

## CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	5
I.1 Proyecto.....	5
<i>I.1.1 Nombre del proyecto.....</i>	<i>5</i>
<i>I.1.2 Ubicación del proyecto.....</i>	<i>5</i>
<i>I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.....</i>	<i>6</i>
<i>I.1.4 Presentación de la documentación legal.....</i>	<i>6</i>
I.2 Promovente.....	7
<i>I.2.1 Nombre o razón social.....</i>	<i>7</i>
<i>I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes.....</i>	<i>7</i>
<i>I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.....</i>	<i>7</i>
<i>I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.....</i>	<i>7</i>
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	7
<i>I.3.1 Nombre o Razón Social.....</i>	<i>7</i>
<i>I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....</i>	<i>7</i>
<i>I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.....</i>	<i>7</i>
<i>I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.....</i>	<i>8</i>
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	9
II.1 Información general del proyecto.....	9
<i>II.1.1 Naturaleza del Proyecto.....</i>	<i>9</i>
<i>II.1.2 Selección del sitio.....</i>	<i>11</i>
<i>II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.....</i>	<i>11</i>
<i>II.1.4 Inversión requerida.....</i>	<i>11</i>
<i>II.1.5 Dimensiones del proyecto.....</i>	<i>11</i>
<i>II.1.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....</i>	<i>12</i>
II.2 Características particulares del proyecto.....	13
<i>II.2.1 Descripción de obras principales del proyecto.....</i>	<i>13</i>
<i>II.2.2 Capacidad proyectada.....</i>	<i>13</i>

II.2.3 Tránsito estimado.....	14
II.2.4 Descripción de la infraestructura aeroportuaria.....	14
II.2.5 Rutas de navegación.....	22
II.2.6 Tipo y características de las aeronaves.....	22
II.2.7 Tránsito estimado.....	27
II.3 Programa General de trabajo.....	27
II.3.1 Preparación del sitio.....	28
II.3.2 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	29
II.3.3 Etapa de construcción.....	29
II.3.4 Etapa de operación y mantenimiento.....	30
II.3.5 Otros insumos.....	30
II.3.6 Sustancias peligrosas.....	32
II.3.7 Descripción de obras asociadas al proyecto.....	33
II.3.8 Etapa de abandono del sitio.....	35
II.3.9 Utilización de explosivos.....	35
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.....	36
III.1 Los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).....	38
III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	38
III.1.2. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.....	40
III.1.3 Ordenamiento Ecológico del Territorio del municipio de Zacazonapan.....	45
III.2 Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales. ....	45
III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024.....	45
III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2019 - 2023.....	46
III.2.3. Plan de Desarrollo Municipal de Zacazonapan 2022-2024. 30 de marzo de 2022.....	50
III.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.....	56
III.4 Normas Oficiales Mexicanas (NOMs).....	57
III.4.1 Aire.....	57

III.4.2 Suelo.....	58
III.4.3. Flora y fauna.....	59
III.4.4 Agua. ....	59
III.4.5 Seguridad e Higiene.....	60
III.5 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANPs). .....	62
III.5.1 Decretos y Programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas.....	62
III.5.2 Regiones Prioritarias de la CONABIO.....	64
III.6 Bandos y reglamentos municipales.....	68
III.6.1 Bando Municipal 2023. 5 de febrero de 2023. Año 2 Número 13 Vol. 1. ....	68
III.7 Leyes y Reglamentos.....	70
III.7.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. ....	70
III.7.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	72
III.7.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.....	76
III.7.4 Ley de Aguas Nacionales. ....	77
III.7.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.....	78
IV. ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	82
IV.1 Delimitación del Área de Estudio. ....	82
IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental.....	85
IV.2.1 Aspectos abióticos. ....	85
IV.2.2 Factores Bióticos.....	102
IV.2.3 El paisaje.....	154
IV.2.4 Medio socioeconómico.....	163
IV.2.5 Diagnóstico ambiental.....	172
IV.3 Conclusiones.....	173
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTES .....	176
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	176
V.2 Caracterización de los impactos.....	184

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	203
VI.1 Descripción de las Medidas de Mitigación.....	204
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	211
VII.1 Programa de Vigilancia Ambiental.....	211
<i>VII.1.1 Acciones de prevención de la contaminación atmosférica y ruido.....</i>	<i>216</i>
<i>VII.1.2 Programa de conservación de especies de fauna y flora nativa (incluye acciones de rescate y reubicación).....</i>	<i>218</i>
<i>VII.1.3 Plan integral de manejo de residuos, por generación de residuos y uso de sustancias tóxicas.....</i>	<i>220</i>
VII.2 Plan de seguimiento y control (monitoreo).....	222
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	224
VIII.1. Presentación de la información.....	224
<i>VIII.1.1 Cartografía.....</i>	<i>224</i>
<i>VIII.1.2 Fotografías.....</i>	<i>224</i>
<i>VIII.1.3 Videos.....</i>	<i>224</i>
<i>VIII.1.4 Listas de flora y fauna.....</i>	<i>224</i>
VIII.2. Glosario de términos.....	224
VIII.3 Referencias bibliográficas.....	228
ANEXOS.....	237

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

### I.1 Proyecto

#### I.1.1 Nombre del proyecto

Construcción y Operación de un Helipuerto para la Unidad Minera Tizapa, SA de CV Zacazonapan, Estado de México.

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

El predio donde se pretende instalar el helipuerto se encuentra al interior de la Unidad Minera Tizapa, localizada en el municipio de Zacazonapan, Estado de México, el cual servirá para transportar personal de la misma empresa.

VÉRTICE 1	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	369455.91	2105917.69
2	369452.08	2105904.17
3	369465.34	2105900.23
4	369513.94	2105871.80
5	369511.09	2105856.10
6	369531.50	2105852.58
7	369531.50	2105852.58
8	369535.12	2105872.87
9	369525.42	2105874.76
10	369526.75	2105881.93
11	369531.50	2105880.70
12	369554.73	2105878.03
13	369556.94	2105895.41
14	369536.63	2105898.36
15	369535.21	2105894.07
16	369522.06	2105898.16

VÉRTICE 1	COORDENADAS UTM	
	X	Y
17	369518.27	2105885.00
18	369522.89	2105883.50
19	369521.24	2105875.37
20	369514.72	2105876.60
21	369514.51	2105873.30
22	369466.77	2105904.02
23	369469.25	2105903.54

TABLA 1.1: COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM DEL ÁREA DEL PROYECTO.

### I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.

Se pretende que la construcción sea en un lapso máximo de 2 meses y para la operación se estima una vida útil de 20 años.

### I.1.4 Presentación de la documentación legal.

La Promovente del presente Proyecto es Minera Tizapa S.A. de C.V.; la documentación legal que acredita su conformación es por medio de la Escritura Número 33,715 del 13 de marzo de 1995 donde se constituye dicha empresa.

En el Anexo Legal se incluye copia simple del acta constitutiva correspondiente.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general del proyecto.

#### II.1.1 Naturaleza del Proyecto.

El helipuerto Tizapa pretende tener operaciones diurnas, contemplando como aeronave crítica el Eurocopter AS365N3 (Dauphin). Así mismo, la ubicación de la plataforma será a nivel del suelo, por lo que se clasificará como helipuerto de superficie de categoría H1.

El proyecto solo contempla la construcción de 3 pistas de aterrizaje, calles de rodaje y un estacionamiento vehicular (Figura 2.1).



FIGURA 2.1: MUESTRA LOS COMPONENTES DEL PROYECTO (ROJO: PISTA PRINCIPAL, AZUL: PISTA 2, VERDE: PISTA 3; MORADO: ESTACIONAMIENTO VEHÍCULAR Y GRIS: CALLES DE RODAJE).

Se realizará la construcción de un Helipuerto de Superficie de orden privado conforme al reglamento de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, por lo que el Proyecto Arquitectónico cuenta con la realización de una Base de Helipuerto para acenso y descenso del Helicóptero y 2 Estacionamientos, uno terrestre y uno aéreo, en el cual las bases se realizarán con concreto hidráulico de f'c 250 kg/cm<sup>2</sup> con un espesor de loza de 20 cm, así mismo se realizará una pista de rodaje de 8.10 metros de largo por 3.045 metros de ancho para un estacionamiento de Helicóptero. Se realizará la ampliación de un estacionamiento para helicóptero vía aérea, este se encuentra hacia el lado poniente del Helipuerto principal.

Los materiales que se utilizarán son cementos y agregados máximo de 19 mm, así como una base de tepetate previo al colado de las bases para el helipuerto, en la perimetral de la base se realizará una guarnición de retención armado con Varilla de 3/8 y reforzado con malla electrosoldada 6-6 /10-10 para la base.

Los residuos sólidos que se generen como cartón, plásticos, desperdicio de acero y madera para la construcción del Helipuerto, se llevarán a un confinamiento temporal para el almacenamiento de cada uno de ellos por separado, posteriormente serán trasladados al confinamiento general de Minera Tizapa para su almacenamiento en los confinamientos establecidos de recopilación de residuos sólidos, posteriormente se entregan a una empresa privada la cual cuenta con los permisos requeridos para su recolección y así dar su destino final para su propio fin de la empresa recolectora.

En el área destinada para el proyecto no se cuenta con vegetación para remover, solo se hará despalle de material vegetal el cual se depositará en los stocks de

material de este tipo para posteriormente reutilizarse en las áreas verdes de la unidad.

#### II.1.2 Selección del sitio.

La ubicación del proyecto se dio por dos factores, las cuales cumple el área seleccionada:

- Zona totalmente plana para evitar el trabajo de nivelación de terreno.
- Área abierta y libre de infraestructura que afecte al aterrizaje de los helicópteros.

#### II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.

- a) Plano topográfico: En el Anexo técnico se presenta el plano topográfico del área donde se muestran las características del terreno.
- b) Plano de conjunto del proyecto: En el Anexo técnico se presenta el plano arquitectónico de los componentes del proyecto.

#### II.1.4 Inversión requerida.

\$ 598,673.97

#### II.1.5 Dimensiones del proyecto.

- a) Superficie total del predio: La superficie a utilizar para la instalación del Helipuerto de la Unidad Minera Tizapa es de 1,414.21 m<sup>2</sup>
- b) Superficie para afectar (en m<sup>2</sup>): De acuerdo con el mapa de uso de suelo y vegetación del INEGI, el área está clasificada como desprovista de vegetación, por lo que no habrá afectación sobre la vegetación de la región.

c) Superficie (en m<sup>2</sup>) para obras permanentes: En la Tabla 2.1. se muestran los componentes del proyecto y el porcentaje que representan con respecto al total del predio.

Componentes	Extensión m <sup>2</sup>	Porcentaje del predio
Plataforma 1	399.80	28.27
Plataforma 2	196.06	13.86
Plataforma 3	195.32	13.81
Calles y rutas de rodaje	238.12	16.83
Estacionamiento	384.91	27.21
<b>TOTAL</b>	<b>1414.21</b>	<b>100</b>

TABLA 2.1: COMPOENTES DEL PROYECTO.

d) Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias: De acuerdo con INEGI 2020, el uso de suelo actual, del lugar donde se encontrará Helipuerto es suelo desprovisto de vegetación.

#### II.1.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

Con base en las cartas temáticas editadas por el INEGI (2010) y los recorridos realizados para este estudio, se observa que para la zona del proyecto la disgregación de los asentamientos humanos ha provocado una serie de impactos físicos, biológicos y sociales; positivamente, se ha beneficiado el acceso a servicios como la luz; entre sus impactos negativos se observa la pérdida de suelo por malas prácticas agrícolas y de pastoreo; y pérdida de biodiversidad.

Los servicios con los que cuentan los municipios de Zacazonapan, Tejupilco, Luvianos, Temascaltepec y Otzoloapan son: energía eléctrica, agua potable y drenaje.

## II.2 Características particulares del proyecto.

El proyecto solo contempla la construcción de 3 pistas de aterrizaje, calles de rodaje y un estacionamiento vehicular en una extensión de 1,414.21 m<sup>2</sup> sobre suelo clasificado como Desprovisto de vegetación. No se pretende hacer obras complementarias como talleres, almacenes, salas de espera u oficinas.

### II.2.1 Descripción de obras principales del proyecto.

Como se muestra en el plano arquitectónico en el Anexo técnico, el diseño geométrico de los componentes del Helipuerto está basados específicamente en la longitud total del helicóptero Eurocopter AS365N3 (Dauphin).

### II.2.2 Capacidad proyectada.

Se realizara la construcción de un Helipuerto de orden privado conforme al reglamento de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, por lo que el Proyecto Arquitectónico cuenta con la realización de una Base de Helipuerto para acenso y descenso del Helicóptero y 2 Estacionamientos, uno terrestre y uno aéreo, en el cual las bases se realizarán con concreto hidráulico de f'c 250 kg/cm<sup>2</sup> con un espesor de losa de 20 cm, así mismo se realizará una pista de rodaje de 8.10 metros de largo por 3.045 metros de ancho para un estacionamiento de Helicóptero. Se realizará la ampliación de un estacionamiento para helicóptero vía aérea, este se encuentra hacia el lado poniente del Helipuerto principal.

### II.2.3 Tránsito estimado.

1 helicóptero, para su uso en caso de emergencias (traslado aéreo) y visitas, pudiendo ser estas 3 vistas máximo al año.

### II.2.4 Descripción de la infraestructura aeroportuaria.

#### Pistas.

Calles y rutas de rodaje en tierra: Existirá una calle de rodaje en tierra que partirá desde el lado Norte del helipuerto y se extenderá hasta el área de estacionamiento. Dicha calle de rodaje será pavimentada y tendrá una anchura de 1.5 veces el ancho del helicóptero de diseño, que es de 2.03 metros, lo cual nos da lo siguiente:

Anchura de la calle de rodaje =  $1.5 (2.03) = 3.045$  metros (Figura 2.3).

La ruta de rodaje se extenderá simétricamente a cada lado del eje a una distancia por lo menos igual a 0.75 de la anchura total máxima (11.94 metros) del helicóptero de diseño, lo cual nos da:

Anchura de la ruta de rodaje =  $1.5 (11.94) = 17.91$  metros (Figura 2.2).

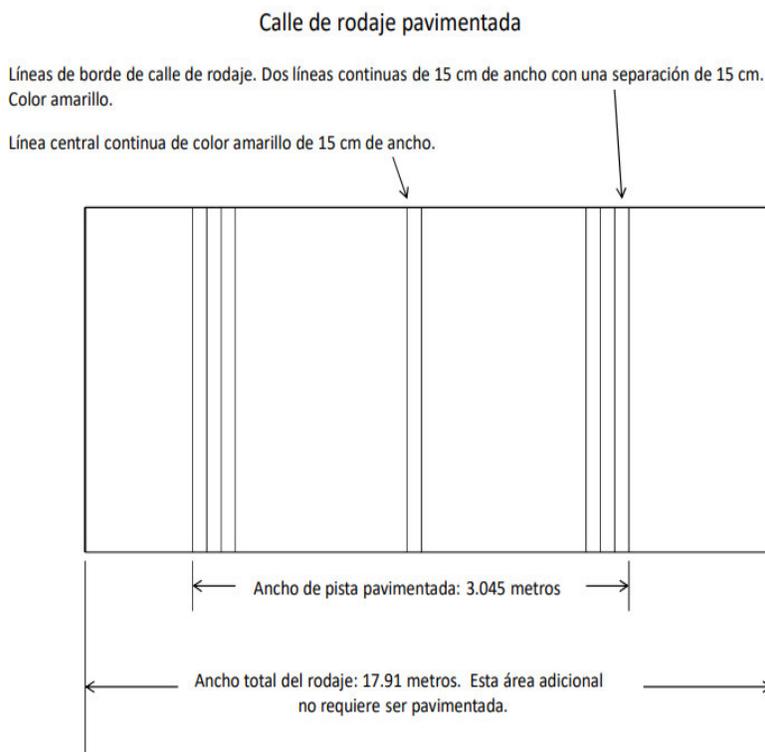


FIGURA 2.2: DETALLES SOBRE LAS CALLES DE RODAJE.

### Calles y rutas de rodaje aéreo.

Existirá una calle de rodaje en tierra que partirá desde el lado Oeste del helipuerto y se extenderá hasta el área de estacionamiento. Dicha calle de rodaje no será pavimentada y tendrá una anchura de 2 veces el ancho del helicóptero de diseño, que es de 2.03 metros, lo cual nos da lo siguiente:

Anchura de la calle de rodaje =  $2 (2.03) = 4.06$  metros (Figura 2.3).

La superficie de la calle de rodaje será capaz de resistir las cargas estáticas que impondrá el helicóptero de diseño. La ruta de rodaje aéreo se extenderá simétricamente a cada lado del eje una distancia por lo menos igual a la anchura total máxima (11.94 metros) del helicóptero de diseño, lo cual nos da:

Anchura de la ruta de rodaje aéreo =  $2 (11.94) = 23.88$  metros (Figura 2.3).

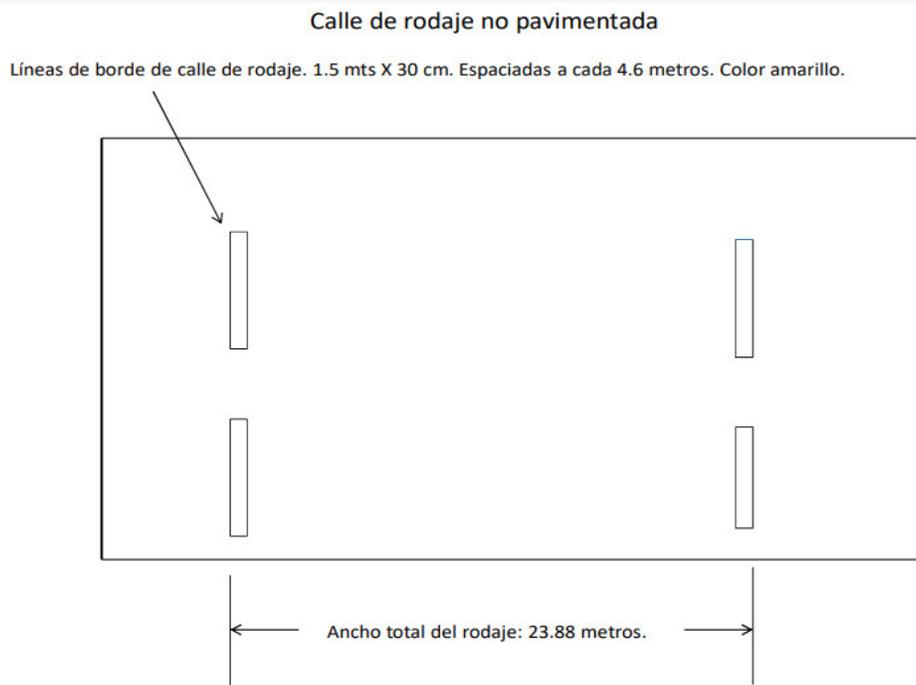


FIGURA 2.3: DETALLES DE CALLE NO PAVIMENTADA.

### Zonas de maniobras.

FATO: El área de aproximación final y de despegue (FATO), es un área definida en la que termina la fase final de la maniobra de aproximación hasta el vuelo estacionario o el aterrizaje y a partir de la cual empieza la maniobra de despegue. Cuando la FATO esté destinada a helicópteros que operen en la Clase de performance 1, el área definida comprenderá el área de despegue interrumpido disponible.

La FATO es un área de amplitud y forma tales que comprendan una superficie dentro de la cual pueda trazarse un cuadrado que mida por lado 1.5 veces la longitud total del helicóptero de diseño.

Aeronave: Dauphin AS365N3

Longitud total del helicóptero: 13.73 m

Cada lado de la FATO:  $1.5 * 13.73 = 20.595$  m

La FATO del Helipuerto Tizapa tendrá una dimensión de 20.595 m por lado, teniendo las características necesarias para realizar operaciones aéreas seguras.

TLOF: El área de toma de contacto y de elevación inicial (TLOF), es un área que permite la toma de contacto o la elevación inicial de los helicópteros. La TLOF es un área de amplitud y forma tales que comprendan una superficie dentro de la cual pueda trazarse un círculo de diámetro no inferior a  $0.83 D$ , donde  $D$  es la longitud total del helicóptero de diseño.

Aeronave: Dauphin AS365N3

Longitud total del helicóptero: 13.73 m

Diámetro TLOF:  $0.83 * 13.73 = 11.39$  m

La TLOF del Helipuerto Tizapa será de forma circular y tendrá una dimensión de 11.39 m de diámetro.

#### Plataformas:

Las dimensiones de los puestos de estacionamiento serán tales que puedan contener un círculo cuyo diámetro sea por lo menos de 1.2 veces el diámetro (13.73 m) del helicóptero de diseño, lo cual nos da:

Diámetro de la plataforma =  $1.2 (13.73) = 16.47$  metros (Figura 2.4).

Las plataformas estarán rodeadas de un área de protección que se extenderá desde su borde hasta una distancia de 0.4 veces el diámetro (13.73 m.) del helicóptero de diseño, lo cual nos da:

$$\text{Área de protección} = 0.4 (13.73) = 5.49 \text{ metros.}$$

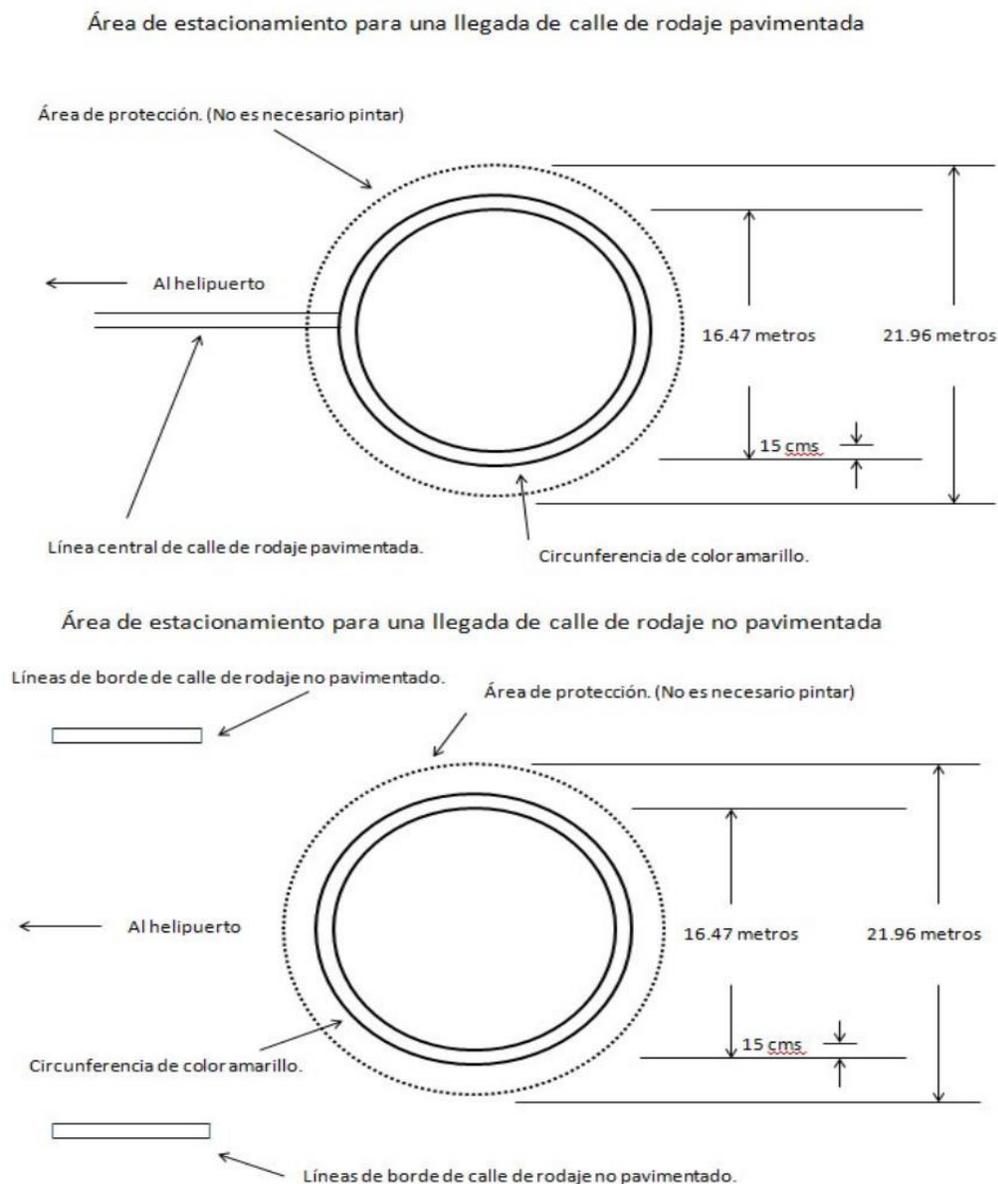


FIGURA 2.4: MUESTRA DETALLES DE LAS PLATAFORMAS DE ATERRIZAJE.

### De operaciones aéreas.

Superficies limitadoras de obstáculos: Las superficies limitadoras de obstáculos se trazaron basándose en lo establecido en el punto 4.2.3 de la CO DA-05/07 R-1, que establece los Requisitos para Regular la Construcción, Modificación y Operación de Helipuertos, así como el punto 4.2.3 del Anexo 14 Vol. II de la OACI; respecto a las FATO para vuelo visual se establecen las siguientes superficies limitadoras de obstáculos:

- Superficie de ascenso en el despegue.
- Superficie de aproximación.

Superficie de ascenso en el despegue: De acuerdo con lo establecido en los puntos 3.2.20, 3.2.22 y 3.2.23 de la CO DA05/07 R-1, y tomando en cuenta que el Helipuerto Tizapa cuenta con una FATO para operaciones visuales, el uso del helipuerto es diurno y el performance 1 del helicóptero de diseño, los datos para el cálculo de la superficie de ascenso en el despegue serán los indicados en la siguiente tabla (Tabla 2.2):

DESPEGUE EN LÍNEA RECTA

Superficie y dimensiones	Que no sea de precisión (visual)				
	Clase de performance de los helicópteros			Por instrumentos	
	1	2	3		
<b>ASCENSO EN EL DESPEGUE</b>					
Anchura del borde interior		Anchura del área de seguridad			90 m
Lugar del borde interior		Límite o extremo de la zona libre de obstáculos			Límite o extremo de la zona libre de obstáculos
<i>Primera sección</i>					
Divergencia	— día	10%	10%	10%	30%
	— noche	15%	15%	15%	
Longitud	— día	a	245 m <sup>b</sup>	245 m <sup>b</sup>	2 850 m
	— noche	a	245 m <sup>b</sup>	245 m <sup>b</sup>	
Anchura exterior	— día	c	49 m <sup>d</sup>	49 m <sup>d</sup>	1 800 m
	— noche	c	73,5 m <sup>b</sup>	73,5 m <sup>b</sup>	
Pendiente (máxima)		4,5%*	8% <sup>b</sup>	8% <sup>b</sup>	3,5%
<i>Segunda sección</i>					
Divergencia	— día	paralela	10%	10%	paralela
	— noche	paralela	15%	15%	
Longitud	— día	e	a	a	1 510 m
	— noche	e	a	a	
Anchura exterior	— día	c	c	c	1 800 m
	— noche	c	c	c	
Pendiente (máxima)		4,5%*	15%	15%	3,5%*
<i>Tercera sección</i>					
Divergencia		—	paralela	paralela	paralela
Longitud	— día	—	e	e	7 640 m
	— noche	—	e	e	
Anchura exterior	— día	—	c	c	1 800 m
	— noche	—	c	c	
Pendiente (máxima)		—	15%	15%	2%

a. Determinado por la distancia desde el borde interior hasta el punto en que la divergencia alcanza una anchura de 7 diámetros del rotor en el caso de operaciones diurnas o de 10 diámetros del rotor en operaciones nocturnas.

b. La pendiente y la longitud proporcionan a los helicópteros un área para acelerar y ascender evitando las combinaciones peligrosas de altura y velocidad aerodinámica.

c. Anchura total de 7 diámetros del rotor en el caso de operaciones diurnas y anchura total de 10 diámetros del rotor en operaciones nocturnas.

d. La anchura del borde interior se añadirá a esta dimensión.

e. Determinado por la distancia desde el borde interior hasta el punto en que la superficie alcanza una altura de 150 m por encima de la elevación del borde interior.

\* Esta pendiente excede de la de ascenso, con un motor fuera de funcionamiento y masa máxima, de muchos helicópteros actualmente en servicio.

TABLA 2.2: DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE ASCENSO EN EL DESPEGUE.

Dimensiones de la Superficie de Ascenso en el Despegue para uso Diurno:

Anchura del borde interior: La anchura del borde interior será igual a la FATO más el área de seguridad que será de 3.43 metros a cada lado, por lo tanto:

FATO = 20.595 metros.

