, proyecto CS010.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (1997). Diario Oficial de la Federación.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000. Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. (2002). Diario Oficial de la Federación.
- Núñez R., B. Miller y F. Lindsey. 2002. *Ecología del jaguar en la reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala*, Jalisco, México. En: El jaguar en el nuevo milenio, R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, A. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Autónoma de México, Wildlife Conservation Society, México, D. F. p. 107–126

- Ochoa-Ochoa L.M y O. Flores-Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismos de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO. México D.F.: 211 pp
- Olvera-Vargas, M. y Figueroa-Rangel, B.L. 2016. Estudio ecológico-silvícola de los encinos en el noroeste de Colima (*Quercus*). En: La biodiversidad en Colima, estudio de Estado. CONABIO. MÉXICO, pp. 219-228.
- Padilla V. E., Cuevas G. R. y Stephen D. K. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del Arroyo Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México, pp.17-23.
- Padilla-Velarde, E., Cuevas-Guzmán, R., Ibarra-Manríquez, G. y Moreno-Gómez, S. 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea de estado de colima, México. *Revista Mexicana de biodiversidad*. 77: 271-295.
- Peterson, R. T. & Chalif, E. L. 2008. Aves de México: guía de campo. Ed. Diana. México, D.F. 473pp.
- Pozo, C. 2011. *Riqueza Biológica de Quintana Roo*. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F. pp. 242-271.
- Ramírez-Bautista. 2004. Diversidad de estrategias reproductivas en un ensamble de lagartijas de una región tropical estacional de las costas del Pacífico de México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 12:7-16.
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., García-Vázquez, U., Leyte-Manrique, A. y Canseco-Marquez, L. 2009. *Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y Conservación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 213.
- Ramírez-Pulido. José, Noé González-Ruiz, Alfred L. Gardner, and Joaquín Arroyo-Cabrales. 2014. List of Recent Land Mammals of Mexico. Special publications. Museum of Texas Tech University. 69 p.
- Rangel Ch, O. y Velásquez, A. 1997. *Métodos de estudio de la vegetación*, En: Rangel-Ch, O. Lowy, P., Aguilar, M. Colombia, diversidad biótica II: tipos de vegetación en Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales —IDEAM—, Bogotá, DC, 59-87.



- Red de Herbarios del Noroeste de México. 2017. National Science Foundation (NSF).
- Reid, F. A. 2006. Peterson Field Guide to Mammals of North América. Fourth Edición. Peterson Field Guide Series. 579 pp.
- Reyes-Velasco, J., Hermosillo-López, I.A., Grünwald, C. I y Ávila-López, O.A. 2009. New State Records for Amphibians and Reptiles from Colima, México. *Herpetological Review*, 40:117-120.
- Romahn, C.F. y Ramírez, H. 2010. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. México.
- Ruíz-Lopez R. 2010. Estimación y Actualización al 2009 de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP” Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Morelia, Michoacán. Fondo para la Conservación de la Naturaleza A.C. 50 p.
- Rzendowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504.
- Salinas, L.; Arana, C. & Pulido, V. 2007. Diversidad, abundancia y conservación de aves en un agroecosistema del desierto de Ica, Perú. *Revista peruana de biología* 13(3): 155-167.
- Sánchez-Hernández, C., G.D. Schnell, M. de L. Romero-Almaraz, S.B. González-Pérez, M.L. Kennedy y T. L. Best. 2016. Mamíferos (Mammalia). En: La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado. México, pp. 467-477.
- Sánchez-Hernández, C., M.L. Romero-Almaraz, S.B. González-Pérez, G.D. Schnell, M.L. Kennedy y T.L. Best. 2016. Mamíferos terrestres del estado de Colima. E: Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal. (Briones-Salas, M., Y. Hortelano- Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J.E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México. Pp. 221-242.
- Santiago-Pérez, A.L.; M. Domínguez-Laso; V.C. Rosas-Espinoza y J.M. Rodríguez-Canseco. 2012. Anfibios y reptiles de las montañas de Jalisco: Sierra de Quila. Universidad de Guadalajara/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