Área de seguridad: 3.43 metros a cada lado = 6.86 metros.

Borde interior = FATO + área de seguridad = 20.595 + 6.86 = 27.455 metros.

\*\*Este dato se ha redondeado a 27.46 metros.

#### PRIMERA SECCIÓN:

Divergencia: 10%  
Longitud: 280.6 metros  
Anchura exterior: 83.58 metros  
Pendiente máxima (4.5%): 12.62 metros

#### SEGUNDA SECCIÓN:

Divergencia: Paralela  
Longitud: 3,052.73 metros  
Anchura exterior: 83.58 metros  
Pendiente máxima (4.5%): 150 metros

#### TERCERA SECCIÓN:

Divergencia: Paralela  
Longitud: 810 metros

Anchura exterior:	83.58 metros
Pendiente máxima:	150 metros

### II.2.5 Rutas de navegación.

Las rutas que se llevarán a cabo serán únicamente las rutas procedentes del Aeropuerto de Toluca al helipuerto Tizapa.

### II.2.6 Tipo y características de las aeronaves.

El helicóptero de diseño que se tomará como el más crítico para la operación del helipuerto Tizapa, será el Eurocopter AS365N3 (Dauphin), el cual está diseñado para operar bajo escenarios de gran altitud y altas temperaturas. Dispone de dos motores Turbomeca Arriel 2C y un control digital del motor (FADEC) (Figura 2.5).

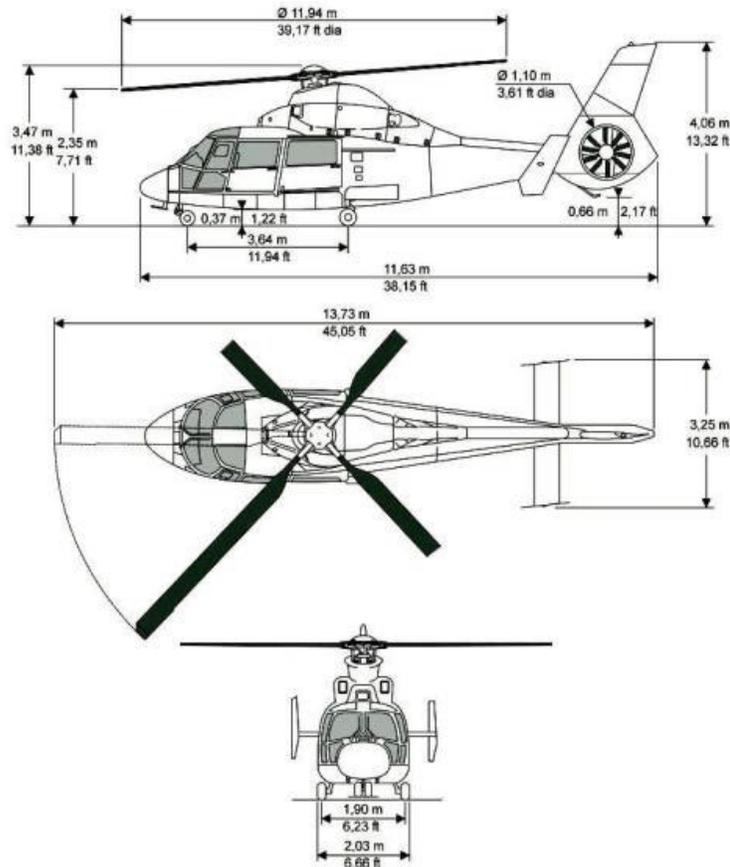


FIGURA 2.5: CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DEL HELICÓPTERO A USAR EN EL HELIPUERTO.

Rendimientos referenciados a las características de la aeronave.

La mejora significativa en el rendimiento del AS365N3 se debe principalmente a la adopción de la última edición a la familia de motores Turbomeca Arriel.

De hecho, el Arriel 2C instalado en el AS365N3 es un 18% más potente que el Arriel 1C2 que se inscribe en la versión AS365N2.

El motor Arriel 2C tiene un control electrónico avanzado para el motor (FADEC), cuyas ventajas ya se reconocen como un mejor aprovechamiento de la energía disponible. Este incremento en la potencia puede ser usado en climas cálidos o en mayores elevaciones para aumentar en el helicóptero el peso de despegue de forma significativa. Así, para altitudes entre 1000 m y 3000 m, por ejemplo, en condiciones ISA + 20°C, fuera del efecto suelo, la versión AS365N3 puede llevar una carga útil de 300 kg más que el AS365N2.

Con los motores de nueva generación, el helicóptero AS365 N3 (Dauphin) dentro de las "Capacidades de rendimiento Categoría A" (PERFORMANCE 1) cumple con las exigencias reglamentarias. Aún en condiciones ISA + 20 °C pero ahora a nivel del mar, en el AS365N3 la carga útil aumenta en casi 500 kg con respecto al AS365N2 en el caso de despegue de techos en áreas urbanas.

### Características generales

- Tripulación: 1 o 2 pilotos
- Capacidad: Hasta 11 pasajeros
- Longitud: 13.73 m (45,06 pies)
- Diámetro del rotor: 11,94 m (39,17 pies)
- Altura: 4,06 m (13,32 pies)
- Peso en vacío: 2.411 kg (5.315 libras)
- Peso máximo al despegue: 4.300 kg (9,480 libras)
- Planta motriz: 2 × Turbomeca Arriel 2C turboejes, 625 kW (838 SHP) cada uno.
- Capacidad de combustible: 1,135 litros, 300 gal, 897 kg, 1,977 lbs

### Rendimiento

- Velocidad máxima: 306 km / h (165 nudos, 190 millas por hora)
- Rango Ferry: 446 NM, 827 km (514 millas)
- Techo de servicio: 5.865 m (19.242 pies)
- Régimen de ascenso: 8.9 m / s (1.759 ft / min) 4-3

El Eurocopter AS365N3 Dauphin incorpora sistemas tales como FADEC, que realiza funciones críticas para la continuación segura del vuelo y el aterrizaje del helicóptero. FADEC es un dispositivo electrónico que realiza las funciones de control del motor. El AS365N3 es impulsado por dos motores Turbomeca Arriel 2C, los motores desarrollan una potencia máxima de contingencia durante 30 segundos de 977 SHP. Con sus motores Arriel 2C, el AS365N3 puede superar el efecto a tierra con el peso máximo y en 50° C y, por último, pero no menos importante, su nivel de ruido externo es de 3.1 dB por debajo de las normas de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), por lo que es el más tranquilo en la categoría (4 ton/11 pasajeros).

El helicóptero AS365N3 cumple con los requerimientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT3-2000, que establece dentro de la República Mexicana los límites máximos permisibles de emisiones de ruido producido por las aeronaves de reacción, subsónicas propulsadas por hélice, supersónicas y helicópteros, su método de medición, así como los requerimientos para dar cumplimiento a dichos límites.

Así mismo se tomaron las siguientes acciones y procedimientos para reducir el ruido en el área circundante al helipuerto Tizapa:

1. La forma más efectiva de abatimiento de ruido es mantener a máxima separación horizontal y vertical de las áreas sensibles.
2. El movimiento de los controles de vuelo debe ser suave y gradual.
3. La exposición al ruido es: Menor detrás que delante del helicóptero, menor del lado izquierdo que del lado derecho, menor a los lados de la trayectoria de vuelo

que directamente abajo y menor en sentido contrario que en el sentido que viaja el helicóptero.

4. Los despegues deberán hacerse en el sentido del viento.
5. Ascender con mejor relación para alcanzar la máxima altitud tan pronto como sea posible.
6. Evitar la máxima potencia de ascenso sobre áreas sensibles al ruido cuando sea posible.
7. Limitar la velocidad de crucero a 110 nudos al sobrevolar áreas sensibles.
8. Planear las rutas para mantener las áreas sensibles al ruido del lado izquierdo del helicóptero.
9. Mantener una velocidad de 60 nudos durante el descenso justo antes del aterrizaje.
10. No incrementar la potencia hasta encontrarse dentro de los 100 pies del terreno.
11. Evitar descender sobre las áreas sensibles al ruido. Los helicópteros que aterricen en el helipuerto Tizapa deberán cumplir con los requerimientos de la NOM-036-SCT3-2000, por lo anterior deberán contar con su certificado de homologación de ruido conforme a lo establecido en los Artículos 126, fracciones VI y 131 inciso I del Reglamento de la Ley de Aviación Civil.

### II.2.7 Tránsito estimado.

1 helicóptero, para su uso en caso de emergencias (traslado aéreo) y visitas pudiendo ser estas 3 vistas al año máximo.

### II.3 Programa General de trabajo.

CONSTRUCCION DE PAVIMENTO	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J
TRAZO Y NIVELACIÓN DE OBRA	■	■	■	■	■	■	■	■	■																			
DESMONTE Y LIMPIEZA,	■	■	■	■																								
EXCAVACION DE T.N. PARA ALBERBAR LOSA DE CIMENTACION, ANDADOR, POSTES				■	■																							
RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION				■	■	■	■	■	■																			
COMPACTACION DE T.N.									■	■																		
SUMINISTRO Y HABILITADO DE ACERO EN GUARNICION PERIMETRAL										■	■	■	■															
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO EN GUARNICIONES PERIMETRALES												■	■	■														
SUMINISTRO Y HABILITADO DE ACERO EN FIRME															■	■	■	■	■	■								
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO EN FIRME CON CONCRETO																					■	■	■	■				
SUMINISTRO Y HABILITADO DE ACERO EN GUARNICION																						■						
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO EN GUARNICIONES EN ANDADOR CONCRETO																							■					



### II.3.2 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

No se realizarán obras o actividades provisionales del proyecto, esto se debe a que el Helipuerto se encontrará dentro de las instalaciones de la Unidad Minera Tizapa, donde ya se cuenta con la infraestructura y actividades necesarias para la operación del proyecto.

### II.3.3 Etapa de construcción.

La etapa de construcción iniciará con la excavación de t.n. para albergar losa de cimentación, andador, postes y guarnición hasta 15 cm. Para el posterior retiro de material producto de excavación por medios mecánicos con un 30% de abundamiento del volumen de corte y la compactación de t.n. con métodos mecánicos a un 95% suministro y habilitado de acero en guarnición perimetral en firme con armado de acero de 4 var. longitudinal de 1/2" y estribos de 20 cm de acero 1/4" alambón.

Los trabajos de pavimentación en las pistas y estacionamiento se llevarán a cabo con concreto hidráulico de  $f'c$  250 kg/cm<sup>2</sup> con espesor de losa de 20 cm, el material a utilizar serán cementos y agregados de máximo 19 mm, así como una base de tepetate previo al colado y maquinaria.

El drenaje perimetral serán una serie de cunetas de concreto que se construirán una vez terminadas las pistas, el estacionamiento y las calles de rodaje.

Una vez terminada las pistas, estacionamiento y calles de rodajes se procederá a la señalización tanto de pintura en todas las áreas del proyecto como de luces para su correcta iluminación.

Por último, se colocarán los postes de delimitación del área de aterrizaje.

### II.3.4 Etapa de operación y mantenimiento.

El helipuerto Tizapa pretende tener operaciones diurnas, contemplando como aeronave crítica el Eurocopter AS365N3 (Dauphin). Así mismo, la ubicación de la plataforma será a nivel del suelo, por lo que se clasificará como helipuerto de superficie. Con base en lo antes descrito y en la clasificación indicada en la Tabla 6-1 del anexo 14 Vol II de la OACI, se determina que el helipuerto Tizapa se clasificará como helipuerto de superficie de categoría H1.

CATEGORÍA	LONGITUD TOTAL DEL HELICÓPTERO
H1	hasta 15 m. exclusive
H2	de 15 m. a 24 m. exclusive
H3	de 24 m. a 35 m exclusive

Altitudes de operación. Las altitudes de operación que deberán observarse en las rutas procedentes del Aeropuerto de Toluca al helipuerto son las dispuestas en la Publicación de Información Aeronáutica (PIA/AIP) de México o las indicadas por la Torre de Control correspondiente.

Las actividades de mantenimiento estarán relacionadas con la restauración de la pintura anualmente y la supervisión constante del concreto de las planchas y caminos de rodaje.

### II.3.5 Otros insumos.

Residuos sólidos urbanos. En el Anexo técnico, se presenta el Procedimiento para el Manejo y control de los residuos sólidos industriales no peligrosos y domésticos, donde se establece el método para asegurar el correcto manejo, control y disposición de dichos residuos. En dicho método destaca la adecuada separación

y almacenamiento de estos residuos, donde el responsable del área es responsable de ver que se lleve a cabo una buena clasificación de acuerdo con lo siguiente:

- Color Azul para plásticos (bolsas)
- Color Amarillo para papel (cartón que no genere volumen)
- Color Gris Metal para latas de aluminio
- Color Verde para residuos orgánicos

Los contenedores podrán ser identificados con etiquetas del color del residuo aquí señalado.

Cabe señalar que también se contará con recipientes para la recolección del pet en diferentes áreas estratégicas con el fin de donarlas a las instituciones que lo soliciten.

Al momento de generar madera o cartón se deberá colocar en un lugar seco y sin riesgo de contaminación para poder reutilizar.

Dichos residuos permanecerán almacenados hasta que el colaborador del contratista de limpieza retire su contenido, que será de lunes a sábado de acuerdo con los siguientes horarios:

10:00 am a 1:00pm en toda la unidad.

Los residuos sólidos industriales y domésticos que se puedan reutilizar o reciclar, se deben separar para entregar al personal del Departamento de Seguridad y Medio Ambiente para su almacenamiento en confinamiento temporal los martes y viernes de 13:00 a 15:00 PM, en dicho lugar se mantendrá el cartón, la madera, el PET, etc. separados hasta determinar su disposición final.

### II.3.6 Sustancias peligrosas.

Residuos peligrosos. Como se presenta en el Anexo Técnico, en la Unidad Minera Tizapa se tienen procedimientos bien establecidos sobre el manejo de los residuos peligrosos, los cuales aplican al presente proyecto, esto a través de las Medidas de Control MASS (Medio Ambiente, Seguridad y Salud), destaca dentro de los procedimientos:

#### Identificación y clasificación de los residuos peligrosos

- a) Todo contenedor que almacene una sustancia química peligrosa deberá de estar identificado de acuerdo con la NOM-018-STPS-2015. Al realizar trasvase de una sustancia química peligrosa de un contenedor grande a uno más pequeño o viceversa, deberá de etiquetarse el nuevo contenedor que almacene la sustancia química peligrosa.
- b) Los residuos peligrosos se deberán separar de acuerdo al residuo que se trate, es decir, residuos con aceite, residuos con pintura y también se deberá considerar el estado físico de cada residuo.
- c) El responsable de cada área deberá revisar periódicamente que en el almacenamiento de los residuos peligrosos sean clasificados adecuadamente.

### II.3.7 Descripción de obras asociadas al proyecto.

*Sistema de extinción de incendios:* El objetivo principal del equipo de extinción de incendios es el de salvar las vidas humanas, proteger el equipo de vuelo e instalaciones, razón por la cuál es de suma importancia contar con los medios necesarios para poder hacer frente a los posibles accidentes o incidentes que se presenten en las operaciones del helicóptero en un helipuerto o en sus proximidades.

El nivel de protección debe basarse en el helicóptero de mayores dimensiones que normalmente se utilizará, cualquiera que sea el número de operaciones. El siguiente concepto es considerado de primordial importancia para el óptimo desarrollo y comprensión del estudio en cuestión. El servicio de salvamento y extinción de incendios deberá estar disponible en todo momento en el mismo helipuerto o en las proximidades cuando haya movimientos de helicópteros.

Las cantidades de agua para la producción de espuma y los agentes complementarios que hayan de proporcionarse deben corresponder a la categoría del helipuerto para fines de extinción de incendios de la siguiente tabla (Tabla 2.3):

Categoría (1)	Espuma que satisfaga el nivel B de performance		Agentes complementarios		
	Agua (L) (2)	Régimen de descarga solución de espuma (L/min) (3)	Productos químicos en polvo (kg) (4)	Hidrocarburos halogenados (kg) (5)	CO <sub>2</sub> (kg) (6)
H1	500	250	23	23	45
H2	1 000	500	45	45	90
H3	1 600	800	90	90	180

TABLA 2.3: CANTIDADES MÍNIMAS UTILIZABLES DE AGENTES EXTINTORES PARA HELIPUERTOS DE SUPERFICIE.

Tomando como base los datos de la tabla anterior y de acuerdo con las dimensiones del helicóptero de diseño (13.73m), se tiene que el Helipuerto Tizapa se encuentra dentro de la categoría H-1.

Con referencia a lo anterior, el helipuerto Tizapa contará con un camión de bomberos que cuenta con una capacidad de 1,800 litros de agua y 200 litros de espuma y que además cumple con el régimen de descarga requerido por la normatividad.

Lo anterior cumple con lo solicitado por la CODA 05/07 R1. El camión de bomberos se encontrará ubicado al lado Noreste del helipuerto cuando se esperen operaciones.

La ubicación para el camión de bomberos, ambulancia y otros vehículos se estableció con base al análisis de las superficies limitadoras de obstáculos y esta área se encuentra fuera de esas superficies por lo que no interfiere con la operación del helipuerto.

*Ubicación del Equipo y Herramienta especial de salvamento:* El helipuerto contará con el equipo y herramienta especial básica para salvamento, esta herramienta se encontrará ubicada del lado noreste del helipuerto y disponible en caso de emergencia. En el capítulo 5 se muestra el contenido de este equipo.

*Botiquín de primeros auxilios:* El helipuerto de Tizapa cuenta con una ambulancia que estará disponible junto al equipo de bomberos siempre que haya una operación. Esta ambulancia entre otros equipos cuenta con el botiquín que contiene los materiales que se requieren en la reglamentación.

### II.3.8 Etapa de abandono del sitio.

La vida útil en promedio del proyecto es de 20 años, al término del proyecto, se llevará a cabo la demolición de planchas de concreto y reforestación del área.

### II.3.9 Utilización de explosivos.

No se prevé el uso de explosivos para ninguna de las fases del proyecto.

### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

Sobre la base de las características del proyecto, es recomendable identificar y analizar los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez legal tales como:

- III.1 Los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados (regionales o locales). Con base en estos instrumentos deben describirse la Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) del POET en las que se asentará el proyecto; así mismo se deberán relacionar las políticas ecológicas para cada una de las UGA's involucradas, así como los criterios ecológicos de cada una de ellas, con las características del proyecto, determinando su correspondencia a través de la descripción de la forma en que el proyecto dará cumplimiento a cada una de dichas políticas y criterios ecológicos.
- III.2 Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o en su caso del Centro de Población. En este rubro es recomendable describir el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS), el Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS), niveles o alturas permitidas para la construcción de las edificaciones en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto, las densidades de ocupación permitidas y temas restricciones establecidas en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano aplicable para el proyecto. En tal sentido, se sugiere anexar copia de la constancia de uso de suelo expedida por la autoridad competente, en la cual se indiquen los usos permitidos, condicionados y los que estuvieren prohibidos, también se recomienda que se destaque en ese documento la

correspondencia de éstos con los usos que propone el propio proyecto.

- III.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.
- III.4 Normas Oficiales Mexicanas (NOMs).
- III.5 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas. En este rubro se recomienda mencionar si el proyecto se ubicará total o parcialmente dentro de un Área Natural Protegida (ANP) y la categoría a la que ésta pertenece, de ser el caso, indicará si se afecta la zona núcleo o de amortiguamiento. Asimismo, se señalará claramente si el documento de declaratoria de ANP, así como en su Programa de Manejo, se permite, se regula o se restringe la obra o la actividad que se pretende llevar a cabo y de qué modo lo hace, a fin de verificar si el proyecto es compatible con la regulación existente. Es conveniente que lo anterior se acompañe de un plano a escala gráfica en el que se detalle algún rasgo o punto fisiográfico, topográfico o urbano reconocible, con el fin de lograr una mejor referencia de la zona.
- III.6 Bandos y reglamentos municipales.

En caso de que existan otros ordenamientos aplicables, es recomendable revisarlo e identificar la congruencia del proyecto en relación con las disposiciones sobre el uso de suelo que estos establezcan.

### III.1 Los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).

#### III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

"El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos". (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Título Primero, Art.3 fracción XXIII).

El Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio (MOET) es físicamente un mapa que contiene áreas con usos y aprovechamientos permitidos, prohibidos y condicionados. La formulación del POEGT se realizó en 2008 y consistió en cuatro etapas metodológicas: caracterización, diagnóstico, pronóstico y propuesta. La caracterización y el diagnóstico permitieron conocer y evaluar las condiciones ambientales actuales que guarda el país, así como las variables que determinan los espacios territoriales y su aptitud para el desarrollo de cada sector, así como su incompatibilidad con otros sectores.

Cabe aclarar que este Programa es de observancia obligatoria para toda la Administración Pública Federal e inductivo para los particulares.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000,

empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

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

Cabe señalar que, aun cuando las UABs y las UGAs comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas Unidades difieren en el proceso de construcción, toda vez que las UGAs se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UABs, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte (Tabla 2.4).

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DE DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLÍTICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA
18.19	67	DEPRESIÓN DEL BALSAS	FORESTAL MINERIA	AGRICULTURA GANADERIA	POBLACIONAL PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA	SCT PUEBLOS INDIGENAS	RESTAURACION Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	MEDIA

TABLA 2.4: ESTRATEGIAS DE LA UAB 67 DEPRESIÓN DEL BALSAS: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44.

Para la ubicación del predio dentro de las Unidades Ambientales Biofísicas se utilizó el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), ya que el municipio no cuenta con un documento de planeación ambiental de este tipo que permita integrarlo a las acciones propuestas de desarrollo ambiental.

El proyecto está dentro de la UAB 67 DEPRESIÓN DEL BALSAS, sus Rectores de desarrollo son Forestal y Minero, con un Política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable, razones por lo que el proyecto está en concordancia con este ordenamiento.

### III.1.2. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México.

Las actividades para realizar se encuentran en concordancia con los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México Teniendo especial atención en las especies de vida silvestre de distribución restringida o catalogadas en algún nivel de riesgo, que se localicen en la zona del

proyecto. Para el municipio de Zacazonapan la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) donde se localiza el proyecto es (Figura 3.2):

**Clave de las Unidad:**

Ff-4-653

**Uso predominante:**

Flora y fauna

**Fragilidad ambiental:**

Alta

**Política ambiental:**

Conservación

**Criterios de Regulación Ecológica:**

143, 165, 170, 178, 185, 196, 201 y 205

**Criterios:**

143: En las zonas de uso agrícola y pecuario de transición a forestal se impulsarán las prácticas de reforestación con especies nativas y asociadas a frutales.

165: Los tocones encontrados en las áreas seleccionadas para la explotación forestal no podrán ser removidos o eliminados, en especial aquellos que contengan nidos o madrigueras, independientemente del tratamiento silvícola de que se trate.

170: Los jardines botánicos, viveros y unidades de producción de fauna podrán incorporar actividades de ecoturismo.

178: Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la comunidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio estatal, en

particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.

185: Durante los trabajos de exploración y explotación minera, se deberán disponer adecuadamente los residuos sólidos generados.

196: Desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia en el sitio.

201: Se establecerá una franja de amortiguamiento en las riberas de los ríos. Esta área tendrá una amplitud mínima de 20 metros y será ocupada por vegetación arbórea.

205: Se prohíbe en zonas con política de protección la ubicación de rellenos sanitarios.

Para la ubicación del predio dentro de las Unidades de Gestión Ambiental se utilizó el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México ya que el municipio no cuenta con un documento de planeación ambiental de este tipo. El proyecto está ubicado en una UGA con Política de Conservación sin embargo los criterios de Regulación Ecológica no se contraponen con el desarrollo del proyecto (Figura 3.1).

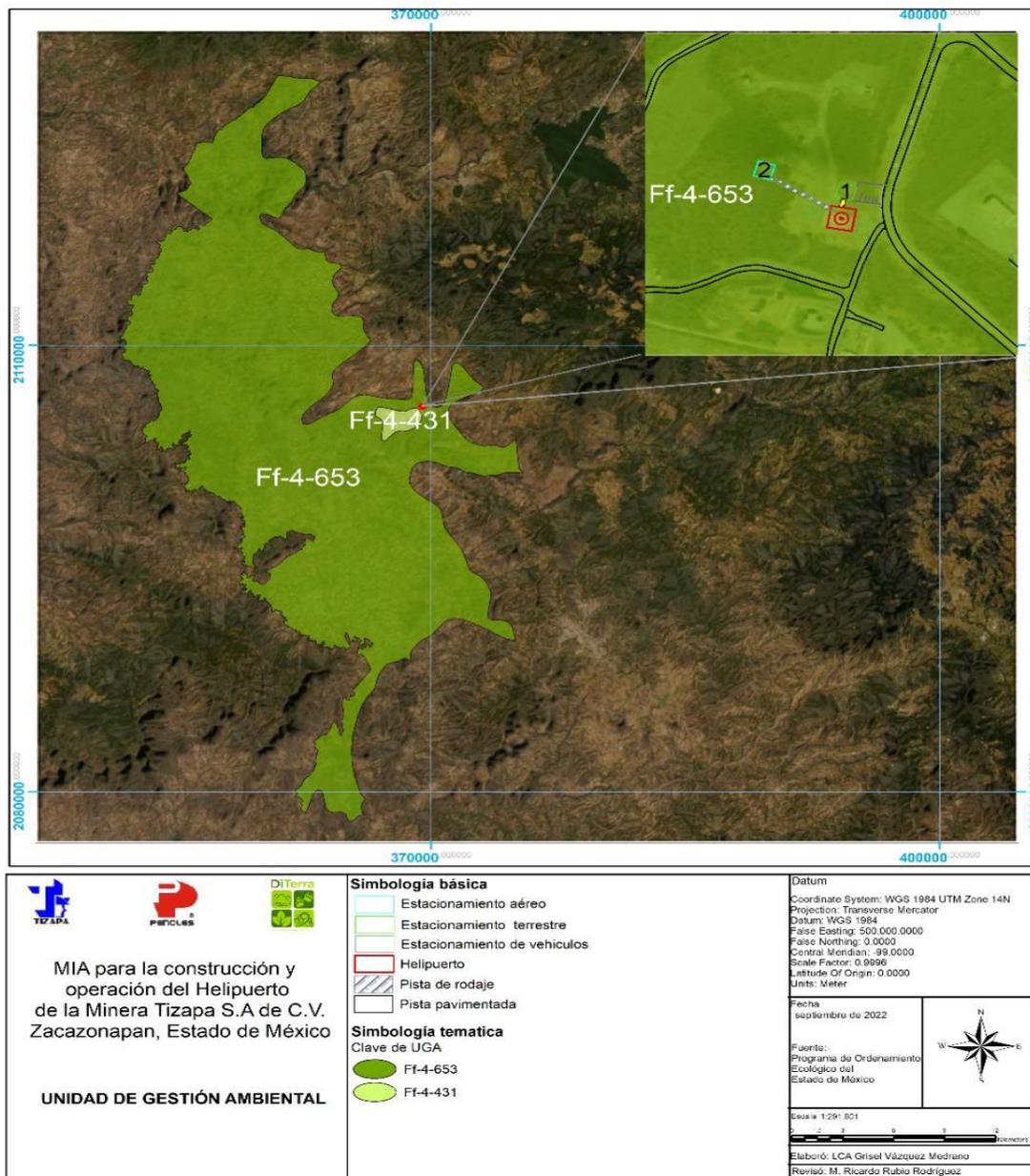


FIGURA 3.1: UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECOT EN LA UGA Ff-4-653 DEL POETEM.

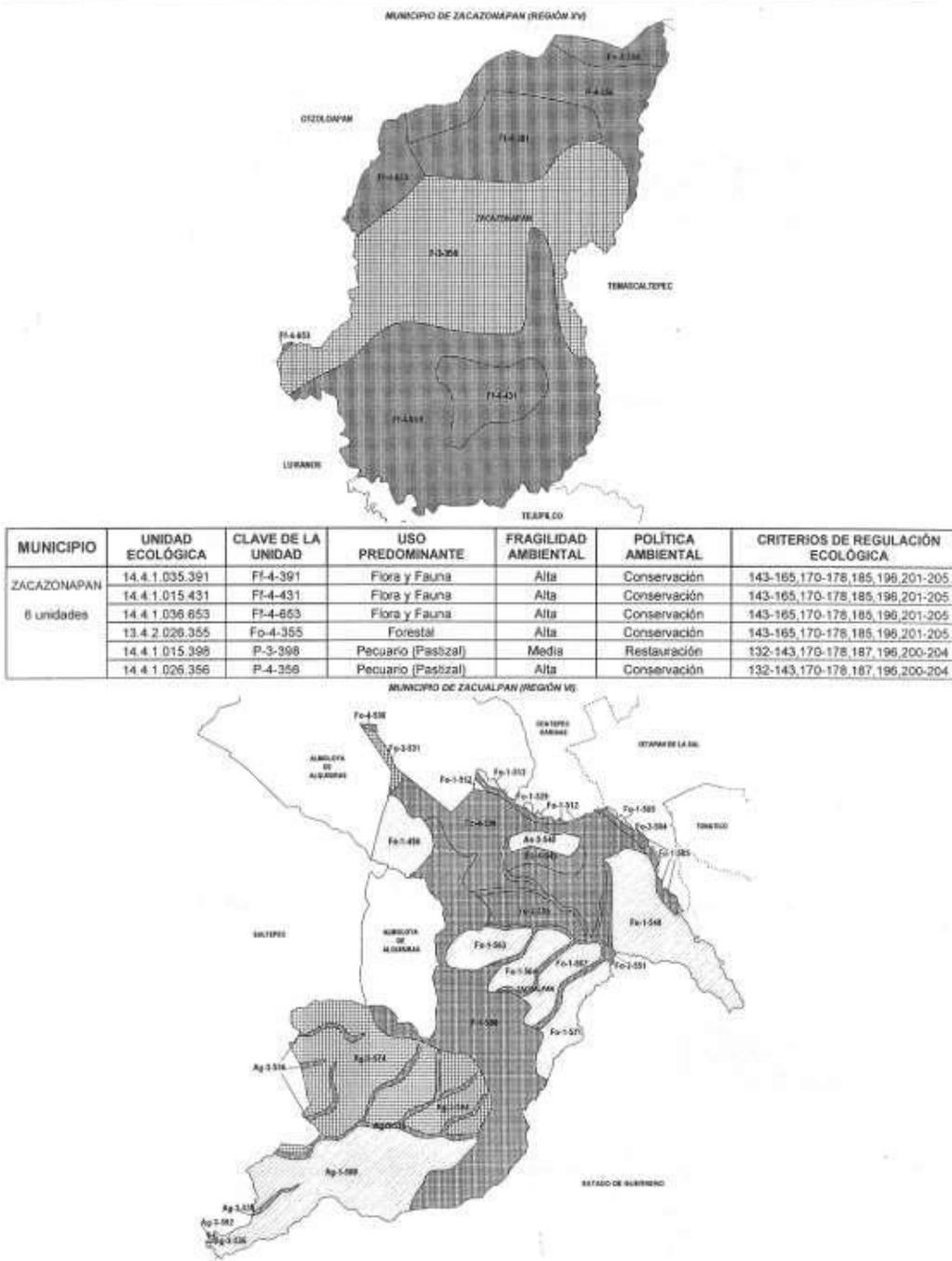


FIGURA 3.2: UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE ZACAZONAPAN.

### III.1.3 Ordenamiento Ecológico del Territorio del municipio de Zacazonapan.

No existe un POET del municipio de Zacazonapan, Estado de México.

### III.2 Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales.

#### III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024.

### *3 ECONOMÍA.*

IMPULSAR LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA, EL MERCADO INTERNO Y EL EMPLEO.

Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. Hoy en día más de la mitad de la población económicamente activa permanece en el sector informal, la mayor parte con ingresos por debajo de la línea de pobreza y sin prestaciones laborales. Esa situación resulta inaceptable desde cualquier perspectiva ética y perniciosa para cualquier perspectiva económica: para los propios informales, que viven en un entorno que les niega derechos básicos, para los productores, que no pueden colocar sus productos por falta de consumidores, y para el fisco, que no puede considerarlos causantes.

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que

constituyen el 93 por ciento y que general la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.

El gobierno federal impulsará las modalidades de comercio justo y economía social y solidaria.

El proyecto de construcción y operación de un helipuerto en la Unidad Minera Tizapa, contempla ocupar mano de obra local en la construcción y durante la operación. Además, es importante mencionar que el Promoviente es el principal empleador, siempre en condiciones dignas, en la zona, por lo que la agilización y optimización de sus procesos y ampliación de su planilla laboral repercute directamente en la economía de la población local.

### III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2019 – 2023.

#### *PILAR ECONÓMICO:*

#### ESTADO DE MÉXICO COMPETITIVO, PRODUCTIVO E INNOVADOR.

Una de las prioridades del Gobierno del Estado de México es acelerar la Transformación económica para consolidar la productividad y competitividad, propiciando condiciones que generen un desarrollo que permita transitar de una economía tradicional a una del conocimiento, mejorar la conectividad entre regiones y ciudades, para consolidarse como el centro logístico del país.

La construcción de la política económica debe aprovechar al máximo las fortalezas y oportunidades del territorio estatal para fomentar la transformación del sector primario, lograr la seguridad alimentaria y promover actividades agropecuarias sostenibles. La industria moderna debe contribuir a la creación de empleos dignos y bien remunerados, bajo una visión integral que ayude a

preservar el medio ambiente. El sector servicios debe consolidarse como motor del crecimiento económico.

La entidad registra la sexta productividad más baja del país.

Esta baja productividad responde a que un alto porcentaje de las personas que trabajan en el Estado de México se encuentran empleadas en actividades poco productivas. Las actividades más productivas son la producción de equipo de transporte y minería, sólo concentran al 2.4 por ciento de la población ocupada, mientras que las industrias que más personas ocupan en la entidad (comercio al por menor y alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas), cuentan con niveles de productividad menores.

Desarrollo regional.

En el Estado de México pueden distinguirse cinco grandes zonas con diferencias significativas en términos de pobreza, nivel de desarrollo y niveles de productividad. La disparidad entre las regiones se observa en sus niveles de pobreza y desarrollo humano: mientras que la Zona Norte registra un Índice de Desarrollo Humano (IDH) municipal promedio de 0.771 y una tasa de pobreza del 37 por ciento, la Zona Sur tiene un IDH promedio de 0.627 y una tasa de pobreza del 71 por ciento.

Competitividad.

De acuerdo con el Foro Económico Mundial, la competitividad es “el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país”. Entre algunas variables que hacen del Estado de México un lugar favorable para la inversión, se encuentran:

-Se ha distinguido por la realización de importantes modificaciones a su marco regulatorio, a fin de lograr una mayor simplificación administrativa, incentivar la apertura de empresas en la entidad y promover el desarrollo económico con un enfoque incluyente y sustentable.

#### Empleo.

El Estado de México cuenta con la fuerza laboral más grande del país y sin embargo presenta al mismo tiempo una de las mayores tasas de informalidad laboral. Al tercer trimestre de 2017, la fuerza de trabajo del Estado de México ascendió a más de 7.6 millones de personas ocupadas, de ellas el 32.3 por ciento laboran en el sector informal. Esta tasa de ocupación en el sector informal se encuentra por encima de la tasa nacional de 26.6 por ciento.

Asimismo, el Estado de México presenta una tasa de desocupación mayor que la media nacional, aunque ésta ha mostrado una tendencia a la baja. La entidad tiene una tasa de desocupación de 4.4 por ciento, equivalente a una población desocupada de 336 mil 159 personas.

**OBJETIVO: TRANSITAR HACIA UNA PLANTA PRODUCTIVA MÁS MODERNA Y MEJOR INTEGRADA.**

**ESTRATEGIA: Facilitar el establecimiento de unidades productivas.**

#### Líneas de Acción

- Promover programas para acelerar el crecimiento y productividad de Micro, Pequeñas y Medianas empresas.
- Brindar asesoría integral para el establecimiento de nuevos negocios en la entidad.

- Consolidar el Sistema de Apertura Rápida de Empresas.
- Fortalecer el tema de Mejora Regulatoria del Estado de México y Municipios para otorgar certidumbre jurídica a las empresas.
- Impulsar la certificación ambiental de las empresas.
- Fomentar el uso de materiales reciclables o elaborados bajo esquemas de producción sostenible.

ESTRATEGIA: Promover el financiamiento privado en inversión productiva.

#### Líneas de Acción

- Promover esquemas de asociación financiera entre el gobierno estatal y la iniciativa privada para el desarrollo de la infraestructura productiva y de servicios.
- Fortalecer la vinculación con cámaras y asociaciones empresariales para el apoyo y fomento de las inversiones productivas mexiquenses.

El desarrollo del proyecto de la Construcción y Operación del Helipuerto en la Unidad Minera Tizapa. es parte de la optimización y mejora de proceso del Promovente, razón por lo cual es parte de las partes descritas del Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023, aportando al desarrollo regional del sur de la entidad a través de la generación de nuevos empleos y aumentado la competitividad y productividad del Estado.

III.2.3. Plan de Desarrollo Municipal de Zacazonapan 2022-2024. 30 de marzo de 2022.

#### *V.- PERFIL GEOGRÁFICO DEL MUNICIPIO*

Actividades secundarias Industria.

La actividad minera ha permitido el desarrollo económico del municipio de Zacazonapan y lo coloca como el principal productor de mineral a nivel estatal, representando en producción 2,796.2 millones de pesos y el 93.87% en el ponderado porcentual.

Esta mina es el mayor empleador de personas, muy por encima de los empleos que generan los ayuntamientos, el comercio y la agricultura, extrayendo metales como oro, plata, zinc, plomo y cobre, siendo esta actividad un importante motor que impulsa el crecimiento en la zona principalmente en el municipio de Zacazonapan, contribuyendo de manera constante al desarrollo y progreso de varios municipios, apoyando con material a los ayuntamientos en la creación de obra pública.

PILAR 2 ECONÓMICO.

MUNICIPIO COMPETITIVO, PRODUCTIVO E INNOVADOR.

El Producto Interno Bruto (PIB):

En el año 2020 el PIB del municipio de Zacazonapan está formado en un 93.99% por la actividad industrial, principalmente por la minería, mientras que la actividad agropecuaria participa únicamente con un 1.46%; siendo esta la segunda actividad más importante en el municipio. Es importante señalar que el PIB del municipio

desde 2015 al 2020 tuvo un crecimiento promedio del 1.86%. En cifras el PIB del Municipio de Zacazonapan en el año 2020, fue del 2978.94 millones de pesos.

#### *VII.I.IV. SUBTEMA: EXPORTACIONES*

Una exportación es básicamente todo bien y/o servicio legítimo que el emisor (el exportador) envíe como mercancía a un tercero (importador), para su compra o utilización.

En el caso especial del Municipio de Zacazonapan a pesar de ser un Municipio Minero, el ayuntamiento no tiene ninguna participación en cuanto a la comercialización y exportación de la producción de la Empresa Minera Tizapa, S.A: de C.V., por lo anterior el presente subtema NO APLICA.

#### *VII.II. TEMA: INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y MODERNIZACIÓN DE LOS SERVICIOS COMUNALES*

El Municipio de Zacazonapan, ha buscado la vinculación efectiva entre los diferentes niveles de gobierno, así como con la iniciativa privada. En el Municipio de Zacazonapan, por medio de la Empresa Minera Tizapa, S. A. de C. V. se han logrado acciones para habilitar algunas obras municipales en escuelas, plazas públicas, relleno sanitario, entre otras.

#### *VII.III. TEMA: INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO*

La innovación se ha convertido en uno de los principales motores del desarrollo económico sostenido, capaz de generar nuevas oportunidades de negocio, apertura de nuevos mercados, demanda de capital humano especializado y creación de empleos y bien remunerados.

El diagnóstico de la innovación de las actividades productivas en el Municipio de Zacazonapan. Las actividades productivas del municipio de Zacazonapan se refieren a la minería, la ganadería y el desarrollo agroindustrial, dichas actividades están sufriendo una transformación diaria. La empresa Minera Tizapa, S. A. de C. v. establecida en el Municipio, frecuentemente renueva sus procesos productivos, administrativos y ambientales, debido a que deben mantenerse innovando permanentemente.

Con el objetivo de elevar el nivel de competitividad del municipio, se han realizado algunas actividades desarrolladas en términos de innovación e investigación en el Municipio de Zacazonapan:

➤ En el caso de la ganadería por medio de la Minera Tizapa, S. A. de C. el Gobierno del Estado de México, por medio de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO) y con la participación de los productores, establecieron un acuerdo de cooperación tripartita, para impulsar las actividades ganaderas, en cuanto a la tecnología del trasplante de embriones. Dicha innovación trajo consigo el nacimiento de 5 ejemplares bovinos de la raza brahmán, en una primera etapa.

### PILAR 3 TERRITORIAL

#### MUNICIPIO ORDENADO, SUSTENTABLE Y RESILIENTE.

##### *VIII.I.I. SUBTEMA: LOCALIDADES URBANAS Y RURALES, ZONAS METROPOLITANAS.*

Las periferias urbanas se identifican como las nuevas áreas de expansión en la que se presentan los cambios más importantes de las ciudades. Esto es debido a que es aquí donde se conforman los espacios de actividad concentrados en nodos de

alta accesibilidad, en los que existe una morfología social cuyas características refieren a una marcada polarización y segregación social, todo esto acompañado por un proceso territorial en el que prevalece una estructura urbana desigual y una franja periurbana con actividades tradicionales vinculadas a la actividad rural.

Densidad de población.

La estructura poblacional del municipio de Zacazonapan se presenta en una pequeña dispersión en el territorio, esto se evidencia por la distribución de la población en las 10 localidades que conforman el municipio.

El IGCEM reporta en el año 2020, que el Municipio de Zacazonapan, contó con una densidad de población para el mismo año 2020, con 77 habitantes por kilómetro cuadrado.

Densidad de vivienda.

La densidad de viviendas para el año 2020 en el municipio se encuentra en un nivel considerable al reportar 20 viviendas por Km<sup>2</sup>, esto debido a la vasta extensión territorial y al número de habitantes y por consiguiente de viviendas.

### *VIII.I.II. SUBTEMA: USO DEL SUELO*

El uso del suelo del tipo industrial (año 2018) en donde se ubica la extracción del mineral por parte de la Empresa Minera Tizapa, S. A. de C. V, cubre una superficie de 280 hectáreas (dato de campo), dicha superficie no se ha documentado, sin embargo, va en aumento.

Contaminación del agua.

Entre las principales fuentes de contaminación del agua en el Estado de México se encuentran las industrias, ya que los procesos de producción industrial requieren de la utilización de grandes volúmenes de agua para la transformación de materias primas, siendo los efluentes contaminados con desechos de dichos procesos productivos vertidos en cauces y cuerpos naturales de agua (CONAGUA, 2012). Al mismo tiempo una gran cantidad de aguas residuales es vertida por los asentamientos humanos debido a la falta de infraestructura de drenaje en varias localidades.

De las subcuencas presentes en el estado, la que posee una vulnerabilidad muy alta es la subcuenca de río Temascaltepec, con dos minas metálicas activas: Tizapa en Zacazonapan y la Guitarra en Temascaltepec, que generan un drenaje ácido que puede afectar gravemente las cuencas. Con vulnerabilidad alta se encuentran la subcuenca del río Tilostoc y la subcuenca del río Ixtapan a causa de la alteración del patrón de drenaje natural y alimentación de acuíferos por el impacto de las minas de agregados pétreos y de cantera. Fuente: retomado de la Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2018 Gobierno del Estado de México, Secretaria de Ecología.

La contaminación del agua se genera principalmente por fuentes fijas como es el caso del rastro municipal y de casas habitación, por la evacuación de aguas y desechos sólidos a ríos, siendo el principal afectado el río Temascaltepec.

#### *VIII.IV. TEMA: VIDA DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES.*

En el Estado de México, el principal rango altitudinal de los bosques de encino se encuentra entre los 1,500 y los 3,000 msnm, en laderas generalmente expuestas

y con pendientes fuertes, en suelos que varían desde someros y rocosos hasta profundos. En algunas regiones extienden su distribución a lo largo de las cañadas hacia ambientes más templados, áridos o tropicales (GEM, 2007). En el municipio el tipo de vegetación presente es bosque de encino, el cual representa el 35.94% de la superficie total forestal y se ubica al sureste del municipio.

La biodiversidad del Municipio de Zacazonapan.

La superficie forestal en el municipio es de 5,244.83 hectáreas, lo que representa el 79.03% de la superficie total municipal, sin embargo, es importante mencionar que de la superficie total forestal el 21.45% corresponde a vegetación primaria y el restante 78.55% es vegetación secundaria.

#### *VIII.IV.I. SUBTEMA: PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.*

El Estado de México debido a su historia geológica, topografía y su variedad de climas, así como la confluencia de las provincias biogeográficas de la Faja Neovolcánica Transversal y la Depresión del Balsas, posee una diversidad florística y faunística sobresaliente. Las especies presentes pertenecen a 13 tipos de vegetación localizados en siete principales regiones ecológicas: la Sierra Nevada, la Sierra de las Cruces, el Nevado de Toluca, Mil Cumbres, los valles de Toluca y México y la Depresión del Balsas.

Espacios ecológicos: En cuanto a las áreas naturales protegidas, el municipio no está inmerso en ninguna área natural protegida de competencia federal, pero si en una de competencia estatal denominada Parque Estatal Los Tres Reyes (se ubica en el territorio municipal de Temascaltepec), cuyo Decreto se publicó en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 11 de marzo de 2013 y se modificó el 8 de junio de 2014, esta área natural protegida se ubica en los municipios de

Temascaltepec y Zacazonapan (al noreste del municipio) y comprende una superficie de 794.69 hectáreas.

Revisando el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal (2018). En cuanto a las áreas naturales protegidas, el municipio no está inmerso en ninguna área natural protegida de competencia federal.

Es más que clara la importancia que el Promovente tiene para el desarrollo de la Región Sur del Estado de México y principalmente del municipio de Zacazonapan, aunque el proyecto como tal no está descrito en este Plan, está implícito que el desarrollo municipal va de la mano con el desarrollo de proyectos sostenibles que el Promovente implemente para la optimización de sus procesos.

Teniendo implicaciones directas sobre el empleo y calidad de vida de los habitantes del municipio.

Vale la pena mencionar que el POET Estatal de 2018 al que hacer referencia este Plan de Desarrollo Municipal de Zacazonapan 2022-2024 de fecha 30 de marzo de 2022 no ha sido aprobado por la Dirección General de Impacto Ambiental del Estado de México.

### III.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.

No existen Programas de recuperación y/o restablecimiento de zonas de restauración ecológica, más que los propios de la Unidad Minera Tizapa, y que por obvias razones no se contraponen con la realización del Proyecto Construcción y Operación del Helipuerto de la Unidad Minera Tizapa sino todo lo contrario ya que la misma Unidad los desarrolla y ejecuta.

### III.4 Normas Oficiales Mexicanas (NOMs).

Existen Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con la ejecución del proyecto sobre todo en lo referente a protección de biodiversidad, emisiones a la atmósfera y residuos peligrosos, algunas de observancia general para todos los sectores.

A continuación, se enlistan las diferentes normas de acuerdo con el parámetro ambiental y su observación en el proyecto:

#### III.4.1 Aire.

NOM	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Dado que en el proyecto ocuparán vehículos de transporte, SI aplica esta norma, por lo que se le dará seguimiento.
NOM-044-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo proveniente del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3, 857 Kg.	Las maquinas empleadas durante la construcción caen dentro del campo de aplicación de esta NOM.

NOM	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN
NOM-045-SEMARNAT-2006	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	Dado que en el proyecto ocuparan vehículos de transporte a diésel, SI aplica esta norma, por lo que se le dará seguimiento.

### III.4.2 Suelo.

NOM	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN
NOM-138-SEMARNAT/SS-2012	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Debido a la posibilidad de derrames esporádicos de grasas o aceites, esta norma será aplicada y supervisada por parte del promovente.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	Debido a la naturaleza de los procesos, herramienta, maquinaria e insumos a utilizar se generarán, en menor medida, diferentes residuos por lo que la observancia de esta norma será en todo momento.

### III.4.3. Flora y fauna.

NOM	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN
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.	No se identificaron especies de Flora o Fauna registrados en dicha Norma.
NOM-061-SEMARNAT-1994	Que establece las medidas de mitigación de impacto sobre la vegetación y suelos originados por el aprovechamiento forestal.	No existirá aprovechamiento forestal, además de que los caminos de acceso ya existentes no involucran el derribo de individuos forestales.

### III.4.4 Agua.

NOM	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	No se va a descargar a cuerpos de agua naturales, No aplica.

NOM	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN
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.	No se va a descargar a drenaje municipal, No aplica.

#### III.4.5 Seguridad e Higiene.

NOM	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo, condiciones de seguridad.	Dado que el proyecto durante su operación funcionará como un centro de trabajo, Si aplica esta norma, por lo que se le dará seguimiento.
NOM-004-STPS-1999	Relativa a los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria, accesorios y equipo de los centros de trabajo.	Dado que el proyecto durante su construcción y operación funcionará como un centro de trabajo, Si aplica esta norma, por lo que se le dará seguimiento.

NOM	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	Dado que el proyecto durante su construcción y operación utilizará este tipo de sustancias, SI aplica esta norma, por lo que se le dará seguimiento.
NOM-017-STPS-2008	Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	Dado que el proyecto durante su construcción y operación sigue las reglas de seguridad interna del Promoviente, SI aplica esta norma, por lo que se le dará seguimiento.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	Dado que el proyecto durante su construcción y operación sigue las reglas de seguridad interna del Promoviente, SI aplica esta norma, por lo que se le dará seguimiento.
NOM-029-STPS-2011.	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, condiciones de seguridad.	Dado que el proyecto durante su construcción y operación sigue las reglas de seguridad interna del Promoviente, SI aplica esta norma, por lo que se le dará seguimiento.
NOM-104-STPS-2001	Seguridad extintores contra incendio a base de polvo químico	Dado que el proyecto durante su construcción y operación sigue las reglas de seguridad interna del Promoviente, SI aplica esta norma,

NOM	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN
	seco tipo ABC, a base de fosfato mono amónico.	por lo que se le dará seguimiento.
NOM-113-STPS-2009	Calzado de protección. NOM-001-SEDE-2012 instalaciones Eléctricas-Utilización.	Dado que el proyecto durante su construcción y operación sigue las reglas de seguridad interna del Promovente, SI aplica esta norma, por lo que se le dará seguimiento.

### III.5 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANPs).

#### III.5.1 Decretos y Programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas.

El ANP Federal más cercana, a 7.9 km, ZPFTCC de los ríos Valle de bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, la cual fue decretada mediante publicación en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 1941 y cuenta con un Programa de Manejo desde el 30 de noviembre de 2018 (Figura 3.7).

En cuanto a ANP Estatales la más cercana es Sierra Nanchititla, a 12 km en línea recta del área del proyecto, la cual fue decretada mediante publicación en la Gaceta Oficial de Gobierno del Estado de México el 10 de diciembre de 1997. y cuenta con un Programa de Manejo desde el 21 de agosto de 2009 (Figura 3.7).

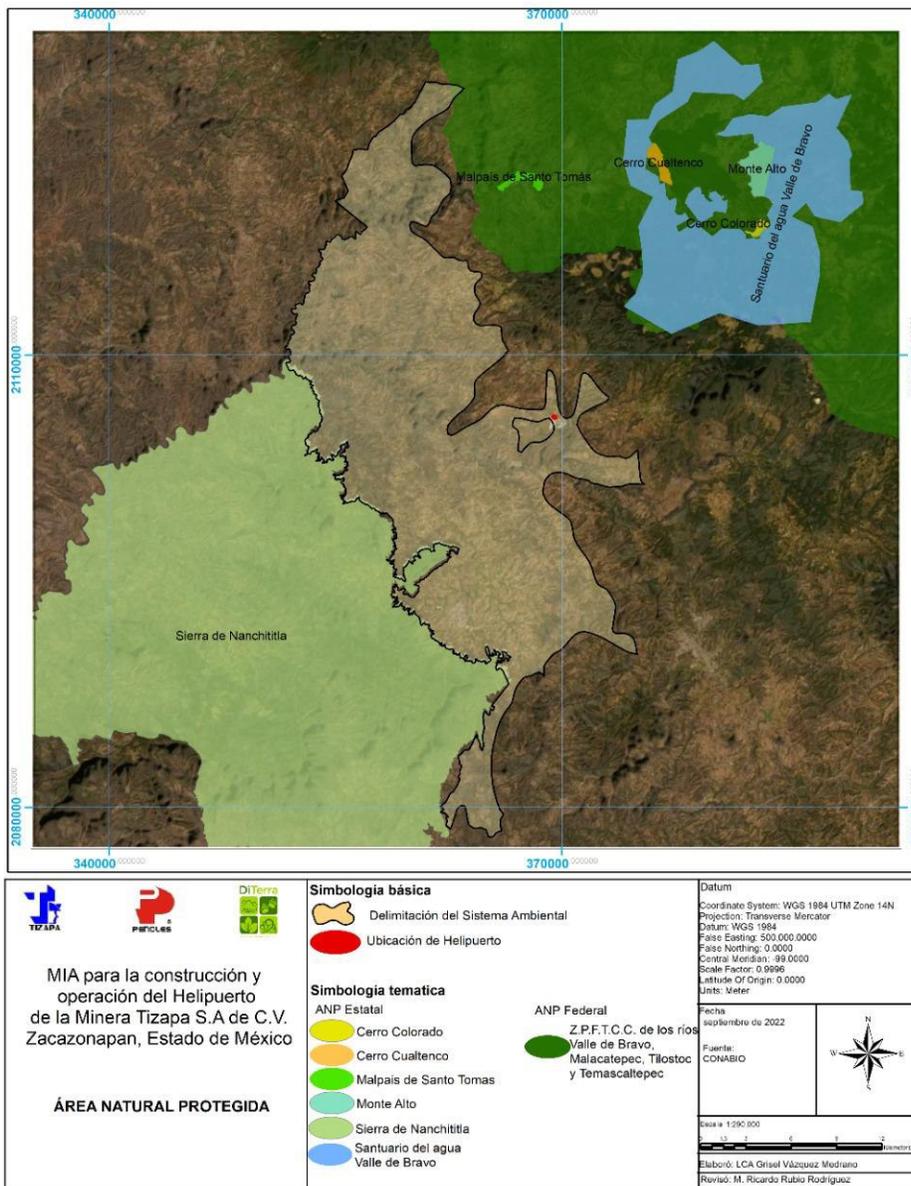


FIGURA 3.7: UBICACIÓN DE LAS ANPS CON RESPECTO A LA UGA Y AL ÁREA DEL PROYECTO.

### III.5.2 Regiones Prioritarias de la CONABIO.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha definido varios tipos de regiones prioritarias que resultan determinantes para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas. En este sentido, se presentan aquellas que guardan cierta relación geográfica con el proyecto en cuestión, es decir: Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) (Figura 3.8).

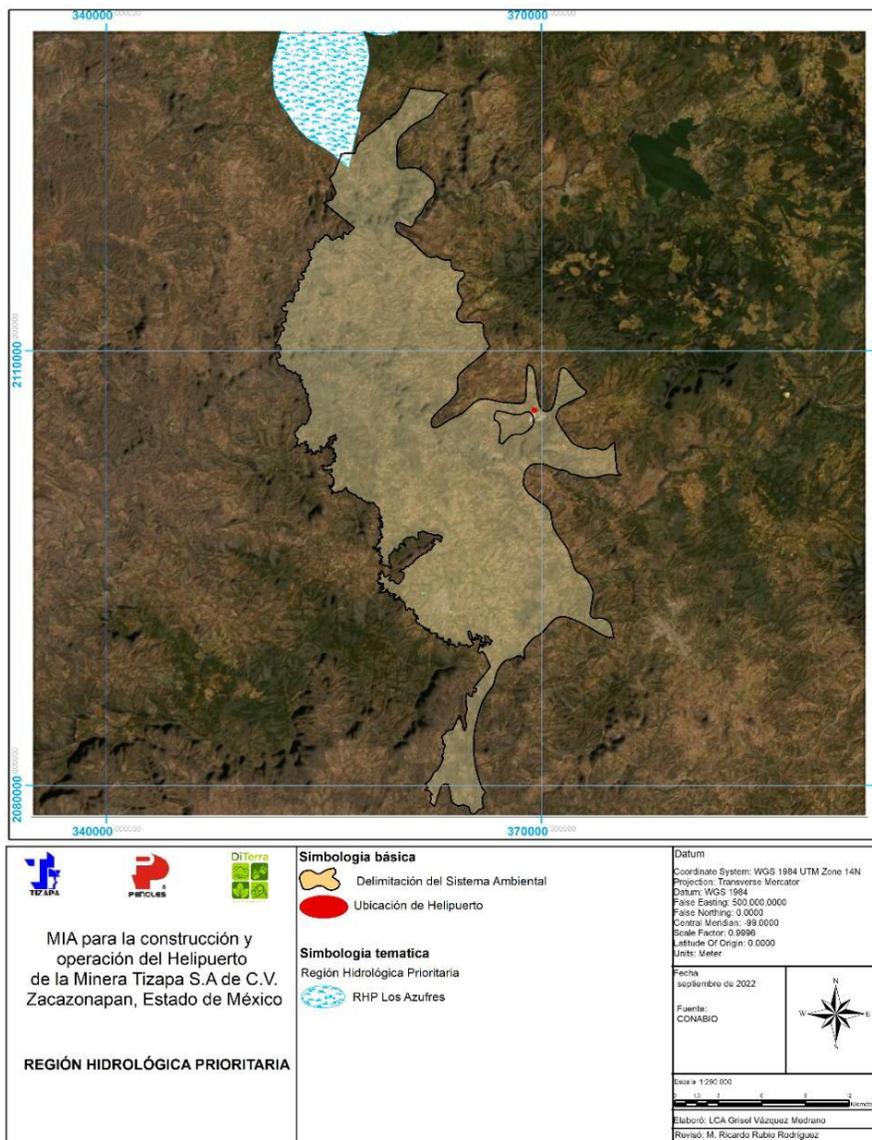


FIGURA 3.8: UBICACIÓN DEL PROYECTO EN RELACIÓN CON LA RHP LOS AZUFRES.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). La Región Terrestres Prioritaria más cercana es Nevado de Toluca (RTP 109), Valor para la conservación: 3 y se encuentra a una distancia de 22.36 km en línea recta (Figura 3.9).