- Biodiversidad/Coatzin, A. C./Sociedad Herpetológica Mexicana, A. C. Guadalajara, Jalisco. 227 pp.
- Schmalbach, J.C.V., F.M. Ávila y T.F. Herrera. 2010. Futurología: origen, evolución y métodos. Revista Palabra “palabra que obra”- No.11:218-229.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2000, Norma oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2004, Norma oficial Mexicana NOM-147-2004, que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plomo, selenio, talio y vanadio.
- SEMARNAT (2001-2002). Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Escala 1:250,000.
- SGM (2000). Carta Geológica – Minera, Manzanillo E13-2-5. Colima y Jalisco. Servicio Geológico Minero.
- Tritlla, J., Camprubí, A., Centeno-García, E., Corona-Esquivel, R., Iriondo, A., Sánchez-Martínez, S., Gasca-Durán, A., Cienfuegos-Alvarado, e., Morales-Puente, P. 2003. Estructura y edad del depósito de hierro de Peña Colorada (Colima) un posible equivalente fanerozoico de los depósitos de tipo IOCG: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 20(3), 182-201 p.
- Tropicos.org. 2020. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org>
- Uhart M. y Zaccagnini M. 1999. Manual de procedimientos operativos estandarizados de campo para documentar incidentes de mortandad de fauna silvestre en agroecosistemas.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 2019. La Lista Roja de especies amenazadas de la UICN. Versión 2019-3. <http://www.iucnredlist.org>. Descargado el 10 de diciembre de 2019.

- Vargas-Rojas R. 2009. Guía para la descripción de suelos. FAO, Rome (Italy). Div. de Tierras y Aguas spa 186380.
- Vázquez, G. J. A. y Cuevas, G. R. 1995. Diversidad, estado, uso y conservación de la flora vascular de la sierra de Manantlán. En: Vázquez, G. J. A., Cuevas, G. R., Cochrane, T. S., Iltis, H. H., Santana, M. F. J. y Guzmán, H. L. Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la reserva de la biosfera sierra de Manantlán Jalisco-Colima, México. Universidad de Guadalajara-IMECBIO/Universidad of Wisconsin-Madison. Botanical Research Institute of Texas. Fort Worth, Texas.
- Villareal, H., Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, F. Mendoza, H Ospina, M y Umaña, A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Villaseñor, J. L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 75: 105-135.
- Vite-Silva, Victor D., Ramírez-Bautista, Aurelio, & Hernández-Salinas, Uriel. 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Revista mexicana de biodiversidad, 81(2), 473-485. Recuperado en 20 de mayo de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532010000200020&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532010000200020&lng=es&tlng=es).
- Vogt, R. C. y Ruth L. H. Evaluation of Techniques for Assessment of Amphibian and reptile Populations in Wisconsin. In: Herpetological communities: a symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologists' League, August 1977. U. S. Fish and Wildlife Service, Wild. N. J. Scott, Jr., ed. 1982. Res. Rep. 13. 239 p.
- Wilson, D., R. Cole, J. Nichols, R. Rudran y M. Foster. 1996. Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington y Londres.
- Zamora-Crescencio, P., Rico-Gray, V., Barrientos-Medina, R. C., Puc-Garrido, E. C., Villegas, P., Domínguez-Carrasco, M. D. R., & Gutiérrez-Báez, C. 2017. Estructura y composición

florística de la selva mediana subperennifolia en Bethania, Campeche, México. Polibotánica, (43), 67-86.

Biblioteca Macaulay The CornellLab of Ornithology:  
<https://search.macaulaylibrary.org/catalogomediatype=audio&view=grid>.

Audacity (2019). <https://www.audacityteam.org/>

App RecForge II-Audio Recorder .2019.  
[https://play.google.com/store/apps/details?id=dje073.android.modernrecforge&hl=es\\_MX](https://play.google.com/store/apps/details?id=dje073.android.modernrecforge&hl=es_MX)

App Merlin Bird ID de Cornell Lab Of Ornithology. 2020.  
[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es\\_MX](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es_MX)