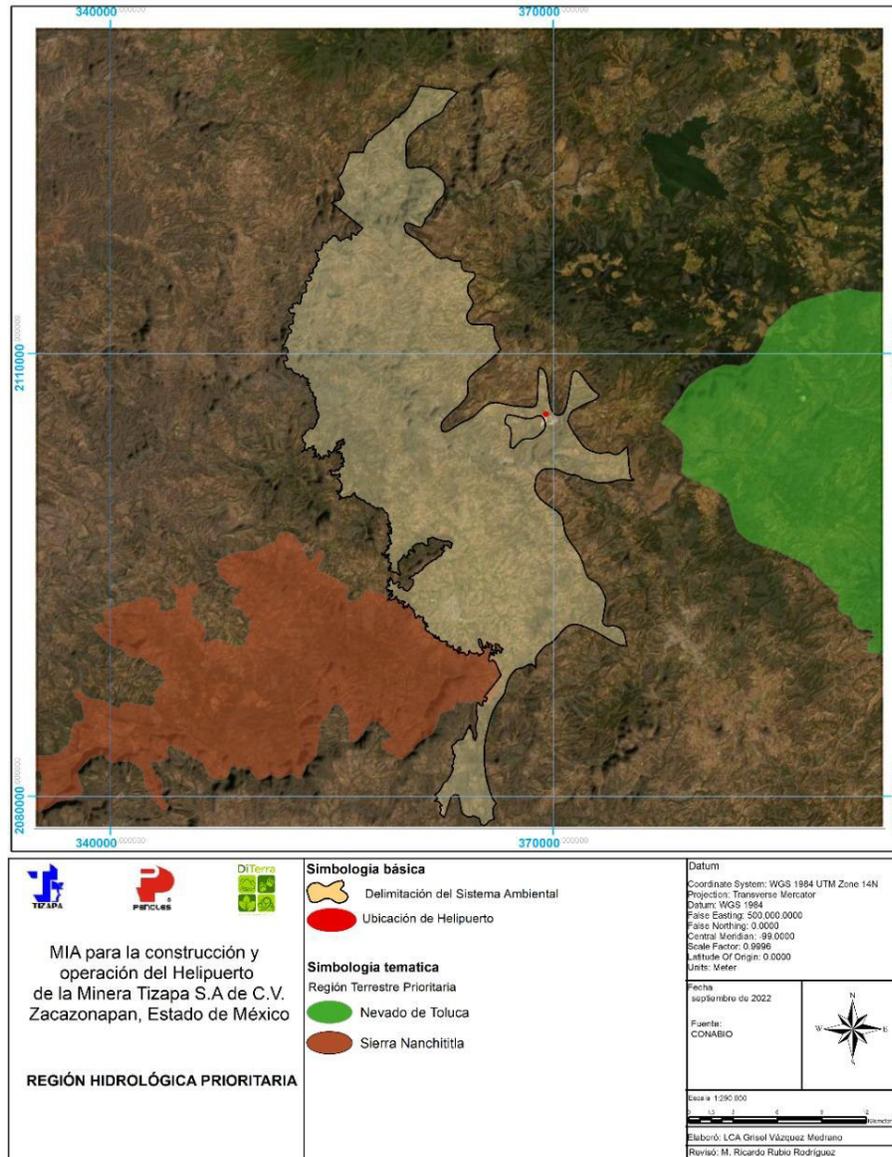


FIGURA 3.9: UBICACIÓN DEL PROYECTO EN RELACIÓN CON LA RTP NEVADO DE TOLUCA.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) (Figura 3.10).

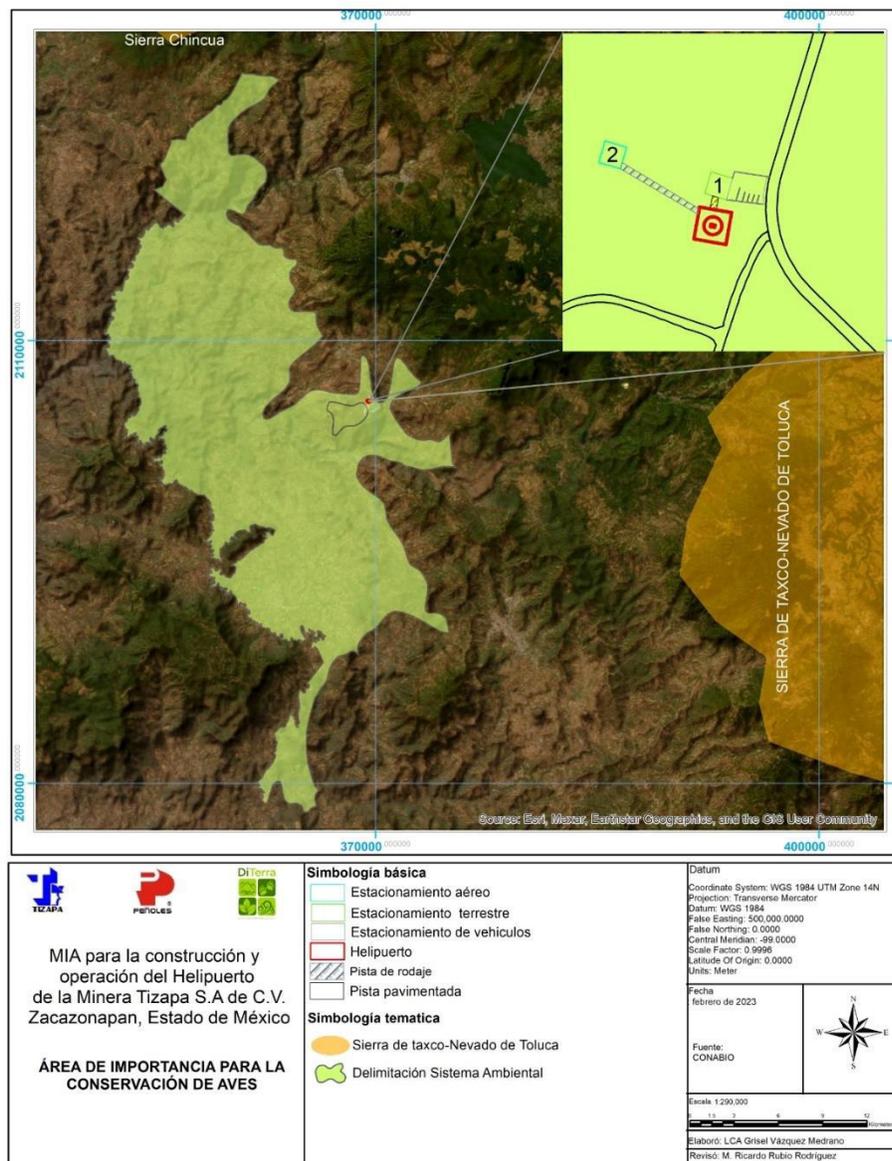


FIGURA 3.10: UBICACIÓN DE LA ZONA DE EXPLORACIÓN EN RELACIÓN CON LA AICAS SIERRA DE TAXCO-NEVADO DE TOLUCA.

Como se muestra en las imágenes anteriores (3.8, 3.9, 3.10), el área del proyecto no se encuentra en ninguna Región Prioritaria de la CONABIO.

### III.6 Bandos y reglamentos municipales.

#### III.6.1 Bando Municipal 2023. 5 de febrero de 2023. Año 2 Número 13 Vol. 1.

#### TÍTULO PRIMERO

#### DELMUNICIPIO

#### CAPITULO SEGUNDO

#### DE LOS FINES DEL MUNICIPIO

Artículo 6. Son fines del Municipio, los siguientes:

IV. Promover el desarrollo económico, cultural y social de los habitantes del municipio.

V. Proteger, preservar y restaurar el medio ambiente del municipio, a través de medidas de prevención de las causas de alteración, vigilancia y corrección ecológica, así como el control y eliminación de las causas de contaminación.

XIII. Propiciar el adecuado y ordenado crecimiento del municipio.

#### TITULO NOVENO

#### DE LAS ACCIONES PRIORITARIAS MUNICIPALES

#### CAPITULO SEGUNDO

#### DE LA PROTECCIN AMBIENTAL

Artículo 118. Se darán y se sancionar especial atención en su caso a quien altere el ambiente, en particular la atmósfera, por fuentes contaminantes producidas por

la acción del hombre como talleres, tabiquerías, construcciones y similares; quema de basura o desperdicios, plásticos, llantas o cualquier tipo de material que provoque contaminación por humo o gases, y todos aquellos que emitan al aire olores fétidos.

Artículo 122. En protección de los suelos se vigilar y sancionar a quien descargue o expulse líquidos contaminantes que alteren las propiedades de los suelos. Así, queda prohibido descargar o infiltrar residuos sólidos provenientes de usos públicos, domésticos, industriales o agropecuarios, que se depositen en estos, provocando su contaminación y alteren su proceso biológico, como lo podrían hacer diversos compuestos químicos, vidrios, plásticos, metales, insecticidas u otros.

### CAPITULO TERCERO DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO

Artículo 127. Para mantener un medio ambiente adecuado en el que se procure la preservación, restauración y protección del equilibrio al ambiente, el Ayuntamiento tiene las siguientes facultades:

g) Aplicar las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición e industriales que no están final de los residuos son considerados como peligrosos;

Artículo 128. Queda estrictamente prohibido tirar o depositar desechos sólidos en la vía pública, coladeras o alcantarillas, parques, jardines, barrancas, bienes del dominio público o de uso común, predios baldos, o en lugares no autorizados; esta

conducta se sancionar con multa equivalente al importe de 5 a 15 Unidades de Medida y Actualización.

La realización del proyecto Construcción y Operación del Helipuerto de la Unidad Minera Tizapa se hará en todo momento respetando las indicaciones marcadas por el Bando Municipal 2022 del municipio de Zacazonapan. Este proyecto se alinea a las legislaciones y normativas federales, estatales y municipales.

### III.7 Leyes y Reglamentos.

Legislación vigente que norma el desarrollo de la actividad propuesta:

#### III.7.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Art. 4.- Párrafo quinto. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Art. 25.- Párrafo sexto. Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Art. 27.- Párrafo segundo. 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 dictarán 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; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura 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.

En nuestra Constitución se expresa claramente que todas las personas tienen derecho a tener un medio ambiente sano que les permita desarrollarse satisfactoriamente, pero a la vez marca la pauta para que haya un desarrollo sostenible de las regiones, esto se presenta teniendo una infraestructura eficaz y segura, tomando las medidas que se asientan en la legislación ambiental actual.

En apego a lo anterior, el proyecto considera las medidas necesarias para establecer adecuadas medidas de mitigación para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

### III.7.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Art. 5° Son facultades de la Federación;

X: La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

Art. 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.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboconductos y poliductos;

Art. 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte

aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.

Art. 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.

II Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Artículo 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

I Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;

II Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

Artículo 150.- 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.

Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de estas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.

Artículo 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptaran las medidas para

impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicaran las sanciones correspondientes.

En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

El proyecto Construcción y Operación del Helipuerto de la Unidad minera Tizapa se vincula con la LGEEPA, por ser una obra que requiere evaluación en materia de impacto ambiental. De tal forma el Art. 30 menciona la necesidad de presentar una Manifestación de Impacto Ambiental, además del cumplimiento de los artículos mencionados para la mitigación de impactos ambiental y seguimiento a los lineamientos legales en materia ambiental.

### III.7.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.

#### CAPÍTULO II

#### DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

Art. 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaria en materia de impacto ambiental;

#### D) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos,

helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de.

El proyecto Construcción y Operación del Helipuerto de la Unidad Minera Tizapa entra en los supuestos mencionados en el Artículo 5 fracción D, por lo que se presenta un Manifestación de Impacto Ambiental para solicitar la autorización de esta Secretaría.

#### III.7.4 Ley de Aguas Nacionales.

##### Título Séptimo PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS Y RESPONSABILIDAD POR DAÑO AMBIENTAL.

##### Capítulo I Prevención y Control de la Contaminación del Agua.

Art. 85. En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los Estados, el Distrito federal y los municipios a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley.

Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:

a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y

b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.

Art. 86 bis 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

El Proyecto Construcción y Operación del Helipuerto de la Unidad minera Tizapa. no contempla descargas de aguas residuales ni contempla el aprovechamiento de cuerpos de agua en el área del proyecto. En el Anexo técnico, se presenta el procedimiento interno en el que se describe el uso de aguas tratadas. La empresa no cuenta con drenaje municipal, y para proporcionar este servicio, se han venido utilizando fosas sépticas que son tratadas por medio de tres plantas de tratamiento de agua. Una de ellas es para tratar el agua del proceso y las otras dos para tratar el agua sanitaria proveniente del uso por el personal en su aseo y en la limpieza de oficinas y área de contratistas.

### III.7.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Art. 18.- Relativo a la clasificación de residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su

separación primaria y secundaria, de conformidad con los programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como los ordenamientos legales aplicables estatales y Municipales.

Art. 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

VII.- Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

Art. 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de estos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

Art. 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quién los genera.

Art. 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

Los residuos sólidos urbanos producidos en el sitio del proyecto serán depositados en contenedores diferenciados con tapa dentro del área de trabajo. Los residuos serán recolectados en conjunto con los residuos domésticos de toda la Unidad Minera Tizapa.

Los residuos peligrosos, serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente, por lo que se seguirán los procedimientos, que actualmente se tienen implementados, para la gestión integral de los residuos peligrosos. Dichos procedimientos operativos contemplan lo siguiente:

- La identificación de residuos por fuente específica de generación.
- Registro de generación en bitácoras.
- La separación y envasado de los residuos.
- El etiquetado de los contenedores.
- Almacenamiento temporal en un sitio acondicionado para esto, y controles de entradas y salidas a través de bitácora.
- Se deberá poner especial atención al manejo de los lubricantes, grasas y aditivos a utilizarse, con el fin de evitar posibles derrames y se adoptarán las medidas preventivas y correctivas que eviten un posible derrame accidental.

- La o las empresas recolectoras de los residuos peligrosos contratada (s) deben contar con el permiso de operación correspondiente emitido de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con vigencia al presente año.

## IV. ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

### IV.1 Delimitación del Área de Estudio.

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto Construcción y Operación de un Helipuerto de la Unidad Minera Tizapa en el municipio de Zacazonapan, se localiza dentro de la región biogeográfica conocida como Sierra Madre del Sur, reconocido como un pequeño macizo montañoso de gran importancia por ser un área de transición de climas, flora y fauna (Challenger 1998) (Figura 4.1).

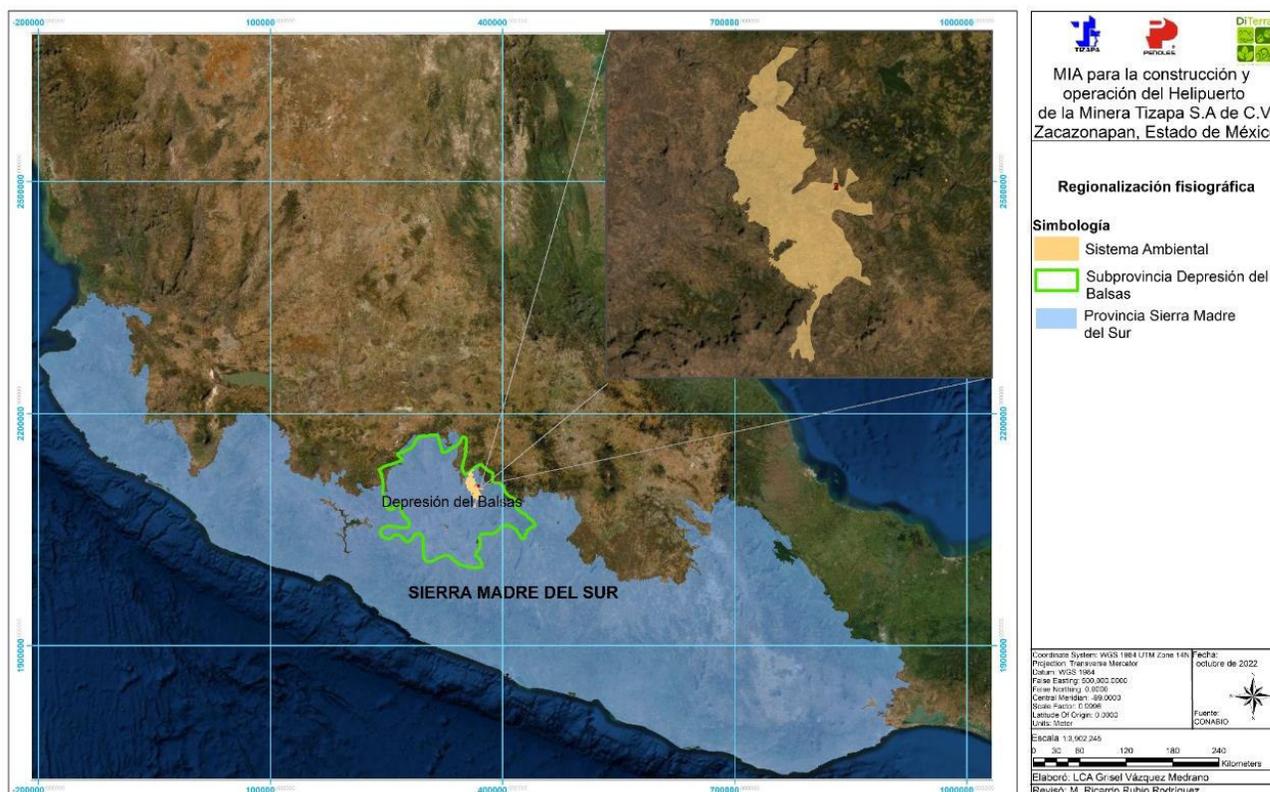


FIGURA 4.1: UBICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL EN LA PROVINCIA FISIOGRAFICA SIERRA MADRE DEL SUR Y SUBPROVINCIA DEPRESIÓN DEL BALSAS.

Dicho SA se generó de acuerdo con la clasificación de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) con base al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, (POETEM) en base a los siguientes criterios:

- El SA considera los principales elementos bióticos y abióticos que pudieran llegar a tener alguna relación con el proyecto, por lo que permite una comprensión de las relaciones e interacciones entre el proyecto y los elementos ambientales del entorno.
- Los elementos ambientales considerados para la delimitación del SA pueden ser considerados como indicadores, por ejemplo, agua, suelo y biota, y constituyen la base para el mantenimiento de procesos biológicos, físicos y químicos de la naturaleza.
- Las características de los elementos ambientales dentro del SA son homogéneas o sostiene una relación/influencia cercana.

Por lo tanto, como resultado de dicho análisis, se identificaron 2 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) en una de ellas (Ff-4-653) se encuentra el 100 % del proyecto, sin embargo, por la cercanía que tiene el proyecto a la UGA Ff-4-431, también se tomó en cuenta para el análisis ambiental (Tabla 4.1 y Figura 4.2).

Clave	POETEM	Superficie	Municipios
A	Ff-4-653	41979.46	Luvianos, Temascaltepec, Zacazonapan, Otzoloapan, Santo Tomas de los Plátanos, Ixtapan del Oro, Amatepec
B	Ff-4-431	374.83	Zacazonapan

TABLA 4.1: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS UGA ´S QUE CONFORMAN AL SA.

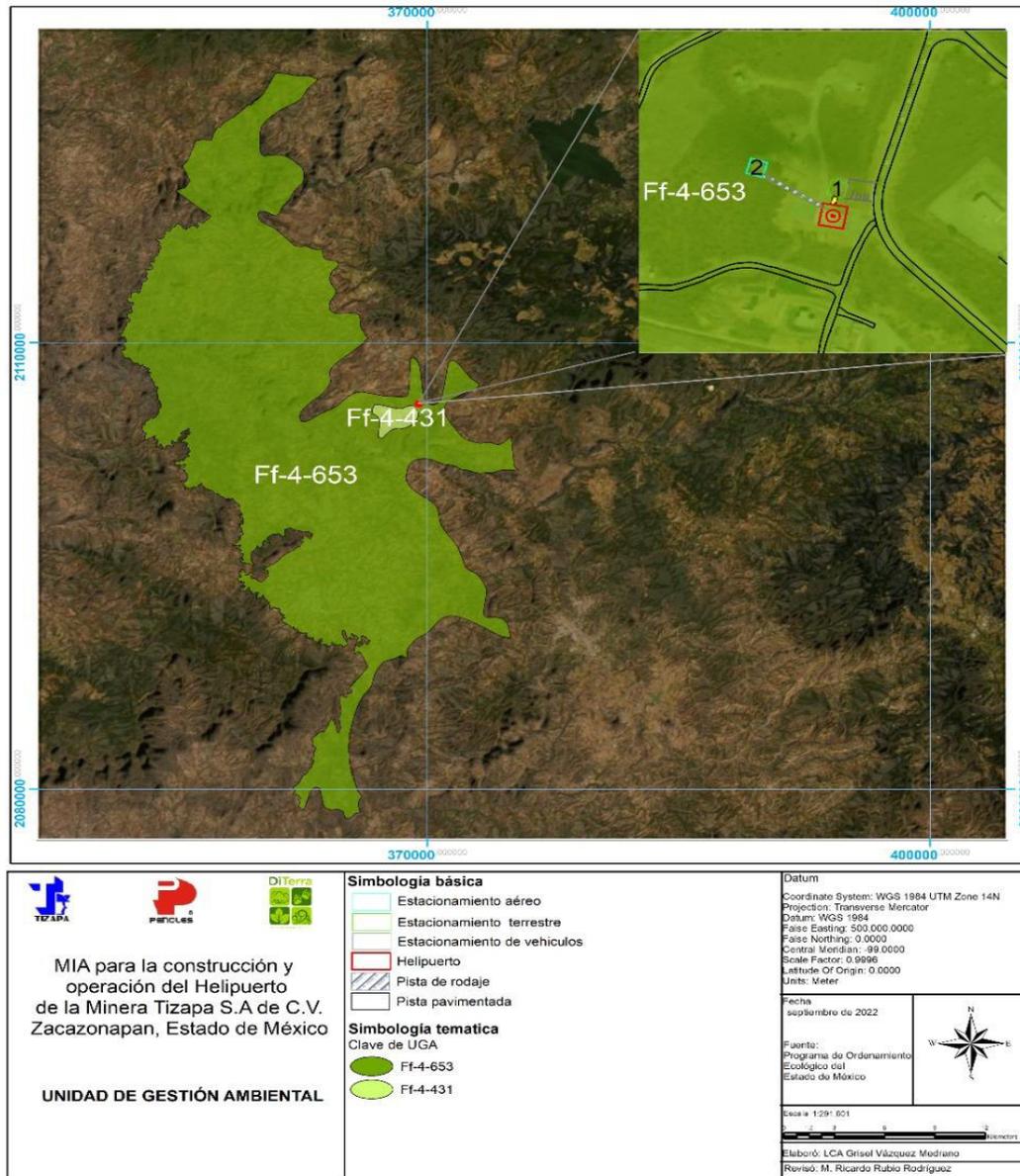


FIGURA 4.2: UBICACIÓN DEL HELIPUERTO EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

De tal manera que el SA tiene una extensión de 42354.29 Has, del cual, el predio del helipuerto abarca un porcentaje menor al 0.1 %.

## IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental.

### IV.2.1 Aspectos abióticos.

#### IV.2.1.1 Clima.

Con base en la clasificación climática modificada por E. García (1978) se identifican los siguientes tipos de clima que influyen en el área de estudio, según las siguientes fórmulas climáticas:

**C(w2)(w).** Clima templado, subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual entre 12° y 18°C, y del mes más frío entre -3° y 18°C, el más húmedo de los templados; porcentaje de precipitación invernal menor de 5, subtipo de humedad media dentro de los templados subhúmedos. En el SA dicho clima ocupa el 43.72% de su superficie siendo el clima donde se encuentra el 100% del predio del proyecto.

**(A)C(w2)(w).** Clima cálido, tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano, el más húmedo de su grupo; temperatura media anual mayor de 22°C y del mes más frío mayor a 18°C; porcentaje de precipitación invernal menor de 5 subtipos de humedad media dentro de los semicálidos subhúmedos. Abarca el 56.27 % de la superficie del SA (Figura 4.3).

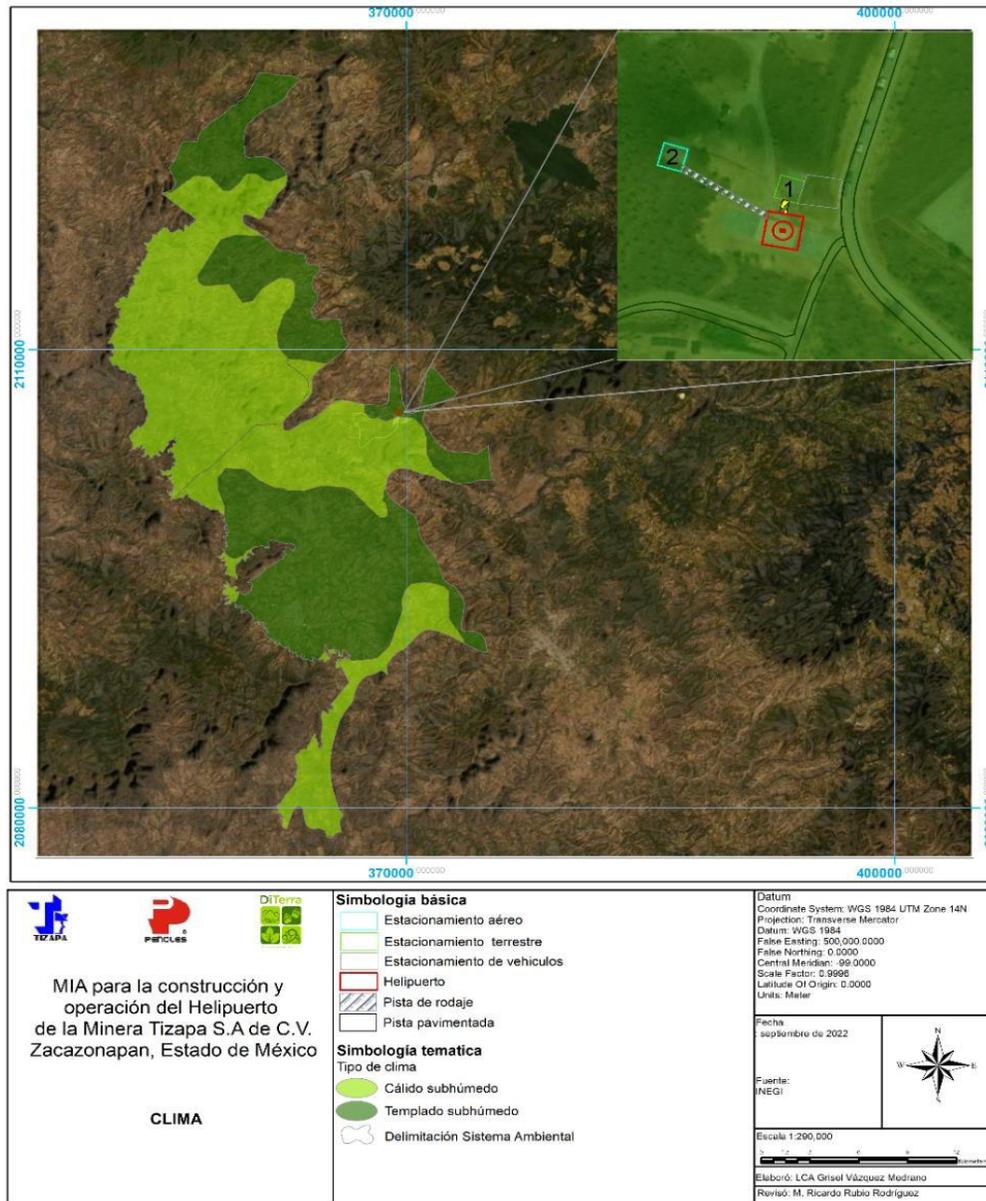
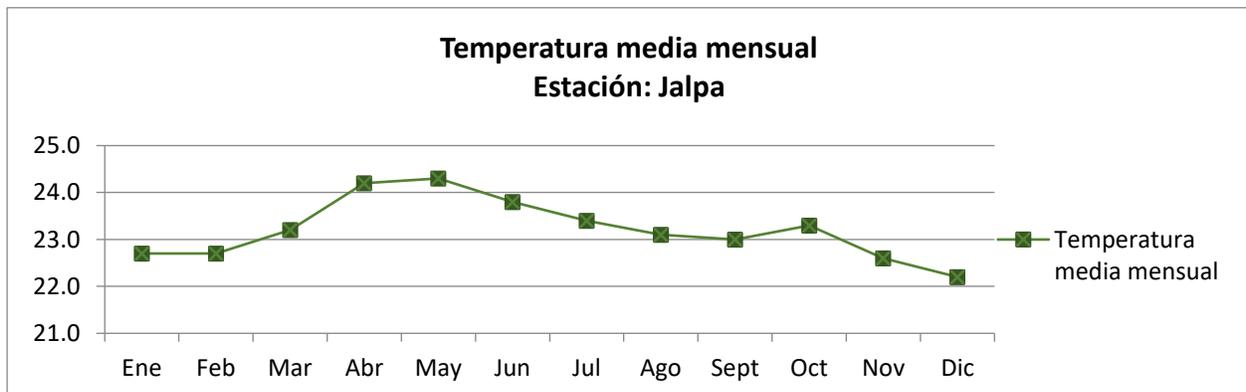


FIGURA 4.3: MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS CLIMAS EN LA REGIÓN.

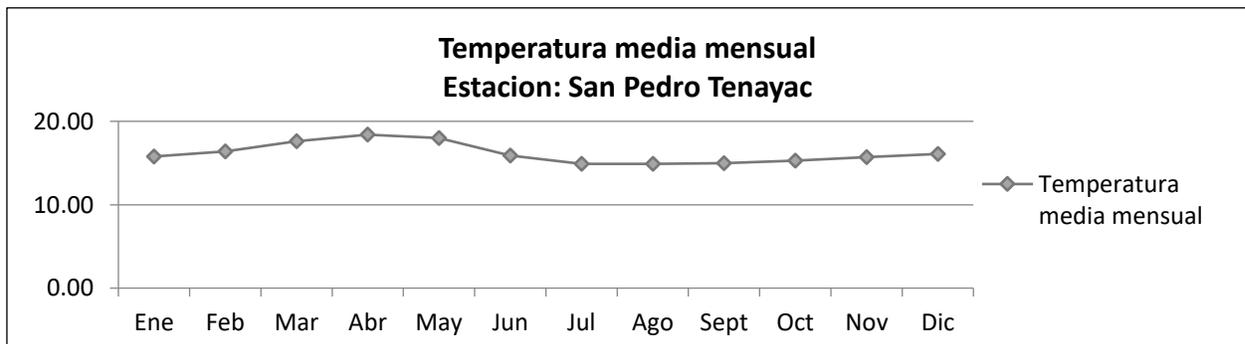
*Temperatura.:* Según el Sistema de Información Meteorológica de dos estaciones comprendidas para el periodo comprendido entre 1981 al 2010, una representando al clima Aw1(w) (Jalpa, municipio de Tejupilco) con una temperatura promedio de

23.2°C (Gráfica 1), siendo que la temperatura máxima alcanzada es de 28.7°C y la mínima de 16.8°C y otra el clima (A)C(w2) (San Pedro Tenayac, municipio de Temascaltepec) con una temperatura promedio de 16.2°C (Gráfica 2), siendo que la temperatura máxima alcanza los 24.9°C, y la mínima de 7.5°C (Figura 4.4).

El registro de las más bajas temperaturas para ambos tipos de climas se observa en diciembre, enero y parte de febrero, en el clima templado se han detectado heladas de baja densidad en dichos meses según el Sistema de Información Meteorológica de San Pedro Tenayac para el periodo comprendido. Por otro lado, los meses más calurosos para ambos climas en el mismo periodo son abril, mayo y junio.



GRÁFICA 1: TEMPERATURA PROMEDIO DEL PERIODO QUE VA DE 1981-2010 EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA NO. 15356 EN LA LOCALIDAD DE JALPA, EN EL MUNICIPIO DE TEJUPILCO.



GRÁFICA 2: TEMPERATURA PROMEDIO DEL PERIODO QUE VA DE 1981-2010 EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA NO. 15241 EN LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO TENAYAC, EN EL MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC.

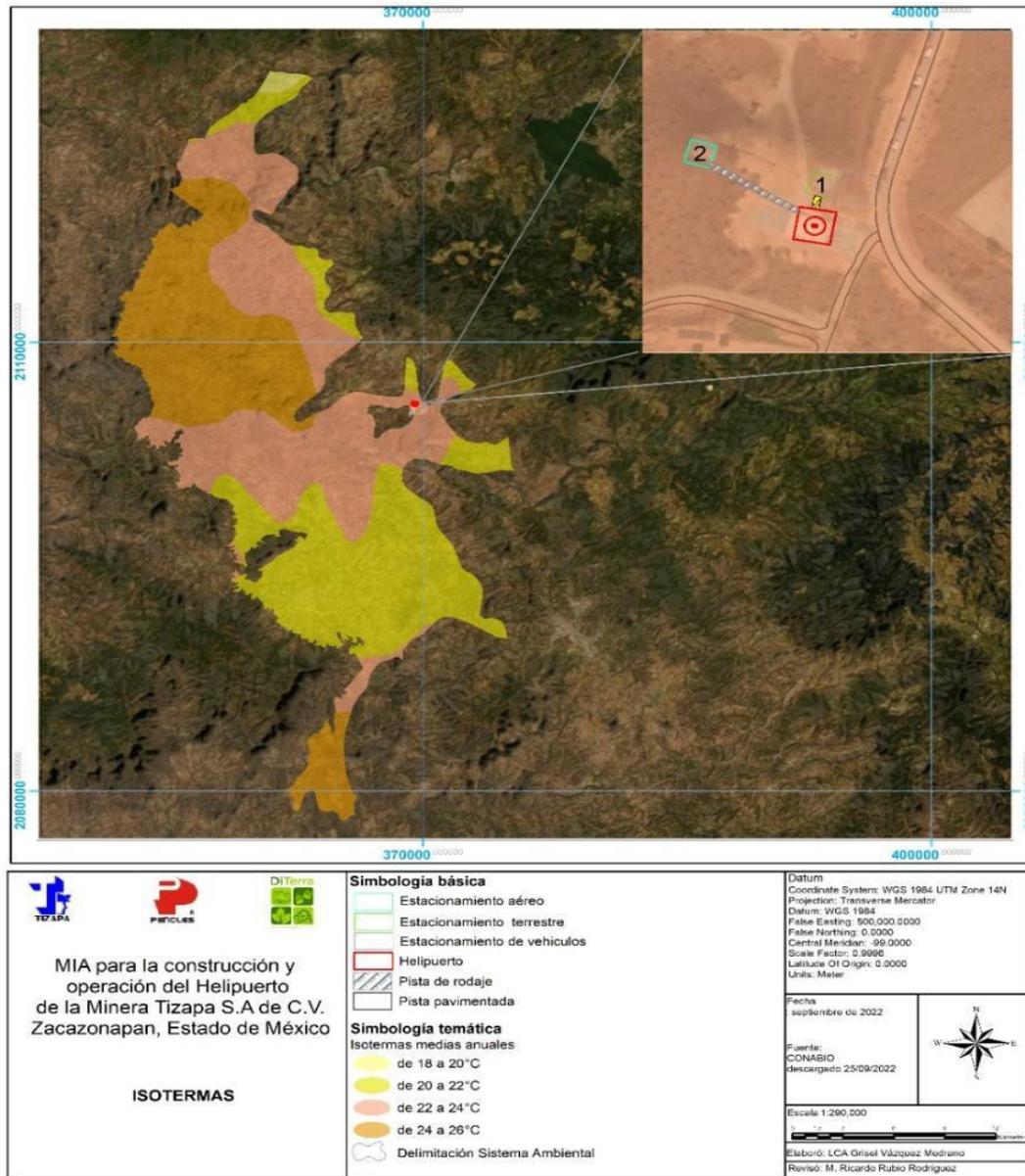
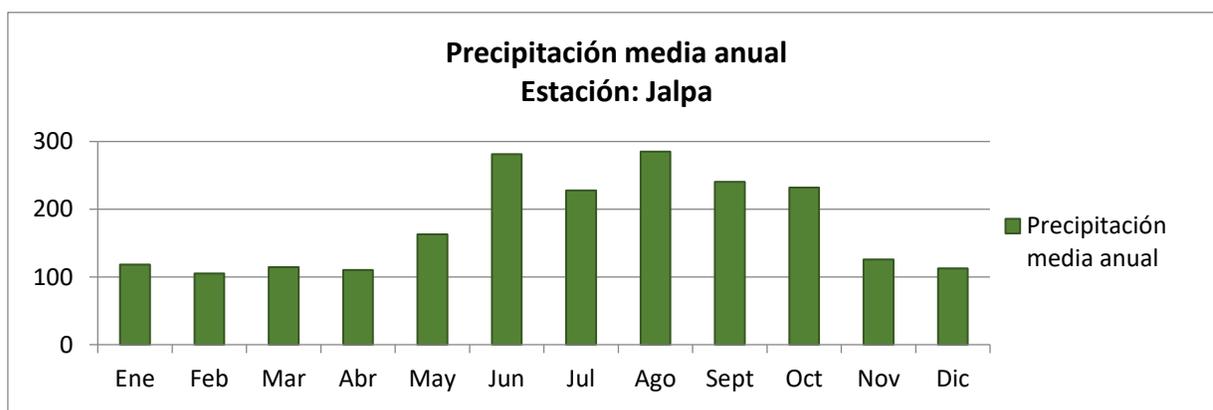


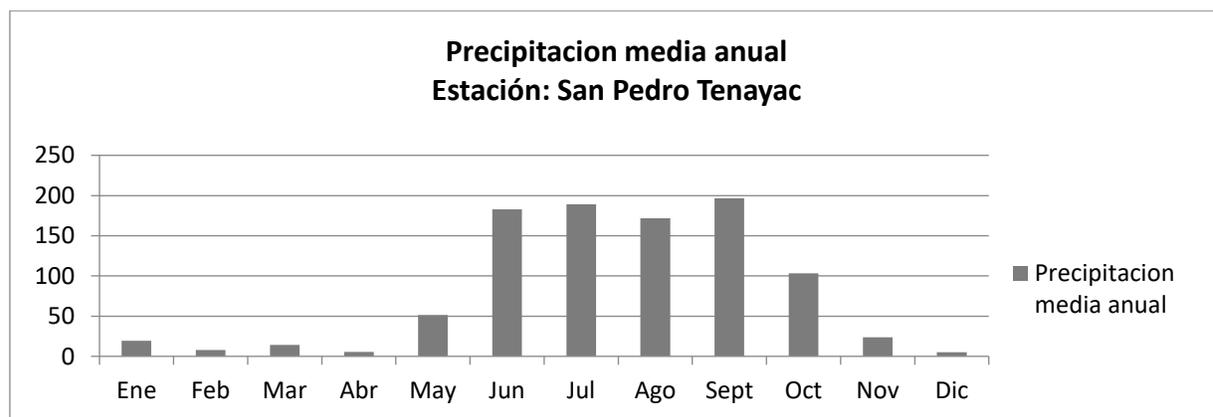
FIGURA 4.4: DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA DEL SISTEMA AMBIENTAL.

**PRECIPITACIÓN:** Haciendo el análisis para ambas estaciones meteorológicas para la cantidad de lluvia que cae al año, se encontraron los siguientes datos: Para la estación de Jalpa (Aw1(w)), el periodo de lluvias va de Junio a Octubre, con una precipitación media anual de 176.35 mm, destacando el mes de Agosto como el

mes más húmedo con un promedio de 285.1 mm (Gráfica 3) por su parte, en San Pedro Tenayac ((A)C(w2)), Predomina el clima con lluvias en verano que van de finales de junio a agosto, la precipitación media anual es de 80.83 mm, destacando septiembre como el mes con mayor precipitación con 196.7 mm, disminuyendo paulatinamente en diciembre a 5.0 mm. (Gráfica 4) (Figura 4.5).



GRÁFICA 3: PRECIPITACIÓN PROMEDIO DEL PERIODO QUE VA DE 1981-2010 EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA NO. 15356 EN LA LOCALIDAD DE JALPA, EN EL MUNICIPIO DE TEJUPILCO.



GRÁFICA 4: PRECIPITACIÓN PROMEDIO DEL PERIODO QUE VA DE 1981-2010 EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA NO. 15241 EN LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO TENAYAC, EN EL MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC.

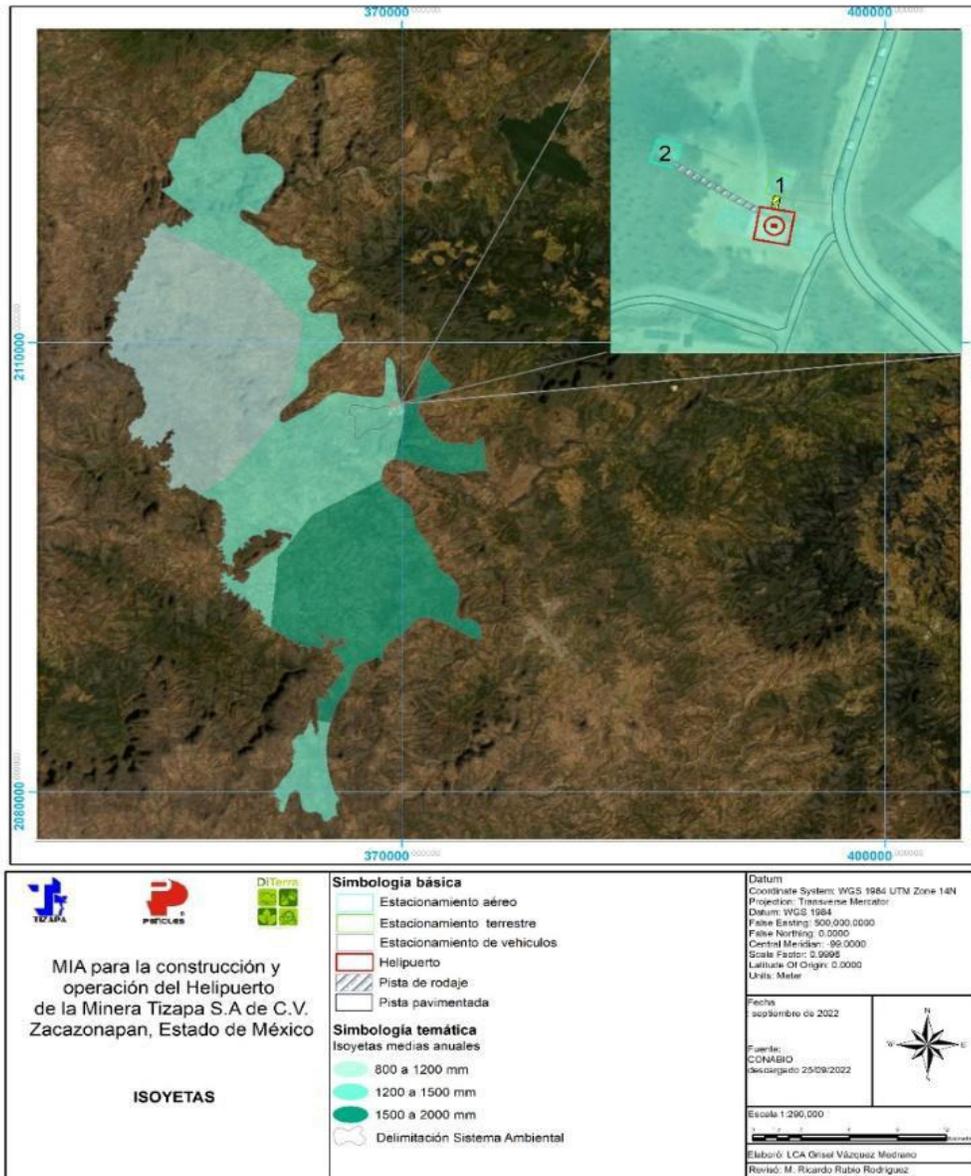


FIGURA 4.5: MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

#### IV.2.1.2. Geología y geomorfología.

El SA se inserta plenamente dentro de la Provincia Sierra Madre del Sur, Subprovincia Depresión del Balsas.

En el SA; las principales rocas que afloran son Metamórfica: metasedimentaria (45.04%) y meta-volcánica (7.69%) Ígnea: basalto (31.82%), riolita (10.44%), toba ácida-brecha volcánica ácida (1.71%) y toba básica (1.32%) con edades que varían del Jurásico hasta el Reciente. Las rocas más abundantes que afloran en la parte central del área de estudio, corresponden a coladas de basalto, originadas por aparatos volcánicos o por fisuras, ocurridas durante el periodo Cuaternario; en general son de composición andesítico-basáltico, de color gris oscuro y gris claro, subyaciendo a estos se encuentran tobas de lapilli de composición básica y como cobertura de estos eventos se tienen suelos residuales (Qre) con mayor espesor al norte y depósitos de talud (Qdt) distribuidos en las laderas (Figura 4.6).

La distribución de los tipos de rocas con respecto al predio se da la siguiente manera:

**Metamórficas-sedimentarias:** Son las rocas más abundantes y cubren el 100 % del predio donde se pretende instalar el Helipuerto, hay que recordar que dentro de este tipo de rocas se encuentra el Basalto.

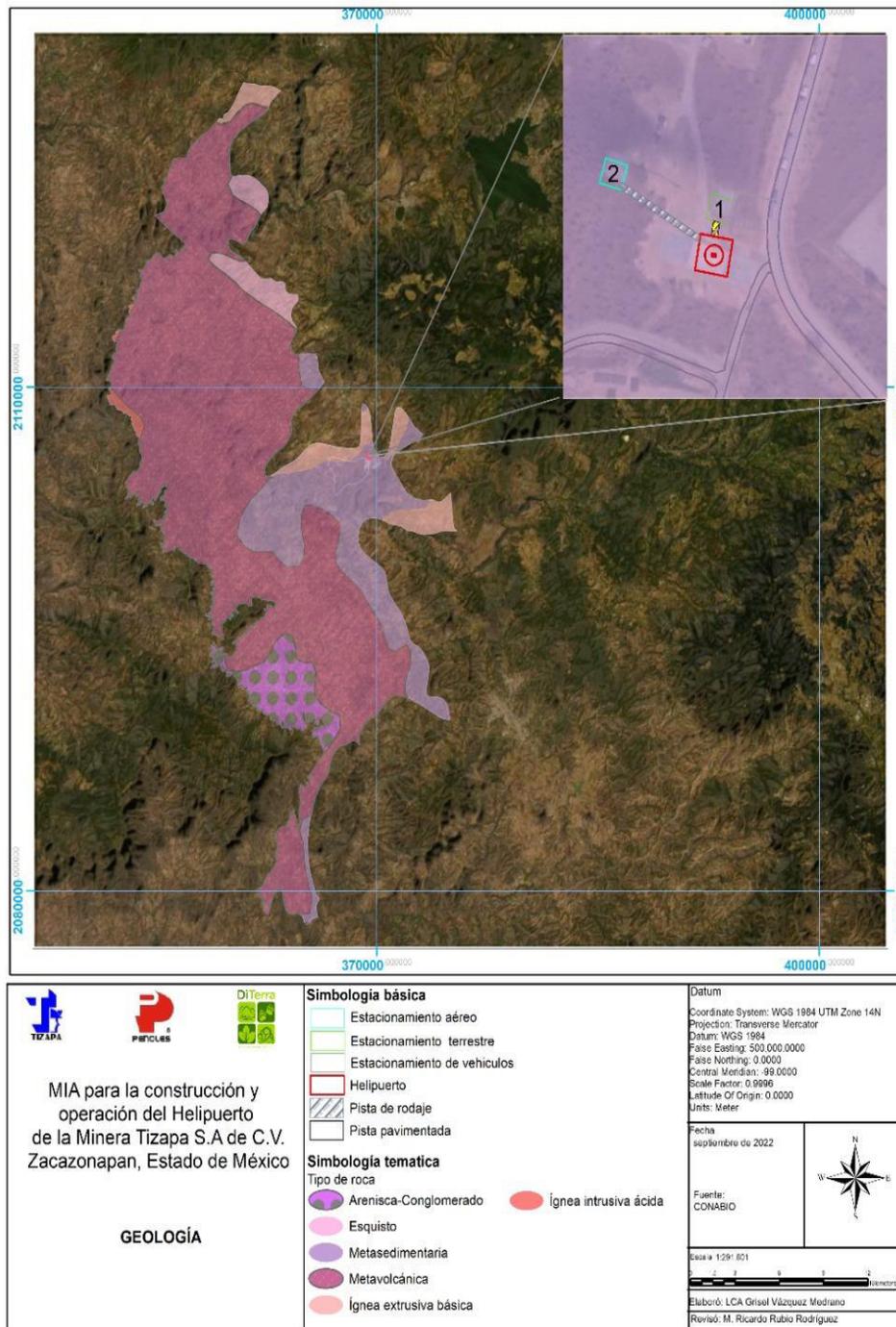


FIGURA 4.6: DISTRIBUCIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ROCAS EN EL PREDIO.

#### IV.2.1.3. Relieve y pendientes.

Desde el punto de vista fisiográfico el SA pertenece a la subprovincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y a la región de la Cuenca del Balsas. El patrón geomorfológico distintivo del lugar corresponde a un sistema montañoso complejo de transición climática, geológica y ecológica entre las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur; en general, el terreno es sumamente irregular, con pendientes pronunciadas y con pocas llanuras. Existen elevaciones como El Cerro del Jumil, El Fraile y El Cerro Pelón, otras elevaciones son las elevaciones de La Peña Sola, Peña Colorada (representa la elevación más importante, con una altura de 2,100 m.s.n.m.) (Figura 4.7).

En el predio donde se pretende llevar a cabo las actividades, las formas dominantes en los alrededores son conjuntos de elevaciones mayores donde destacan los cerros de La Pila, Sombrero, Pelón, que delimitan cuencas y valles intermontanos. Las formas menores dominantes son laderas con distinto grado de inclinación, cañadas, lomeríos y pequeñas planicies.

Particularmente el sitio donde se pretende instalar el Helipuerto forma parte de una planicie. Rodeada de lomeríos, se encuentra cercana al ingreso de la Unidad Minera Tizapa.

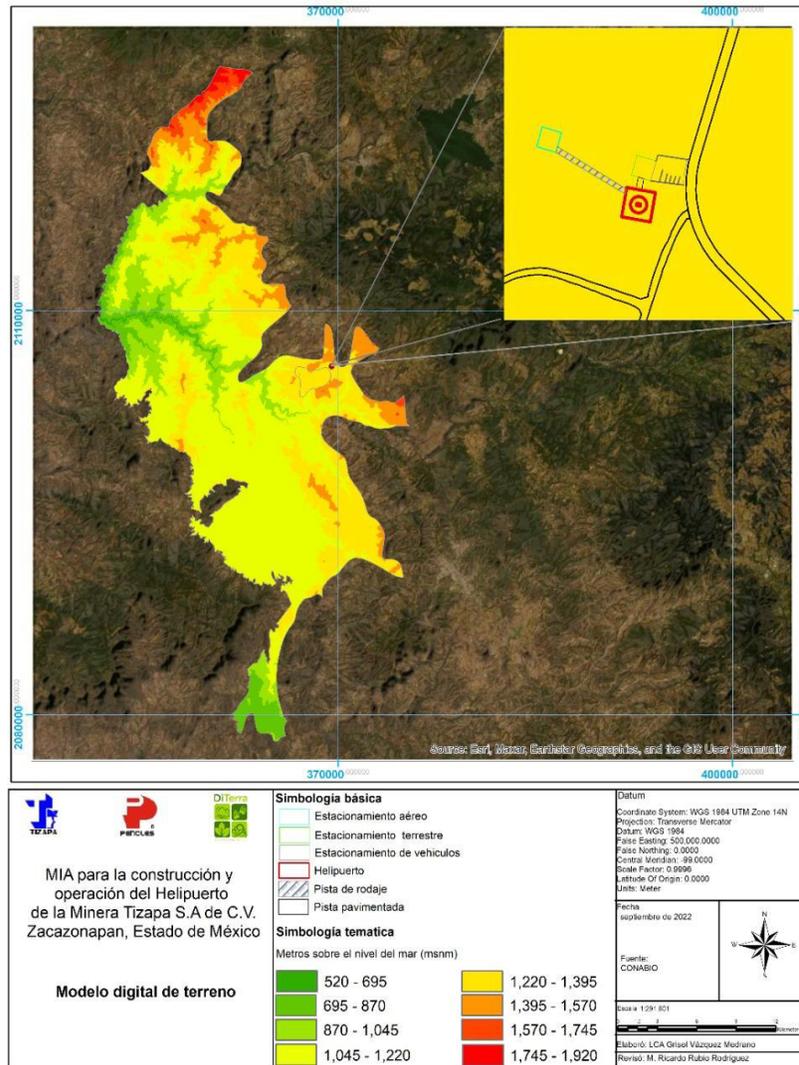


FIGURA 4.7: MAPA DE ELEVACIONES PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

En cuanto a las pendientes, se identifican 5 rangos, los cuales condicionan los usos y actividades instaladas en la zona.

El primer rango corresponde a pendientes del 0 al 6%, es la más abundante de las formas del relieve, distribuidas principalmente al sur del SA, es importante decir que es la instalación del Helipuerto por cuestiones de funcionalidad se deben

hacer en planicies sin un grado de inclinación, por lo que aquí es donde se encuentra el predio del proyecto.

Las pendientes ubicadas de 6% a 15%, divididas en dos áreas, localizándose al sur y al sureste del SA.

Adicionalmente, se encuentran pendientes que van del 15% al 30%, ubicadas al este del SA.

Al encontrarse inmerso dentro del Sistema Montañoso del Xinantécatl se observan pendientes mayores del 30%, estando presente en el del territorio (Figura 4.8).

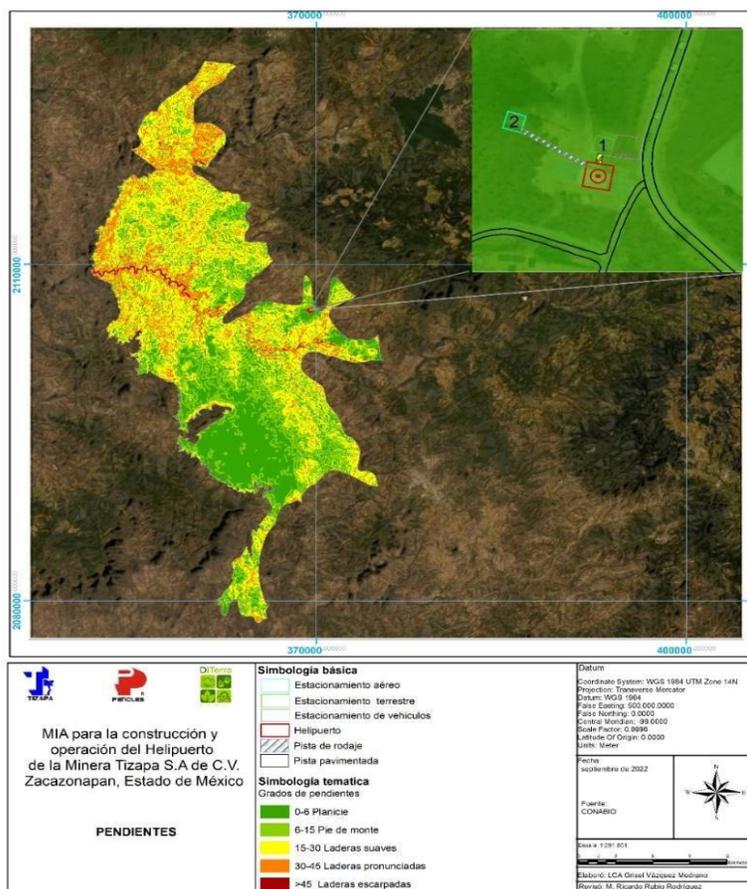


FIGURA 4.8: MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE PENDIENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

#### IV.2.1.4. Edafología.

De acuerdo con el mapa 2 de edafología con base a información de INEGI consultado en agosto de 2022, en el Sistema Ambiental podemos encontrar 6 diferentes tipos de suelos de acuerdo con la clasificación de la FAO-UNESCO (2006), los cuales a continuación se describen (Figura 4.9):

**Cambisol.** Se caracteriza por contar con una capa que se encuentra formando terrones con poca acumulación de arcilla, mostrando pobreza en materia orgánica; presenta restricción para el uso agrícola y se considera apto para uso urbano, pues el suelo es muy variado y su uso está en función de su necesidad, se localiza en la parte noroeste, centro y noreste del SA, además de las localidades del Naranjo, la Cañada, el Arrastradero, Santa María y al norte del Potrero, su extensión territorial es de 7099.256 hectáreas. Que representa el 16.76% del Sistema Ambiental

**Vertisol.** Este tipo de suelo es localizado en la parte centro y al norte del SA; en general es un suelo salino, lo que representa una limitante para los cultivos sensibles a las sales. Presenta dificultades para su manejo, ya que su dureza dificulta el trabajo de su labranza y con frecuencia existen problemas de inundación por sus características expansivas con el agua, ya que su drenaje interno es lento, su extensión territorial es de 2,436.08 hectáreas. Que representa el 5.75% del Sistema Ambiental. Cabe resaltar que es el suelo que se presenta en el predio donde se pretende instalar el Helipuerto de la Unidad Minera Tizapa.

**Luvisol.** Se encuentra en una pequeña región al norte del SA, con una superficie de 2189.264 (5.16 % del SA). Su clase de textura es fina en los 30 cm., superficiales de suelo, presenta una fase física lítica.

**Feozem.** Presenta una capa superficial oscura. El grupo de los feozem, localizados en planicies, se caracterizan por ser suelos más abundantes aptos para la

agricultura con rendimientos altos, asimismo, aquellos localizados en laderas o pendientes pronunciadas se emplean en actividades pecuarias. Al estar presentes en zonas semiáridas son susceptibles a la desertificación. Muestran erosión laminar por su ubicación en laderas. En el SA se encuentra en una pequeña porción en una zona de ladera hacia el Sur en una zona de lomeríos (803.863 hectáreas que representan solo el 1.89% del SA).

**Regosol:** Son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas, arenosos o con materiales fúlvicos. Los regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas y semiáridas. En el SA es el tipo de suelo más abundante con una extensión de 15,755.882 hectáreas al sur del SA que representa el 37.2% de su cobertura.

**Litsoles:** Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente pedregoso. Particularmente extendido en zonas montañosas. Es el suelo más abundante en el norte del SA con una extensión de 14,067.639 hectáreas que representa el 33.21%.

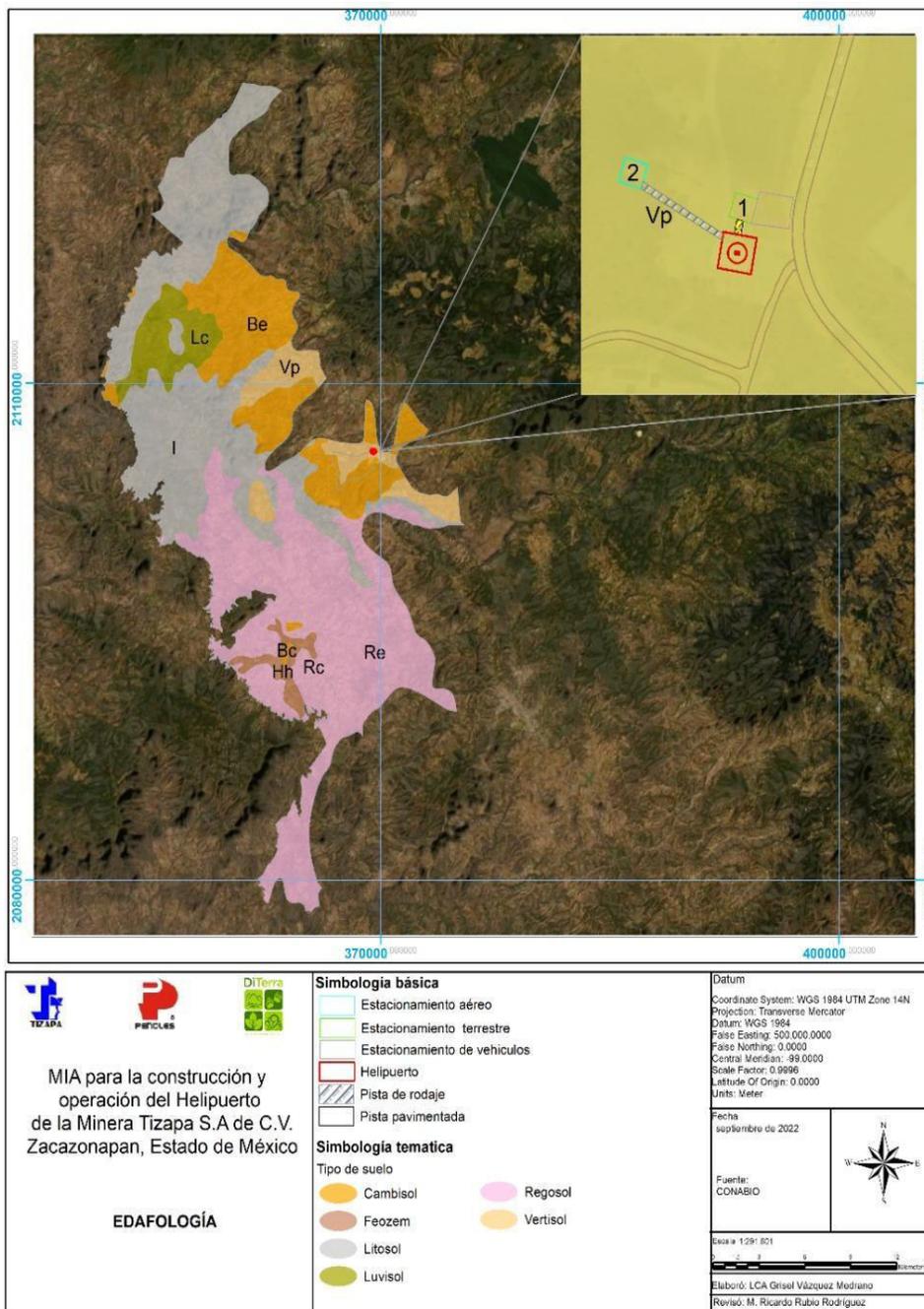


FIGURA 4.9: DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELO EN EL SA Y EN EL PREDIO PARA EL HELIPUERTO.

#### IV.2.1.5 Hidrología.

Aguas superficiales: El SA se inserta plenamente en la Región Hidrológica RH 18 Balsas; Cuenca: G Cutzamala; Subcuenca f560: Río Temascaltepec (Figura 4.10).

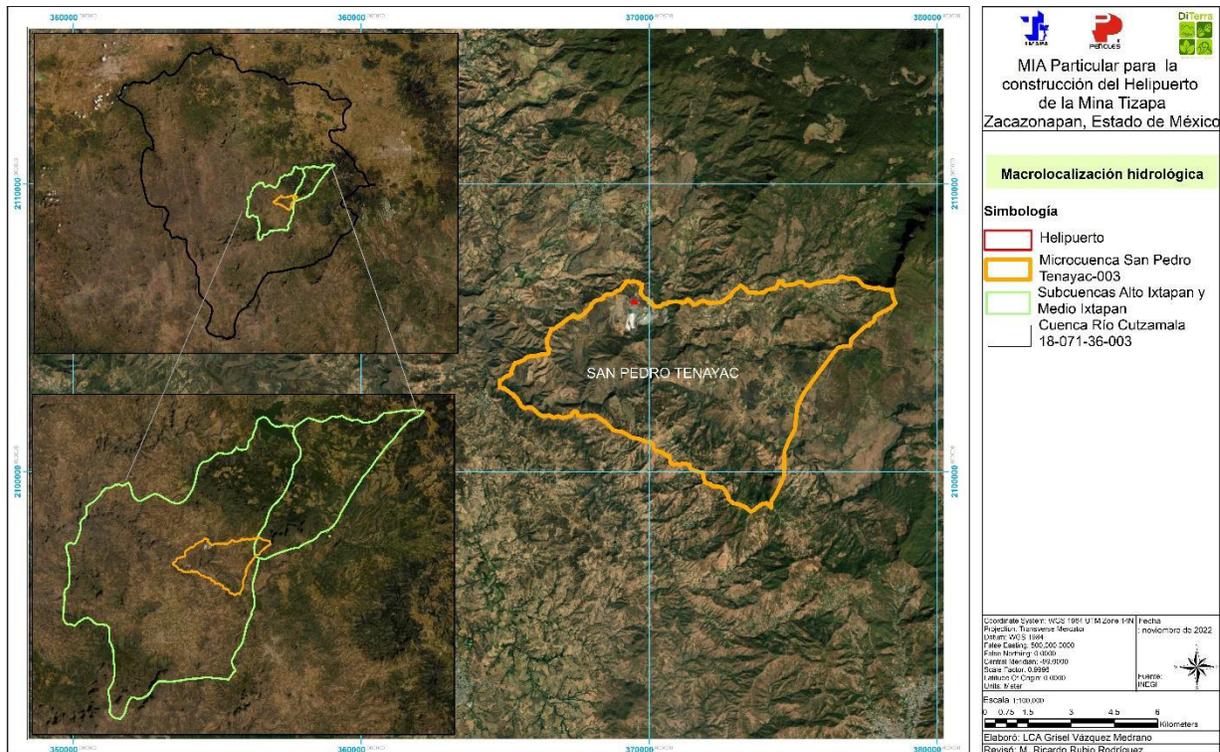


FIGURA 4.10: UBICACIÓN DEL SA EN LA REGION HIDROLÓGICA.

El Sistema Ambiental forma parte de la cuenca Cutzamala, siendo el río Temascaltepec el recurso hidrológico más importante, el cual presenta su trayecto atravesando la Subcuenca; adicionalmente se cuenta con otras corrientes importantes como agua zarca al sur del SA, cerca del predio donde se llevarán a cabo las actividades se encuentran arroyos como el Zacazonapan, El Ahogado, La Antigua, Salto Prieto, La Papaya, El Temascal y el San José (Figura 4.11).

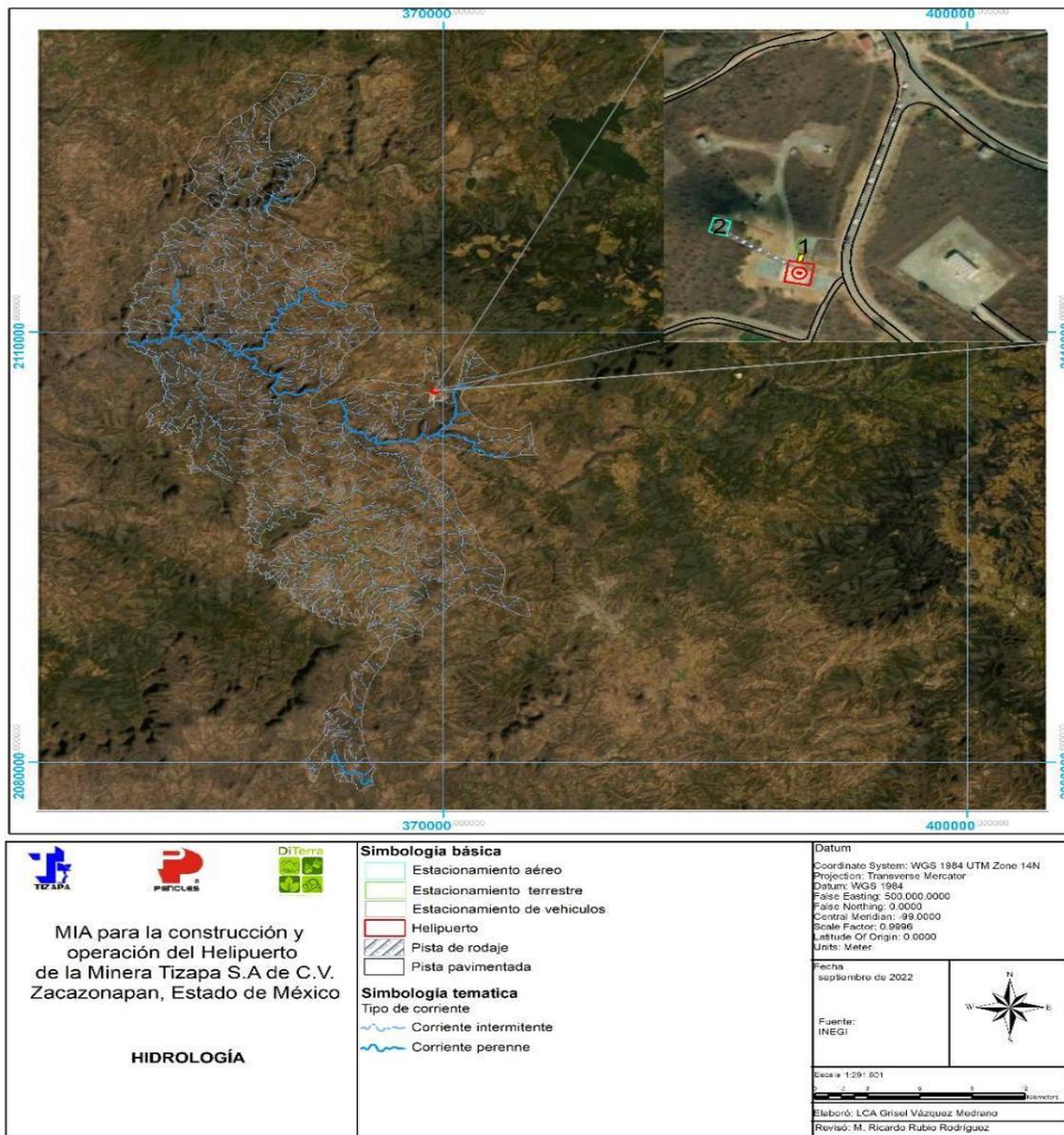


FIGURA 4.11: LOCALIZACIÓN DEL PREDIO CON RESPECTO A LA SUBCUENCA DE TEMASCALTEPEC.

Hidrología subterránea: La hidrología subterránea está comprendida en dos unidades geohidrológicas. Por un lado, la que corresponde a la que contiene material consolidado con posibilidades bajas y que cubre el mayor porcentaje del territorio, que dependiendo de las características geológicas de la zona se generan varios tipos de acuíferos.

En las zonas donde prevalecen rocas metamórficas se forman afloramientos de esquistos, que, por las características físicas, baja permeabilidad y alto contenido de material arcilloso, limitan el almacenamiento de agua subterránea.

Las áreas donde predominan las rocas ígneas tales como la andesita asociada con tobas, y que generalmente forman estructuras como bloques o derrames fracturados, funcionan como rocas transmisoras y por ende se forman áreas de recarga acuífera, en donde pueden llegar a formarse manantiales.

En las regiones que se caracterizan por la presencia de rocas sedimentarias, por lo regular se forman bancos masivos y en algunos casos recristalizados, asociados con lentes y bandas de pedernal y horizontes de lutita, en donde regularmente se generan áreas de baja permeabilidad y por ende limitan la formación de acuíferos.

La otra unidad geohidrológica corresponde a aquellas áreas donde el material no es consolidado y con posibilidades bajas, que comprende ciertas regiones del SA, principalmente en la cuenca del Río de Temascaltepec. Dicha unidad está constituida por brechas sedimentarias y depósitos vulcano clásticos, por lo tanto, esta unidad es deleznable con mala compactación, alta permeabilidad y buena trasmisibilidad, factores que limitan la formación de acuíferos, además de la topografía y pendientes presentes lo que genera que el agua circule hacia los valles o cañadas y no sea retenida, sin embargo, dadas las características físicas de esta unidad litológica, funcionan como zonas de recarga acuífera.

No se prevén afectaciones directas a los mantos freáticos con la ejecución del proyecto, de conformidad con la carta estatal de hidrología subterránea, el proyecto se localiza en una zona con permeabilidad de materiales consolidados alta sin explotación y zona de permeabilidad de materiales no consolidados de media baja.

#### IV.2.2 Factores Bióticos.

##### IV.2.2.1 Vegetación.

###### Antecedentes

El SA se encuentra dentro de la cuenca media del Río del Balsas, por ello, ha sido un sitio llamativo para el estudio botánico (Muñoz-Viveros *et al.* 2005). A partir de 1930, se han registrado actividades de identificación florística por parte de G. G. Hinton, la Comisión Botánica Exploradora (1952-1957) y Tejero-Díez (1998) (Muñoz-Viveros *et al.* 2005) quienes reportaron vegetación del tipo Bosque de Encino, Encino-Pino y Bosque Tropical Caducifolio.

En 1990, la minera Tizapa realizó estudios de vegetación para acreditar la Manifestación de Impacto Ambiental y establecer el proyecto minero (Muñoz-Viveros *et al.* 2005). La zona fue seleccionada a partir de criterios ecológicos y socioculturales; dicho análisis permitió conocer la composición del sitio (dominancia de la especie *Acacia farnesiana*) y la poca cantidad de especies de importancia cultural o económica (menos de 20) (SINAT, s/f). Posteriormente, en el 2005, Muñoz-Viveros realizó otro análisis para la construcción de la presa de Jales 2 de la minera, en cuyo sitio de construcción, se identificó un tipo de vegetación asociada a Bosques Tropicales Caducifolios y bosques mixtos de encino con leguminosas. (Muñoz-Viveros *et al.* 2005). En dicho reporte se menciona una transformación de la vegetación por la práctica ganadera en la

mayor parte de los llanos y altiplanos que bordean a la cañada del Río “El Ahogado” y sus afluentes. En estos sitios predominan una vegetación secundaria de tipo potrero. Por otro lado, de acuerdo con la regionalización Ecológica, el área está ubicada en la Zona Ecológica Templada y en la Provincia Ecológica 55 Mil Cumbres (Muñoz-Viveros *et al.* 2005).

Metodología.

Los sitios de muestreo fueron seleccionados con base al estudio elaborado por Muñoz *et al.* en 2005, donde establecieron puntos dentro y fuera de la zona minera. El análisis de campo se realizó el 4 al 6 de mayo del 2022.

**Diseño de muestreo:** La mayoría de la zona corresponde a vegetación secundaria, por lo tanto, no fue necesario un muestreo exhaustivo debido a la homogeneidad del sitio. Se realizó un método de transectos con sub-cuadrantes para cada tipo de vegetación, como lo muestra la Figura 4.12.

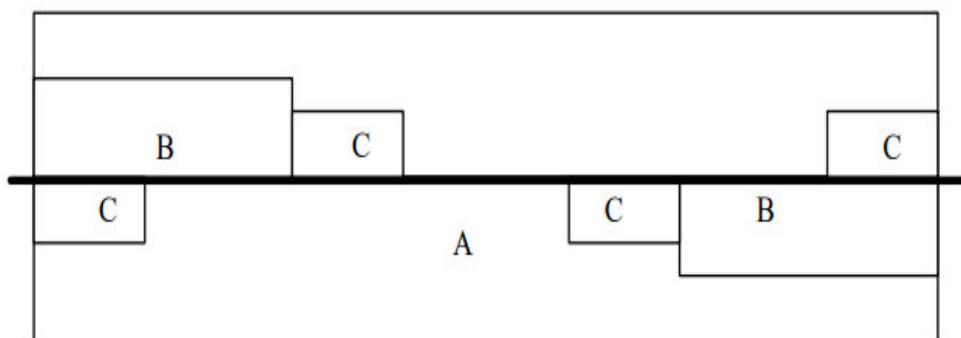


FIGURA 4.12: DISEÑO DE MUESTREO PARA VEGETACIÓN ARBÓREA, ARBUSTIVA Y HERBÁCEA (MOSTACEDO-FREDERICKSEN, 2000).

La línea gruesa y central indicó la senda a partir de la cual se muestrearon ambos lados del transecto A; éste fue el más grande con dimensiones generalmente de 10 x 100m y se utilizó para muestrear árboles mayores de 10 cm de DAP. Los transectos B generalmente fueron de tamaños menores (4 x 25m) y se

implementaron para muestrear árboles con DAP < 10 cm y mayores a 2m de altura. Finalmente, los transectos C fueron los más pequeños con respecto a los anteriores (1x4m y 2x5cm) y permitieron el muestreo del estrato herbáceo y arbustivo menores a 2 m de altura.

**Recolecta y prensado:** Previamente al prensado, se tomó una fotografía del individuo muestreado, donde se enfocó el hábito del ejemplar, así como la presencia y disposición de elementos florales a lo largo de la planta. El ejemplar de tipo herbáceo se recolectó de manera manual y/o con pinzas, cuidando que estuviera en buen estado y contara, de ser posible, con elementos florales, mientras que, para ejemplares arbustivos, la técnica de muestreo consistió en el corte de una pequeña rama lignificada. Una vez listo, el ejemplar se sujetó sobre la hoja de periódico con cinta adhesiva, se llenó la etiqueta de identificación y se situó entre dos cartones. En algunos casos, las semillas obtenidas, se colocaron en sobres. Los ejemplares con flor se prensaron como lo muestra la Figura 4.13 y aquellos de gran tamaño, como las herbáceas, se prensaron en forma de “Z” (Figura 4.14). En el caso de las epífitas, se tomó una fotografía del ejemplar y se recolectó algún ejemplar caído.

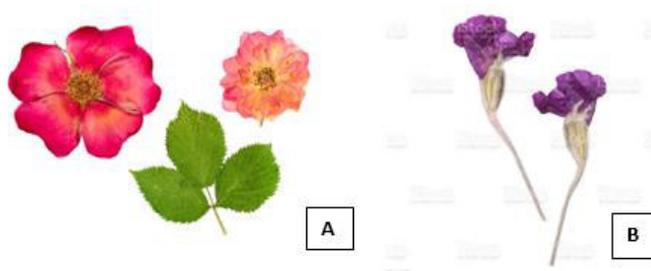


FIGURA 4.13: VISTA FRONTAL Y LATERAL DE LA FLOR.

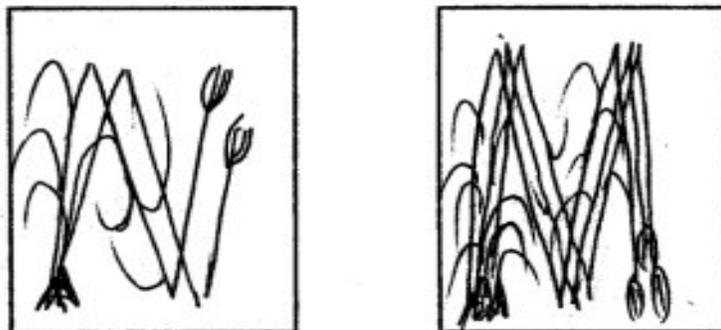


FIGURA 4.14: PRENSADO DE GRAMÍNEAS.

**Caracterización de sitio e identificación de ejemplares:** Para la caracterización del sitio se tomaron fotografías del estrato arbóreo y arbustivo, así como fotografías panorámicas de las zonas de muestreo y la exposición del suelo. La identificación de los ejemplares se realizó con la ayuda de herramientas como microscopio estereoscópico, guías taxonómicas y artículos científicos.

**Índices de diversidad y abundancia:** Los índices de diversidad de Shannon y la dominancia, se estimaron utilizando el software Past. La interpretación del índice de diversidad se registra a partir de un rango, donde “0” significa baja diversidad y números alejados de éste, mayor diversidad. Mientras que la dominancia va de 0 a 1, dónde valores cercanos al 0 indican la dominancia de más de una especie y mientras más se acerque al 1, una sola especie va a tender a dominar en el sitio.

## Resultados

En general se determinaron 10 tipos de vegetación en el SA como se presenta en la Figura 4.15 y en la Tabla 4.2. Como se aprecia en la misma figura, en el área donde se pretende instalar el Helipuerto está clasificada como “desprovisto de vegetación”, sin embargo, se hizo el análisis de vegetación de la zona natural más cercana al área del proyecto (Bosque de encino), además de tres tipos de vegetación alterada (Desprovisto de vegetación, VS de encino y pastizal inducido)

Uso de suelo y vegetación	Extensión (ha)	Porcentaje %
Pastizal inducido	14,937.72	35.3
VS de selva baja caducifolia	10,210.78	24.1
Agricultura de riego anual	5,211.32	12.3
Selva baja caducifolia	4,947.65	11.7
VS de bosque de pino-encino	3,390.83	8.0
VS de bosque de encino	2,744.52	6.5
Bosque de encino	276.97	0.7
Asentamientos humanos	238.56	0.6
Bosque de pino encino	222.08	0.5
Cuerpos de agua	26.188	0.1

TABLA 4.2: VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

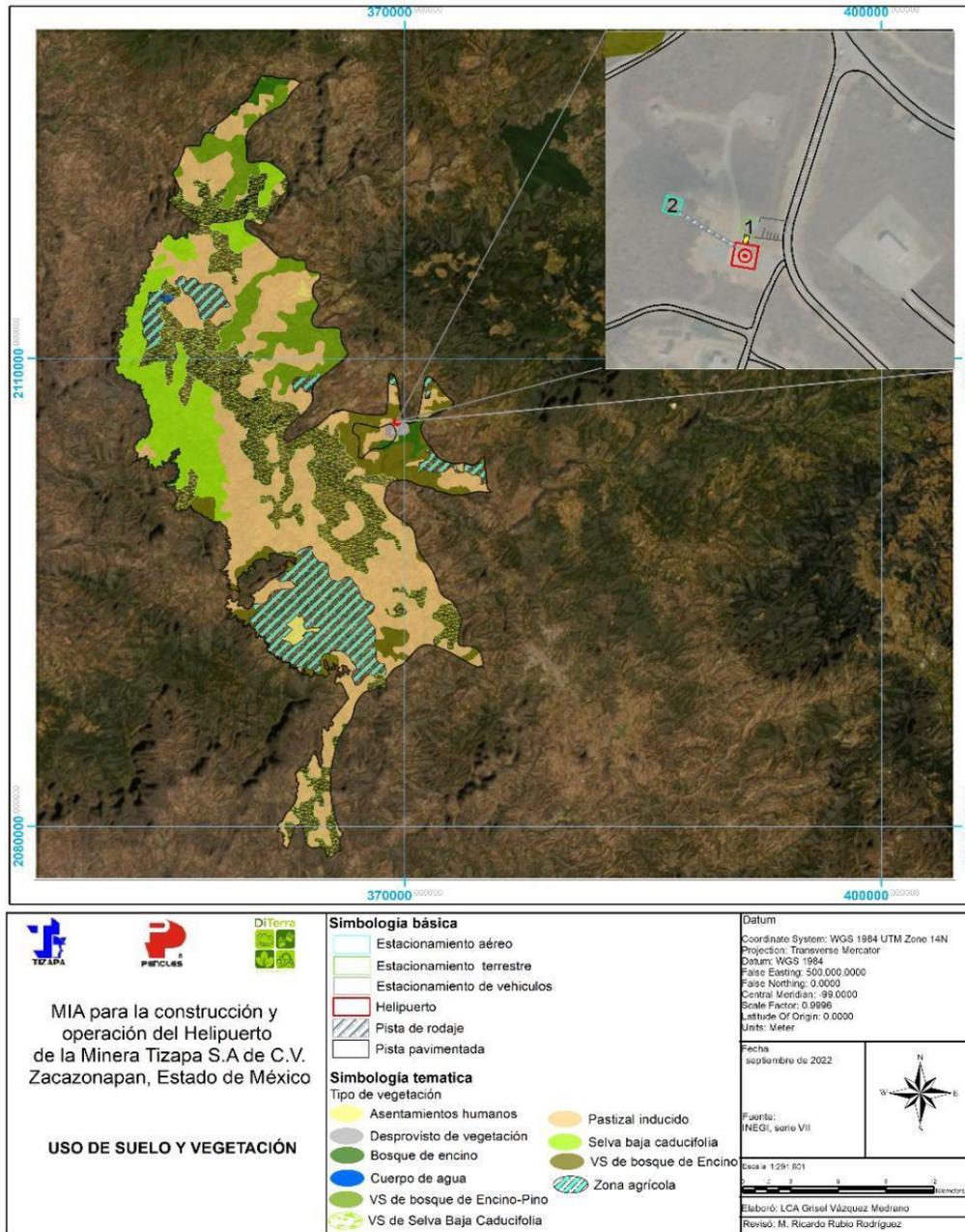


FIGURA 4.15: DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

A continuación, se presentan los resultados de cada tipo de vegetación analizada. En el Anexo técnico se encuentran las fichas técnicas de todas las especies.

## DESPROVISTO DE VEGETACIÓN

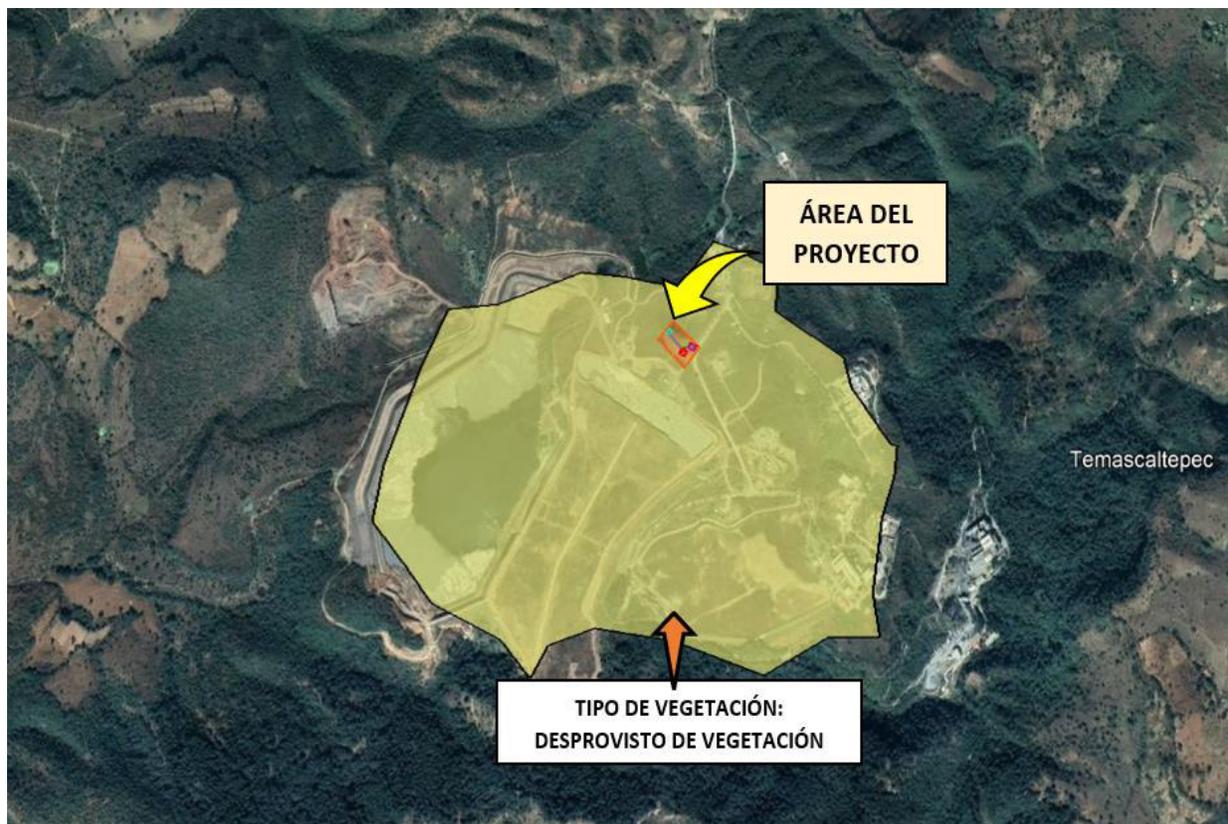


FIGURA 4.16: DISTRIBUCIÓN DEL TIPO DE VEGETACIÓN “DESPROVISTO DE VEGETACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL ÁREA DEL PROYECTO.

El área que ocupa la Unidad Minera Tizapa está clasificado como este tipo de vegetación, por lo tanto, es el tipo de vegetación presente en el área del proyecto.

A pesar de la clasificación; es posible identificar una estructura vegetacional donde predomina el estrato herbáceo cuya composición incluye especies características de sitios perturbados y ruderales como *Conicum sp.*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Taraxacum officinale*, *Stevia sp.*, *Poa annua* y *Rynchelytrum repens*. Así mismo, se identificaron especies arbóreas como *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena sp.* cuya distribución está asociada a sitios con

laderas bajas, desmontados y/o abiertos. Finalmente, el estrato arbustivo fue representado por *Acacia sp.* y *Thitonia tubiformis*, es una especie que crece en terrenos agrícolas y es propia de sitios arvenses y/o ruderales (Tabla 4.3) (ver Anexos).



FOTO 1 Y 2: PANORAMA GENERAL DE ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN.

Familia/ Especie	Nombre común	Háb.	Hábitat	Distribución	EMM	Estatus de conservación		
						NOM	CITES	IUCN
POACEAE								
Cynodon dactylon	Zacate pata de gallo	Her	Ruderal, arvense en varios cultivos y en áreas con disturbio	Regiones templadas de América	NE	SP	SC	SE
Rhynchelytrum repens	Hierba de la lana	Her	Arvense y ruderal. Presente en pastizal, matorral xerófilo y VS en BE	Centro, Sudamérica	NE	SP	SC	SE
FABACEAE								
Acacia sp.	Huizache	Arb	Laderas bajas cubiertas de matorral. Campos de cultivo	Cosmopolita	E y NE	SP	SC	SE
POACEAE								
Digitaria sanguinalis	Pata de gallo	Her	Maleza en suelos cultivados, terrenos abandonados	Cosmopolita	Ex	SP	SC	SE
Taraxacum officinale	Diente de león	Her	Maleza ruderal, arvense viveros y en pastizales	Cosmopolita	Ex	SP	SC	PM
STERCULIACEAE								
Guazuma ulmifolia	Aquiche, guasmo	Ar	Laderas de montañas bajas y cañadas, pastizales	Desde México hasta Am del sur	Na	SP	SC	PM
ASTERACEAE								
Tithonia tubiformis	Palacote, acahual	Arb	Arvense y ruderal. Presente en terrenos agrícolas	Cosmopolita	Na	SP	SC	SE
Stevia sp.	Cola de borrego	Arb	VS, otras son cultivadas	México a Honduras y El Salvador	Na	SP	SC	SE
MIMOSAE								
Leucaena sp.	Guaje blanco	Ar	Ruderal	Regiones tropicales y subtropicales	Na	SP	SC	SE
BURSERACEAE								
Bursera sp.								

Tabla 4.3: Listado de flora. Simbología: Hab: Hábitos; Her: Herbácea Arb: Arbustivo; Ar: Arbóreo; EMM: Estado Migratorio en México; NE: No endémica; E: Endémica. NOM: Norma Oficial Mexicana SEMARNAT 059; SP: Sin Protección; SC: Sin Clasificación. CITES: Convenio Internacional para el

Tráfico de Especies Amenazadas: SC: Sin Clasificación. IUCN: Lista roja de especies amenazadas de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza: SE: Sin Evaluación; PM: Preocupación Menor.

Especie	Abundancia
<i>Acacia sp.</i>	1
<i>Conicum sp.</i>	3
<i>Cynodon dactylon</i>	15
<i>Digitaria sanguinalis</i>	20
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1
<i>Leucaena sp.</i>	13
<i>Poa annua</i>	3
<i>Rhynchelytrun repens</i>	15
<i>Taraxacum officinale</i>	1
<i>Tithonia tubiformis</i>	1
<i>Stevia sp.</i>	1

TABLA 4.4: ABUNDANCIA DE ESPECIES DEL ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN.

## VEGETACIÓN “SECUNDARIA ASOCIADA A BOSQUE DE ENCINO”.



FIGURA 4.17: DISTRIBUCIÓN DEL TIPO DE VEGETACIÓN “SECUNDARIA ASOCIADA A BOSQUE DE ENCINO” Y SU RELACIÓN CON EL ÁREA DEL PROYECTO.

El sistema ambiental estuvo representado principalmente por el estrato herbáceo. Entre las especies identificadas se encuentran *Festuca arundinaceae*, *Rhynchelytrum repens* y *Phaseolus sp.* cuya distribución está asociada a selva baja caducifolia, bosque de pino-encino pastizales, terrenos de cultivo, sitios arvenses y/o ruderales. De igual forma, *Rumex pulcher*, de la familia Polygonaceae, presenta el mismo hábitat de las especies anteriores. Finalmente, en el estrato arbóreo, se identificó *Prosopis laevigata*, cuyo establecimiento se da en laderas bajas y dos especies de *Quercus*: *Q. insignis* y *Q. martinezii*.

Cabe destacar que el individuo identificado en el género *Vriesea* tiene registrado tres especies en la NOM-059, mientras que en el CITES no se encuentra

registradas, pero en la IUCN se encuentran 24 especies, de las cuales aproximadamente el 29% está en la categoría de menor preocupación (LC), 29% son especies vulnerables (VU), 16% en la categoría en peligro de extinción EN, 8% (NT) cerca del peligro, 4% en condición crítica (CR), mientras las especies restantes (Tabla 4.5).

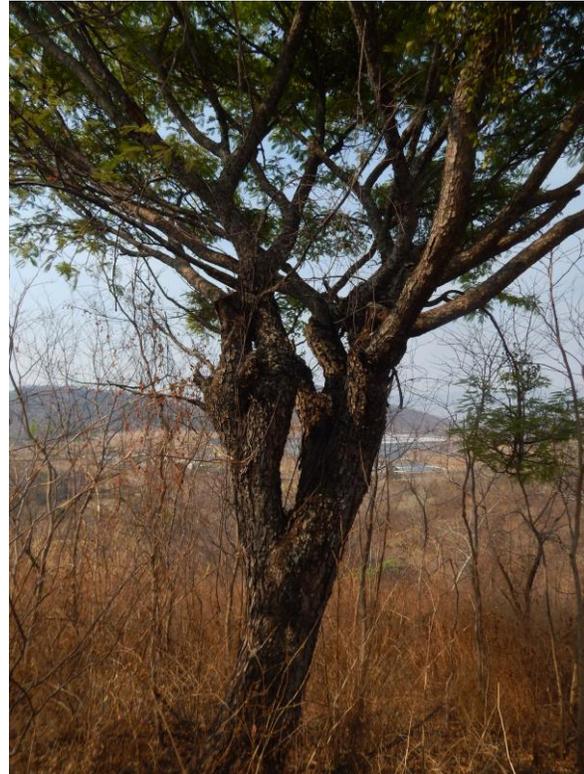
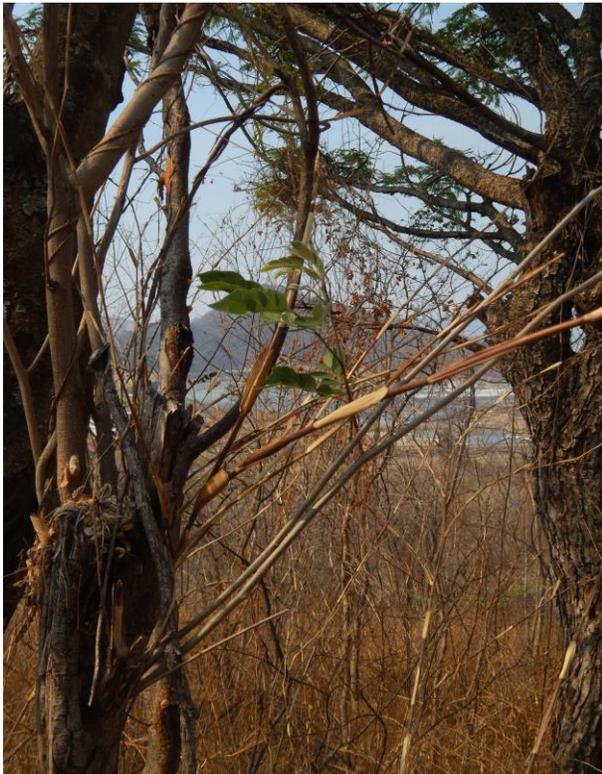


FOTO 3 Y 4: PANORAMA GENERAL DE ÁREA DE VEGETACIÓN SECUNDARIA ASOCIADA A BOSQUES DE ENCINO.

Familia/ Especie	Nombre común	Háb.	Hábitat	Distribución	EM M	Estatus de conservación		
						N O M	C I T E S	I U C N
POACEAE								
<i>Festuca arundinacea</i>	Cañuela alta	Her	Arvense y ruderal	Europa y Asia	NE	SP	SC	SE
<i>Rhynchelytrum repens</i>	Hierba de lana	Her	Arvense y ruderal. Presente en VS en BE	Centro y Sudamérica	NE	SP	SC	SE
POLYGONACEAE								
<i>Rumex pulcher</i>	Lengua de vaca	Her	Maleza, arvense en parcelas o en SBC y BPE	Cosmopolita	NE	SP	SC	SE
FABACEAE								
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	Ar	Laderas bajas	Zonas semiáridas de México	E	SP	SC	PM
FAGACEAE								
<i>Quercus insignis</i>	Encino chicalabala	Ar	BM asociado con <i>Cupressus</i> sp. y <i>Alnus</i> sp. y lugares templados	Sierra Madre del Sur, Veracruz, Guatemala y Belice	NE	SP	SC	EP
<i>Quercus martinezii</i>	Encinillo	Ar	BMM, BE, BC	Sierra Madre del Sur	NE	SP	SC	PM
BROMELIACEAE								
<i>Vriesea sp.</i>		Her	Epífita o terrestre	Costa Rica y Panamá				
TILIACEAE								
<i>Phaseolus sp.</i>	Frijol silvestre	Her	Pedregales y matorrales derivados sobre todo de SBC	Cosmopolita	E	SP	SC	

Tabla. 4.5: Listado de flora. Simbología: Hab: Hábitos; Her: Herbácea Arb: Arbustivo; Ar: Arbóreo; EMM: Estado Migratorio en México; NE: No endémica; E: Endémica. NOM: Norma Oficial Mexicana SEMARNAT 059; SP: Sin Protección; SC: Sin Clasificación. CITES: Convenio Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas; SC: Sin Clasificación. IUCN: Lista roja de especies amenazadas de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza; SE: Sin Evaluación; PM: Preocupación Menor.

Especie	Abundancia
<i>Festuca arundinacea</i>	6
<i>Phaseolus sp.</i>	4
<i>Prosopis laevigata</i>	13
<i>Quercus insignis</i>	7
<i>Quercus martinezii</i>	16
<i>Rhynchelytrum repens</i>	4
<i>Rumex oulcher</i>	33
<i>Vriesa sp.</i>	4

TABLA 4.6: ABUNDANCIA DE ESPECIES EN VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO.

### VEGETACIÓN “BOSQUE DE ENCINO”.



FIGURA 4.18: REPRESENTA LA DISTRIBUCIÓN DEL TIPO DE VEGETACIÓN “BOSQUE DE ENCINO” Y SU RELACIÓN CON EL ÁREA DEL PROYECTO.

En el sistema ambiental se identificaron mayor número de especies a comparación de los dos sistemas anteriormente mencionados. Dentro del estrato herbáceo, se identificaron especies ruderales, con la capacidad de colonizar zonas perturbadas como potreros, terrenos de cultivo, pastizales como *Marrubium vulgare*, *Salvia reflexa* y *Salvia sp.*, *Archibaccharis sp.*, *Cnidocolus texanus*, *Clematis sp.*, *Phaseolus sp.* y *Lycopersicum esculentum*. En el estrato arbóreo, se caracterizaron especies como *Acacia sp.*, *Ficus sp.*, *Spathodea campanulata*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena sp.* y *Stemmadenia obovata* que a pesar de estar asociadas a bosque de

pino-encino, también se establecen en zonas perturbadas de vegetación secundaria. Así mismo se identificaron dos especies de *Quercus*: *Q. glaucooides* y *Q. magnolifolia* y dos especies epífitas: *Tillandsia* sp. y *Encyclia michuacana*.

Es importante mencionar que de las 197 especies de la familia Orchidaceae incluidas en la NOM-059, 3.5% de las especies, pertenecen al género *Encyclia*. Sin embargo, el ejemplar identificado en este sistema ambiental (*E. michuacana*), pudiera ser similar a *E. kienasttii*, que posee protección especial, debido a la similitud que presentan en la inflorescencia. Por ello es importante destacar las características que diferencian a ambas especies, como la coloración del labro que en *E. michuacana* es de color crema-blanco con puntos púrpura y en *E. kienasttii*, puede llegar a ser rosa o rosa pálido. Así mismo, se recomienda revisar el tipo de hoja, ya que en *E. michuacana* es elíptica o ligular-elíptica y en *E. kienasttii* son elíptico-oblongas.

El ejemplar correspondiente a *Tillandsia* sp. se identificó hasta nivel género debido a la ausencia de inflorescencia. Por ello es importante considerar que se pudiera confundir con otras especies registradas en la NOM-059, CITES y la IUCN. En la NOM-059 la mayoría de las especies están en la categoría A, mientras *Tillandsia flexuoides* y *T. flexuosa* se encuentra bajo protección. Sin embargo, es poco probable que el individuo reportado pertenezca a especies como *T. harrisii*, *T. kammii* y *T. xerographica* reportadas en los apéndices del CITES (el número II) debido a que su distribución se encuentra restringida a áreas rocosas, sabana y matorrales en Sudamérica, específicamente en Colombia, Argentina, Perú, Ecuador, Bolivia.

Los individuos pertenecientes al género *Salvia*, tampoco contaron con elementos florales para su identificación precisa por lo tanto pudieran ser confundidos por especies como *Salvia officinalis* y *S. maximowicziana* reportadas en la IUCN de

preocupación menor, sin embargo, las especies mencionadas, se distribuyen en el continente europeo.

Así mismo, los individuos del género *Clematis sp.* no presentaron los suficientes elementos para identificar hasta nivel especie. Por ello, es importante considerar que el ejemplar pudiera estar bajo protección ya que la IUCN se encuentra reportado el género cuyo 80% de las especies reportados, están en categoría de preocupación menor. Los individuos del género *Tilia sp.* al no ser identificados a nivel especie, pudieran ser ejemplares bajo protección ya que el 80% de las especies pertenecientes al género está categorizados por la IUCN como de preocupación menor. El mismo caso presentaron los individuos del género *Ficus*, no contaron con elementos florales para su identificación precisa, por lo tanto, algunas de las 350 especies de la IUCN, pudieran confundirse. Sin embargo, 90% de ellas se encuentran clasificadas con preocupación menor.

El género *Cnidocolus* está registrado en la NOM-059, con la especie *C. autlanensis* cuyo estatus es bajo protección (Pr) y en “peligro de extinción (EN) por la IUCN. Es probable que el individuo identificado como *C. texanus*, pudiera confundirse con *C. autlanensis* debido al nombre común que se le ha asignado al género (“mala mujer”). Sin embargo, es poco probable que el individuo recolectado pertenezca a la especie *C. autlanensis*, ya que su distribución se restringe al estado de Colima y sur de Jalisco en México.

El individuo registrado como *Piper sp.* se identificó a nivel género debido a la falta de estructuras certeras como inflorescencia, por lo tanto, es importante considerar un posible estatus de protección dado que en la IUCN se reportan 1130 especies, donde, más del 60% se encuentran bajo protección menor (LC), el 40% en peligro de extinción (EN), más del 20% en situación crítica (CR), el 18.2% vulnerable (VU) y el resto, se desconoce la condición de sus poblaciones debido

a la falta de registros. La mayoría de las especies en categoría LC, se distribuyen en Bolivia, Costa Rica, Colombia, Ecuador, Guyana Panamá, Perú Venezuela, Brasil, así como en la zona de centro-sur de México (Veracruz, Chiapas, Hidalgo, Estado de México, Oaxaca, Península de Yucatán.

Finalmente, los individuos reportados en el género *Vriesea*, tampoco se identificaron hasta especie, por lo tanto, pudiera tener similitud con las alguna de las tres especies en la NOM-059, *V. malzinei*, *V.ovandensis* o *V. breedloveana*, sin embargo es poco probable debido a la distribución de las anteriormente mencionadas, se restringe a la zona de Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas. En el CITES, el género no se encuentra clasificado, mientras que en la IUCN 24 especies han sido evaluadas, de las cuales aproximadamente el 29% está en la categoría de menor preocupación (LC), 29% son vulnerables (VU), 16% en peligro de extinción (EN), 8% cerca del peligro (NT), 4% en condición crítica (CR), mientras las especies restantes no está clara su situación debido a la falta de datos (Tabla 4.7).



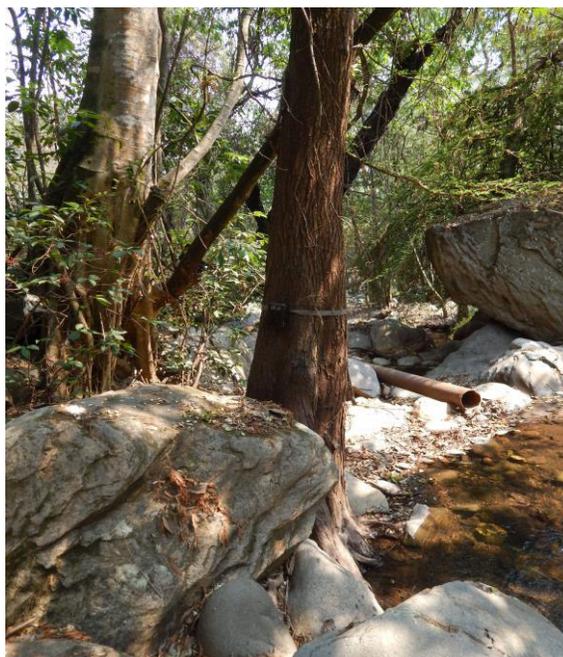


FOTO 5 Y 6: PANORAMA GENERAL DE ÁREAS DE BOSQUE DE ENCINO.

Familia/ Especie	Nombre común	Háb.	Hábitat	Distribución	EMM	Estatus de conservación		
						NOM	CITES	IUCN
Bosque de encino								
ASTERACEA								
<i>Archibaccaris sp.</i>	Hierba del carbonero	Her	Bosques, pastizales, con frecuencia en la VS	Climas templados y todo México	NE	SP	SC	SE
<i>Rhynchelytrum repens</i>	Hierba de la lana	Her	Arvense y ruderal y VS en BE	Centro y Sudamérica	NE	SP	SC	SE
APOCYNACEAE								
<i>Stemmadenia ovodata</i>	Tepechitle	Ar	Zonas cálidas	Sudamérica y de Noroeste Brasil	E	SP	SC	SE
BIGNONIACEA								
<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano	Ar	Zonas con margas fértiles, profundas y bien drenadas.	Centroamérica y Sri Lanka	NE	SP	SC	PM

Familia/ Especie	Nombre común	Háb.	Hábitat	Distribución	EMM	Estatus de conservación		
						NOM	CITES	IUCN
			Colonizan lugares perturbados					
<b>BROMELIACEAE</b>								
<i>Tillandsia sp.</i>	Plantas del aire, clavel del aire	Her	Epífita en matorrales xerófilos, bosques de encino	Regiones tropicales	E y NE		A II	
<i>Vriesea sp.</i>	Pluma de indio	Herbáceo	Herbáceo y epífita o terrestre	BMM, MX y bosque de Quercus	NE y E		SC	
<b>EUPHORBIACEAE</b>								
<i>Cnidoscolus texanus</i>	Mala mujer	Her	Suelos arenosos y sitios perturbados	Tamaulipas y Veracruz en México	N	S P	SC	SE
<b>FABACEAE</b>								
<i>Phaseolus sp.</i>	Frijol silvestre	Her	Pedregales y matorrales derivados en SBC	Cosmopolita	E	S P	SC	
<b>FAGACEAE</b>								
<i>Quercus glaucooides</i>	Encino blanco	Ar	BTC. En bosques de <i>Quercus</i> y coníferas y pastizales secundarios.	Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán.	E	S P	SC	PM
<i>Quercus magnifolia</i>	Encino amarillo	Ar	Bosques puros de <i>Quercus</i> o bosques mixtos <i>Pinus-Quercus</i>	Colima, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán,	E	S P	SC	PM
<b>LAMIACEAE</b>								
<i>Marrubio sp.</i>	Marrubio	Her	Orillas de camino, potreros y áreas con disturbio	América y Oceanía	E	S P	SC	SE
<i>Salvia sp.</i>	Salvia	Her	Zonas perturbadas, BEVS,	Centro, Sudamérica y México	E y NE	S P	SC	SE

Familia/ Especie	Nombre común	Háb.	Hábitat	Distribución	EMM	Estatus de conservación		
						NOM	CITES	IUCN
<i>Salvia reflexa</i>	Hierba de pajarito	Her	Matorrales perturbados. Ruderal y arvense	Argentina, Australia, Sudáfrica	E	SP	SC	SE
MALVACEAE								
<i>Tilia sp.</i>	Jonote	Ar	BMM, en sitios húmedos y orillas de arroyos en los BPE, BE	Regiones templadas de América, Europa y el este de Asia	E y algunas NE	Verte	SC	Verte
MIMOSAE								
<i>Acacia sp.</i>	Huizache	Arb	Laderas bajas cubiertas de matorral.	Cosmopolita	E y NE	SP	SC	SE
<i>Leucaena lanceolata</i>	Guaje	Ar	Ruderal	Regiones tropicales y subtropicales	E, NE	SP	SC	PM
MORACEAE								
<i>Ficus sp.</i>	Ficus	Ar	VS en Bosque de Quercus y Pino-Quercus	Cosmopolita	E y NE	SP	SC	
ORCHIDACEA								
<i>Encyclia michuacana</i>	Camote de agua	Her	Epífita y a veces terrestre	México a Honduras	E		A II	SE
PIPERACEAE								
<i>Piper sp.</i>	Cordoncillo	Ar	Bosques pantropicales	Colombia y Bolivia (Amazonia),	NE	SP	SC	
RANUNCULACEAE								
<i>Clematis sp.</i>	Barbas de chivo	Her	Regiones tropicales, desde nivel del mar hasta altitudes elevadas	Cosmopolita	NE	SP	SC	
SOLANACEAE								
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomate, jitomate silvestre	Her	Crecimiento espontáneo en otros cultivos y en zonas urbanas.	México (la mayoría de los estados)	NE	SP	SC	SE
STERCULIACEAE								

Familia/ Especie	Nombre común	Háb.	Hábitat	Distribución	EMM	Estatus de conservación		
						NOM	CITES	IUCN
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Aquiche, guasmo	Ar	Sitios abiertos, laderas de montañas bajas y cañadas, pastizales.	Desde México hasta América del sur	E	SP	SC	PM

Tabla 4.7: Listado de flora. Simbología: Hab: Hábitos; Her: Herbácea Arb: Arbustivo; Ar: Arbóreo; EMM: Estado Migratorio en México; NE: No endémica; E: Endémica. NOM: Norma Oficial Mexicana SEMARNAT 059; SP: Sin Protección; SC: Sin Clasificación. CITES: Convenio Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas; SC: Sin Clasificación. IUCN: Lista roja de especies amenazadas de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza; SE: Sin Evaluación; PM: Preocupación Menor.

Especie	Abundancia
<i>Acacia sp.</i>	8
<i>Archibaccaris sp.</i>	1
<i>Clematis sp.</i>	3
<i>Cnidoscolus texanus</i>	1
<i>Encycla michuacana</i>	1
<i>Ficus sp.</i>	1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1
<i>Leucaena lanceolata</i>	1
<i>Lycopersicum esculatum</i>	1
<i>Marrubio sp.</i>	1
<i>Phaseolus sp.</i>	3
<i>Piper sp.</i>	11
<i>Quercus glaucoides</i>	3
<i>Quercus magnolifolia</i>	12

Especie	Abundancia
<i>Salvia sp.</i>	44
<i>Salvia reflexa</i>	5
<i>Stemmadenia ovodata</i>	1
<i>Spathodea campanulata</i>	3
<i>Tilia sp.</i>	2
<i>Tillandsia sp.</i>	1
<i>Vriesa sp.</i>	3

TABLA 4.8: ABUNDANCIA DE ESPECIES EN VEGETACIÓN BOSQUE DE ENCINO.

### PASTIZAL INDUCIDO.



FIGURA 4.19: DISTRIBUCIÓN DEL TIPO DE VEGETACIÓN “PASTIZAL INDUCIDO” Y SU RELACIÓN CON EL ÁREA DEL PROYECTO.

El sistema ambiental estuvo representado por especies herbáceas como *Rynchelytrum repens* y arbustivas como *Lantana camara* cuya distribución se limita a zonas perturbados, así como ruderal y pastizal. El estrato arbóreo estuvo caracterizado por *Alnus acuminata*, cuya distribución se limita a sitios en condiciones ambientales restringidas y *Quercus magnifolia* que indica un relicto de la zona que fue modificada.

Es importante destacar que, debido a la ausencia de flores y frutos, el individuo de la familia Cactaceae se identificó hasta nivel género. El género *Opuntia* posee tres especies reportadas dentro de la NOM-059: *O. arenaria*, *O. bravoana* y *O. excelsa*. El ejemplar identificado en este S.A., podría pertenecer al *O. bravoana* debido a su semejanza en el tamaño del individuo, el color y tamaño de las espinas. Sin embargo, la distribución de dicha especie se restringe a zonas cálidas como Baja California Sur, Norte y Sinaloa, pero se requieren más elementos (inflorescencia) para asegurar la presencia de dicha especie en la zona. En el CITES, categoriza a la familia Cactaceae con un peligro potencial de peligro (Apéndice II), mientras que, en la IUCN, el 90% de las especies del género *Opuntia* se consideran de protección menor (LC) (Tabla 4.9).



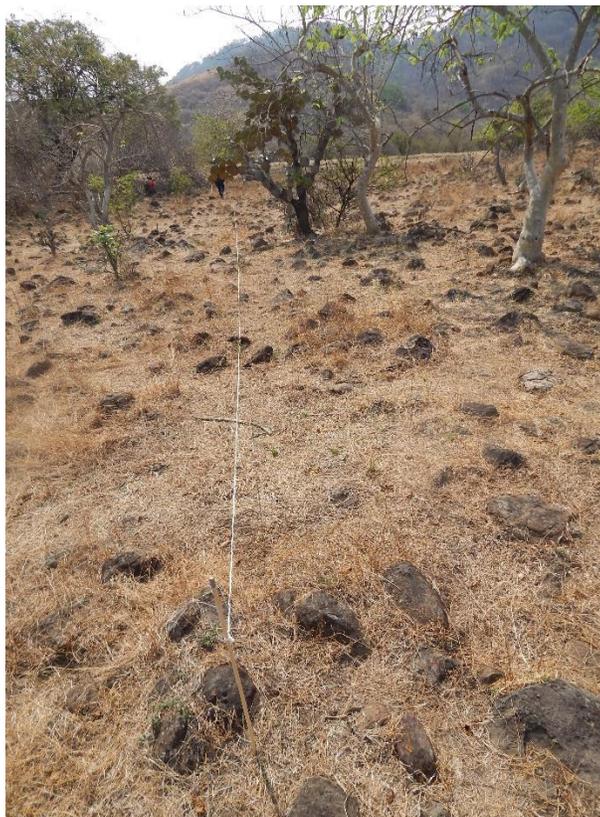


FOTO 7 Y 8: PANORAMA GENERAL DE ÁREAS DE PASTIZAL INDUCIDO.

Familia/ Especie	Nombre común	Háb.	Hábitat	Distribución	EMM	Estatus de conservación		
						NOM	CITES	IUCN
Pastizal inducido								
BETULACEAE								
<i>Alnus acuminata</i>	Aile	Ar	Laderas montañosas muy inclinadas con condiciones secas.	México, Centroamérica, siguiendo hasta los Andes	EN	SP	SC	PM
<i>Opuntia sp.</i>	Nopal	Arb	Regiones tropicales secas y desiertos del norte de México.	Canadá hasta Argentina y Chile	E y NE			

Familia/ Especie	Nombre común	Háb.	Hábitat	Distribución	EMM	Estatus de conservación		
						NOM	CITES	IUCN
FAGACEAE								
<i>Quercus magnolifolia</i>	Encino amarillo	Ar	Bosques puros de Quercus o bosques mixtos Pinus-Quercus.	Colima, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán,	E	SP	SC	PM
POACEAE								
<i>Rhynchelytrum repens</i>	Hierba de la lana.	Her	Orilla de caminos, bordes y dentro de los terrenos de cultivo. Presente en pastizal, matorral xerófilo	Centro, Sudamérica y regiones cálidas de Europa	NE	SP	SC	SE
VERBENACEAE								
<i>Lantana camara</i>	5 Negritos	Ar	Ruderal en terrenos cultivados, pastizales, campos abandonados.	Cosmopolita	E	SP	SC	SE

Tabla 4.9: Listado de flora. Simbología: Hab: Hábitos; Her: Herbácea Arb: Arbustivo; Ar: Arbóreo; EMM: Estado Migratorio en México; NE: No endémica; E: Endémica. NOM: Norma Oficial Mexicana SEMARNAT 059; SP: Sin Protección; SC: Sin Clasificación. CITES: Convenio Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas; SC: Sin Clasificación. IUCN: Lista roja de especies amenazadas de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza; SE: Sin Evaluación; PM: Preocupación Menor.

Especies	Abundancia
<i>Alnus acuminata</i>	6
<i>Lantana camara</i>	1
<i>Opuntia sp.</i>	2
<i>Quercus magnolifolia</i>	23
<i>Rhynchelytrum repens</i>	8

TABLA 4.10: ABUNDANCIA DE ESPECIES EN VEGETACIÓN DE PASTIZAL INDUCIDO.

A continuación, se muestran los índices de diversidad de Shannon y dominancia de los cuatro sistemas ambientales.

SISTEMA AMBIENTAL	ÍNDICE DE SHANNON	DOMINANCIA
Sin Vegetación aparente	1.88	0.18
VS de bosque de <i>Quercus</i>	1.81	0.21
Bosque de <i>Quercus</i>	2.29	0.20
Pastizal inducido	1.21	0.38

TABLA 4.11: INDICE DE DIVERSIDAD Y DOMINANCIA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN.

## DISCUSIÓN

La presencia de especies asociadas a sitios perturbados, ruderales, arvenses o zonas de cultivo en los sistemas ambientales indican un grado de disturbio que se vio reflejado en el índice de diversidad de Shannon (Tabla 4.11) y la dominancia en los sistemas ambientales.

El sistema ambiental bosque de *Quercus* tuvo mayor índice de diversidad, respecto a los otros sistemas (Tabla 4.11), debido a la ausencia de actividades antrópicas en la zona. Por tal motivo, se ha permitido el establecimiento de especies indicadoras de un sitio conservado como las epífitas *Tillandsia sp.* y *Encyclia michuacana*, mientras que la actividad ganadera, ha sido una de las actividades que pudiera haber disminuido la diversidad y aumentado la presencia de especies de sitios perturbados como la familia Poaceae.

La dominancia en la “Zona desprovista de vegetación”, “Vegetación secundaria asociada de bosque de *Quercus*” y bosque de *Quercus* indica que la composición del sistema ambiental posee 3-4 especies con alta frecuencia por ello el índice es

más cercano a 0, sin embargo, en el pastizal inducido, la especie dominante es *Q. magnifolia* y el valor tiende a acercarse a 1. La dominancia de una sola especie expresa su capacidad de competencia y de consolidar la estructura del ecosistema.

A pesar de la posible susceptibilidad nivel nacional e internacional de algunos ejemplares identificados hasta nivel “género” mencionados en el sistema ambiental bosque de *Quercus*, si son ejemplares bajo protección, su conservación y posible proliferación no se encuentra limitada ya que en esta zona no se ha llevado a cabo ninguna actividad antropológica.

#### IV.2.2.2 Fauna.

##### Antecedentes

La Fauna es el conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica. Esta depende tanto de factores abióticos (temperatura, disponibilidad de agua) como factores bióticos y el Estado de México posee una alta diversidad biológica a pesar de que su territorio equivale al 1.1 % del territorio nacional (Aguilar-Miguel, 1997, 2007; SEMARNAT, 2010). El municipio de Zacazonapan se caracteriza por ser una región montañosa y agreste alberga gran diversidad; como antecedentes se encuentran 1) el estudio de Rasgos Biológicos del Proyecto Tizapa. Modalidad General realizado en 1990 por Muñoz *et al.*, donde registraron 6 especies de anfibios y reptiles, 31 especies de aves y 13 especies de mamíferos. Así mismo. Muñoz *et al.*, en 2005, realizaron el estudio del Medio Biótico para la construcción de la Presa Jales 2 de Minera Tizapa, registrando 4 especies de reptiles, 40 especies de aves y un total de 8 mamíferos.

Metodología.

**Diseño de muestreo:** El trabajo de campo se llevó a cabo del 4 al 6 de mayo del 2022; previamente se realizó una revisión bibliográfica y, de acuerdo con el grupo faunístico, se utilizaron distintos métodos de muestreo, efectuándose recorridos diurnos y nocturnos tanto en las zonas del proyecto, como en los lugares adyacentes del área de estudio.

De cada avistamiento de fauna, se tomaron los siguientes datos: 1) especie, 2) número de individuos y 3) tipo de registro. Así mismo, se revisó la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), para conocer el estatus de conservación de las especies, el CITES (La Convención Internacional de Trafico de Especies de Flora y Fauna Silvestres en Peligro) y la lista roja del IUCN (Unión de Conservación Internacional).

Las técnicas y métodos propios para cada grupo taxonómico se describen a continuación.



FOTO 9: METODOLOGÍA DE MUESTREO EN TRABAJO DE CAMPO.



FOTO 10: METODOLOGÍA DE MUESTREO EN TRABAJO DE CAMPO.

**Herpetofauna:** En este grupo se abarcan especies de reptiles y anfibios. Por ello, el registro de información se obtuvo mediante la observación directa, coleta y toma fotográfica por medio de una cámara digital marca CoolpixL40 llevándose a cabo recorridos diurnos formando transectos en distintas áreas de vegetación. La colecta se realizó de forma manual en el caso de lagartijas y anfibios (ranas y sapos); para serpientes la coleta se apoyó de gancho herpetológico y guantes.

**Aves:** Para el registro de aves, se llevaron a cabo censos en los diferentes tipos de vegetación del proyecto, mediante transectos lineales, principalmente en sus horarios de mayor actividad de 9:00 a 12:00 A.M. y de 16:00 a 18:00 hrs.

La observación se realizó por medio de binoculares (Tasco®) y cámaras fotográficas digitales de alta gama Nikon Coolpix L40. Las especies fueron

identificadas en campo con ayuda de guías de campo (Birds of México and Central América, 2010; Aves de México, 2010; Aves rapaces de México, 1996; Sibley Birds, 2015 y Merlin Bird ID app, The Cornell Lab 2017).

**Mamíferos:** En cuanto al registro de mamíferos se utilizaron métodos directos (Gaviño y Col., 1979) que son todos aquellos que involucran el contacto directo con el organismo, por ejemplo, trampeo o captura; y los métodos indirectos (Murie, 1974; Aranda, 1981), que son todos en los que no existe contacto como lo son el fototrampeo y la búsqueda de rastros (huellas, excrementos, pelos, rascaderas, etc.).

Los *mamíferos pequeños* (menores a 1 kg) fueron muestreados con ayuda de Trampas Sherman® además de los rastros y avistamientos realizados durante los recorridos al predio. Las trampas se colocaron a lo largo de los arroyos y caminos, sitios de mayor probabilidad de captura, durante 2 noches seguidas.

Los *mamíferos medianos* (1-10 kg) fueron muestreados con ayuda de Trampas Tomahawk® además de los rastros encontrados y avistamientos realizados durante los recorridos al predio. Las trampas se cebaron con una mezcla de hojuelas de avena y esencia de vainilla y se colocaron en los sitios de mayor probabilidad de captura, durante 2 noches seguidas. Los organismos capturados fueron identificados taxonómicamente con guías de campo (Whitaker, 1988) y liberados en el lugar de captura.

Los *mamíferos grandes* (más de 10 kg) fueron muestreados mediante método indirecto con ayuda de Trampas-Cámara Bushnell® además de los rastros encontrados y avistamientos realizados durante los recorridos al predio. Las trampas-cámara se colocaron en los sitios de mayor probabilidad de captura, durante 2 noches seguidas.

Las especies fueron identificadas en campo con ayuda de guías de campo (Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México, 2000; y, FalconGuides Backyard Scats an Tracks of North America, 2010).

A continuación, se presenta la información con respecto a los grupos: herpetofauna, aves y mamíferos capturados y observados.

Resultados.

Fauna en el Predio.

El área que se propone para ser destinada a la construcción de un helipuerto que ocupa la Unidad Minera Tizapa, y acorde con lo registrado en el apartado IV.2.2.1 de flora, el predio del proyecto está clasificado como “desprovisto de vegetación” como se puede observar en la fotografía 1; sin embargo, se realizó el muestreo faunístico de este predio y otros sitios cercanos al área del proyecto con vegetación aparente para determinar la fauna presente, como se observa en la fotografía 2.

La fauna registrada en el predio y áreas cercanas está representada por seis especies de tres clases: aves, agrupadas en dos órdenes y dos familias, mamíferos agrupados en dos órdenes y dos familias y reptiles pertenecientes a un orden y una familia.

En la Tabla 4.12 se muestran las especies, así como el tipo de registro y su estatus de conservación.

Clase	Orden	Familia/ Especie	Nombre común	Tipo de registr o	Hábitat	Estatus de conservación		
						N O M	C I T E S	I U C N
Aves	Charadriiformes	CHARADRIIDAE						
		<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito	Fo	SVA			LC
	Passeriformes	PASSERELLIDAE						
		<i>Aimophila ruficauda</i>	Zacatonero	Fo	SVA / PI			LC
		<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero canelo	Fo	SVA		LC	
Mamíferos	Rodentia	CRICETIDAE						
		<i>Sigmodon sp.</i>	Rata algodонера	Fo	PI			
	Lagomorpha	LEPORIDAE						
		<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	Fo	PI		LC	
Reptiles	Squamata	PHRYNOSOMATIDAE						
		<i>Sceloporus sp.</i>	Lagartija	Av	SVA			

TABLA 4.12: LISTADO DE FAUNA. Tipo de registro: Fo= Fotografía; Av= Avistamiento; Mu= Muda; Ex= Excreta; H: Huella. Hábitat: SVA= sitio desprovisto de vegetación, BQ= Bosque de Quercus, VSQ= Vegetación secundaria en Bosque de Quercus, PI= Pastizal Inducido. NOM: Norma Oficial Mexicana SEMARNAT 059: Pr= Sujeta a protección especial A= Amenazada P= En peligro de extinción E= Probablemente extinta en el medio silvestre. IUCN: Lista roja de especies amenazadas de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza: NE= No evaluado DD= Datos deficientes LC= Preocupación menor NT= Poco amenazado VU= Vulnerable EN= En peligro CR= En peligro crítico EW= Extinto en vida silvestre EX= Extinto. CITES: Convenio Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas: SC: Sin Clasificación.

**Especies en estado de conservación:** De las especies registradas en el sitio, *Charadrius vociferus*, *Aimophila ruficauda*, *Aimophila rufescens* y *Sylvilagus cunicularius* se encuentran en categoría de baja preocupación (LC) de acuerdo con la lista roja del IUCN (Unión de Conservación Internacional).

Para la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) y la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2012) ninguna de las especies registradas se encuentra en alguna categoría.

Fauna en el Sistema Ambiental.

**Herpetofauna:** La herpetofauna compuesta por dos clases, anfibios y reptiles, está representada en el Sistema Ambiental (SA) por seis especies agrupados en dos órdenes y cinco familias. En la Tabla 4.13 se muestran las especies registradas, así como el tipo de registro y su estatus de conservación.



FOTO 11: HERPETOFAUNA PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL.



FOTO 12: HERPETOFAUNA PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

Orden	Familia/ Especie	Nombre común	Tipo de registro	Hábitat	Estatus de conservación		
					N O M	C I T E S	I U C N
Anura	BUFONIDAE						
	<i>Rhinella marina</i>	Sapo neotropical gigante	Fo	BQ			LC
	HYLIDAE						
	<i>Hyla arenicolor</i>	Rana de arena	Fo	BQ	Pr		LC
Squamata	DACTYLOIDAE						
	<i>Anolis nebulosus</i>	Abanico de colores	Fo	BQ / VSQ			
	PHRYNOSOMATIDAE						
	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa	Fo	VSQ	Pr		LC

Orden	Familia/ Especie	Nombre común	Tipo de registro	Hábitat	Estatus de conservación		
					N O M	C I T E S	I U C N
	<i>Sceloporus sp.</i>	Lagartija	Fo	PI			
	TEIIDAE						
	<i>Aspidoscelis costata</i>	Lagartija	Fo	PI	Pr		LC

TABLA. 4.13: LISTADO DE HERPEFAUNA. Tipo de registro: Fo= Fotografía; Av= Avistamiento; Mu= Muda; Ex= Excreta; H: Huella. Hábitat: SVA= sitio desprovisto de vegetación, BQ= Bosque de Quercus, VSQ= Vegetación secundaria en Bosque de Quercus, PI= Pastizal Inducido. NOM: Norma Oficial Mexicana SEMARNAT 059: Pr= Sujeta a protección especial A= Amenazada P= En peligro de extinción E= Probablemente extinta en el medio silvestre. IUCN: Lista roja de especies amenazadas de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza: NE= No evaluado DD= Datos deficientes LC= Preocupación menor NT= Poco amenazado VU= Vulnerable EN= En peligro CR= En peligro crítico EW= Extinto en vida silvestre EX= Extinto. CITES: Convenio Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas: SC: Sin Clasificación.

**Especies en estado de conservación:** De las especies registradas en el sitio, *Hyla arenicolor*, *Sceloporus horridus* y *Aspidoscelis costata* se encuentran sujetas a Protección especial (Pr) de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).

En categoría de baja preocupación (LC) de acuerdo con la lista roja del IUCN (Unión de Conservación Internacional) se encuentran *Rhinella marina*, *Hyla arenicolor*, *Sceloporus horridus* y *Aspidoscelis costata*.

Para la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2012) ninguna de las especies registradas se encuentra en alguna categoría.

**Aves:** Se registraron un total de 20 especies de aves en el predio del proyecto, distribuidas en 8 órdenes y 15 familias. Cabe destacar que un 95% de especies son

residentes mientras que el 5% son visitantes o de transición. En la Tabla 4.14 se describen las especies y sus características.



FOTO 13: PRECENCIA DE AVES EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

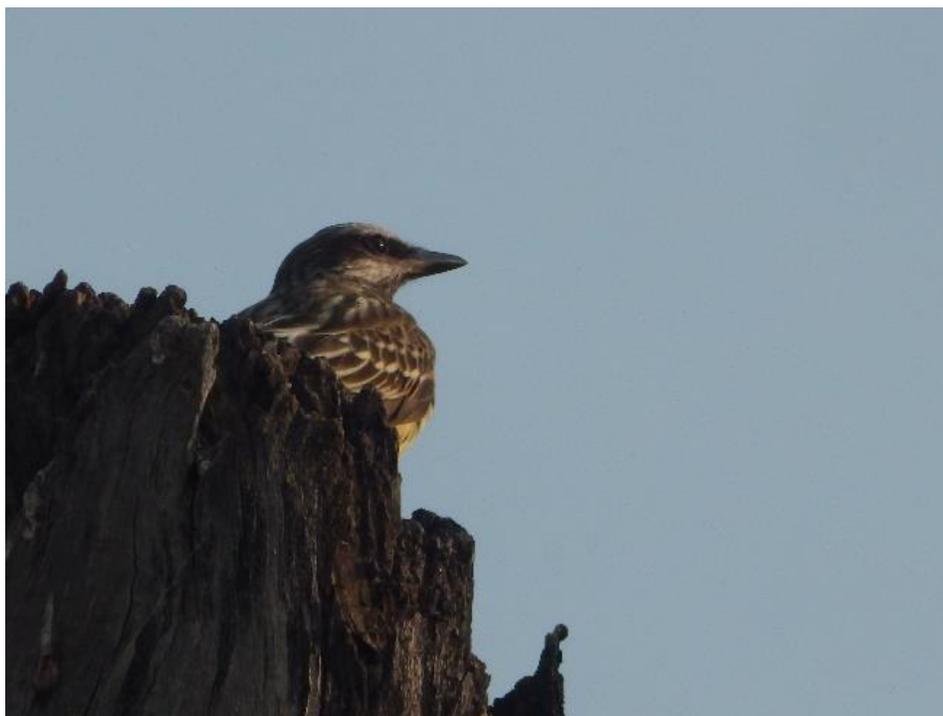


FOTO: PRECENCIA DE AVES EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

Orden	Familia/ Especie	Nombre común	Tipo de registro	Hábitat	Estatus de conservación		
					N O M	C I T E S	I U C N
Accipiteriformes	CATHARTIDAE						
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Fo	BQ			LC
Columbiformes	COLUMBIDAE						
	<i>Columbina inca</i>	Tórtola	Fo	BQ			LC
Coraciiformes	MOMOTIDAE						
	<i>Momotus mexicanus</i>	Pájaro péndulo	Fo	BQ			
Cuculiforme	CUCULIDAE						
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Fo	BQ			LC
Falconiforme	FALCONIDAE						
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	Au	BQ			LC

Galliformes	CRACIDAE						
	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	Fo	BQ			LC
	ODONTOPHORIDAE						
	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz barrada	Fo	PI			LC
Passeriformes	FRINGILLIDAE						
	<i>Spinus psaltria</i>	Domincano	Fo	BQ			LC
	ICTERIDAE						
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo	Av	VSQ			
	PASSERELLIDAE						
	<i>Aimophila ruficauda</i>	Zacatonero	Fo	BQ / PI / VSQ			LC
	<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero canelo	Fo	PI			
	PTILOGONATIDAE						
	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinerio gris	Av	BQ			
	THRAUPIDAE						
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero	Fo	PI			
	TURDIDAE						
	<i>Turdus migratorius</i>	Zorzal petirojo	Av	VSQ			LC
	TYRANNIDAE						
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	Fo	BQ / PI			LC
	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano cuir	Fo	PI			
	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano de cassin	Fo	PI			LC
<i>Tyrannus sp</i>	Tirano	Fo	BQ				
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado común	Fo	PI				
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	Fo	VSQ				

TABLA 4.14: LISTADO DE AVIFAUNA. Tipo de registro: Fo= Fotografía; Av= Avistamiento; Mu= Muda; Ex= Excreta; H: Huella. Hábitat: SVA= sitio desprovisto de vegetación, BQ= Bosque de Quercus, VSQ= Vegetación secundaria en Bosque de Quercus, PI= Pastizal Inducido. NOM: Norma Oficial Mexicana SEMARNAT 059: Pr= Sujeta a protección especial A= Amenazada P= En peligro de extinción E= Probablemente extinta en el medio silvestre. IUCN: Lista roja de especies amenazadas de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza: NE= No evaluado DD= Datos deficientes LC= Preocupación menor NT= Poco amenazado VU= Vulnerable EN= En peligro CR= En peligro crítico EW= Extinto en vida silvestre EX= Extinto. CITES: Convenio Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas: SC: Sin Clasificación.

**Especies en estado de conservación:** De las especies de avifauna registradas en el área, once especies se clasifican como preocupación menor (LC) de acuerdo con la lista roja de la UICN (Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza, 2012).

Para la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2010) y la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) ninguna de las especies registradas se encuentra categorizada.

**Mamíferos:** Se registró en total, la presencia de nueve especies de mamíferos que pertenecen a cuatro órdenes y seis familias. Cabe mencionar que se observó la presencia de restos de fauna feral (*Canis familiaris*) en el sistema ambiental (Tabla 4.15), así como excretas de ganado que no se incluyen en siguiente listado.



FOTO 15: MAMÍFEROS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL.



FOTO 16: MAMÍFEROS PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

Orden	Familia/ Especie	Nombre común	Tipo de registr o	Hábitat	Estatus de conservación		
					N O M	C I T E S	I U C N
Carnívora	CANIDAE						
	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Ex	BQ			LC
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Ex	BQ / VSQ			LC
	MEPHITIDAE						
	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca	Fo	VSQ			
	PROCYONIDAE						
	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	Ex	BQ			LC
	<i>Nasua narica</i>	Coatí	Fo	BQ		Ap. III	LC
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Fo	BQ			LC	

Orden	Familia/ Especie	Nombre común	Tipo de registro	Hábitat	Estatus de conservación		
					NOM	CITES	IUCN
Didelphimorpha	DIDELPHIDAE						
	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	Fo	BQ / VSQ			LC
Lagomorpha	LEPORIDAE						
	<i>Lepus californicus</i>	Liebre	Fo	PI			
	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de Monte	Fo / Ex	VSQ			
Rodentia	CRICETIDAE						
	<i>Sigmodon sp.</i>	Rata algodonera		VSQ / PI			

TABLA 4.15: LISTADO DE MASTOFAUNAFUNA. Tipo de registro: Fo= Fotografía; Av= Avistamiento; Mu= Muda; Ex= Excreta; H: Huella. Hábitat: SVA= sitio desprovisto de vegetación, BQ= Bosque de Quercus, VSQ= Vegetación secundaria en Bosque de Quercus, PI= Pastizal Inducido. NOM: Norma Oficial Mexicana SEMARNAT 059: Pr= Sujeta a protección especial A= Amenazada P= En peligro de extinción E= Probablemente extinta en el medio silvestre. IUCN: Lista roja de especies amenazadas de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza: NE= No evaluado DD= Datos deficientes LC= Preocupación menor NT= Poco amenazado VU= Vulnerable EN= En peligro CR= En peligro crítico EW= Extinto en vida silvestre EX= Extinto. CITES: Convenio Internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas: SC: Sin Clasificación.

Especies en estado de conservación: De acuerdo con la lista roja de la UICN (Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza, 2012), se registraron cinco especies en preocupación menor (LC) que son: *Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus*, *Nasua narica*, *Procyon lotor*, *Canis latrans* y *Didelphis virginiana*.

Para la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2010) *Nasua narica* se encuentra en el Apéndice III donde se incluye la población de la especie correspondiente a una

Parte que solicita el apoyo de otras Partes para su protección. El comercio internacional se permite, pero se regula en el país en cuestión.

Diversidad y abundancia de fauna.

La diversidad de especies se puede definir como el número de especies en una unidad de área, tiene dos componentes principales la riqueza (número de especies) y la equitatividad (número de individuos de una sola especie).

Para este estudio se presentan índices de diversidad que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies a través de los siguientes: 1) Índices de Shannon-Wiener, y 2) Índice de Simpson.

Como resultado, se registraron 37 especies de mamíferos, aves y herpetofauna que se listan en la Tabla 4.16. La fauna feral registrada (*Canis lupus familiaris*) no se integra a estos índices de diversidad y abundancia ya que no es considerada fauna silvestre.

Nombre científico	Nombre Común	No. Individuos	$n_i*(n_i-1)$	Índice de Shannon H'
<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero canelo	6	30	-0.183107546
<i>Aimophila ruficauda</i>	Zacatonero	14	182	-0.292453554
<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo	2	2	-0.08600431
<i>Aspidocelis costata</i>	Lagartija	1	0	-0.050878827
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	1	0	-0.050878827
<i>Canis latrans</i>	Coyote	1	0	-0.050878827

Nombre científico	Nombre Común	No. Individuos	$ni*(ni-1)$	Índice de Shannon $H'$
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito	5	20	-0.162948801
<i>Columbina inca</i>	Tórtola	8	56	-0.217990479
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca	1	0	-0.050878827
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	2	2	-0.08600431
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	0	-0.050878827
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	3	6	-0.115183791
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	1	0	-0.050878827
<i>Hyla arenicolor</i>	Rana de arena	1	0	-0.050878827
<i>Lepus californicus</i>	Liebre	1	0	-0.050878827
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo	1	0	-0.050878827
<i>Momotus mexicanus</i>	Pájaro péndulo	1	0	-0.050878827
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado común	1	0	-0.050878827
<i>Nasua narica</i>	Coatí	3	6	-0.115183791
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	1	0	-0.050878827
<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz barrada	5	20	-0.162948801
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1	0	-0.050878827
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0	-0.050878827
<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinero gris	3	6	-0.115183791
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	2	2	-0.08600431
<i>Rhinella marina</i>	Sapo neotropical gigante	1	0	-0.050878827

Nombre científico	Nombre Común	No. Individuos	$ni*(ni-1)$	Índice de Shannon H'
<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa	1	0	-0.050878827
<i>Sceloporus sp</i>	Lagartija	2	2	-0.08600431
<i>Sigmodon sp</i>	Rata algodónera	2	2	-0.08600431
<i>Spinus psaltria</i>	Dominico	1	0	-0.050878827
<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero	2	2	-0.08600431
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	4	12	-0.14050193
<i>Turdus migratorius</i>	Zorzal petirojo	1	0	-0.050878827
<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano cuir	1	0	-0.050878827
<i>Tyrannus sp</i>	Tirano	1	0	-0.050878827
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano de cassin	1	0	-0.050878827
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	4	12	-0.14050193
Total		88	362	3.230485649
Simpson			0.95271682	
Margalef			8.04049405	

TABLA 4.16: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL SA.

El resultado de índice de diversidad de Simpson muestra una tendencia hacia la unidad, lo que indica que se posee una diversidad alta en el SA; asimismo, el índice de Shannon presenta un valor superior a 3 lo que se puede interpretar como media-alta diversidad de especies; ambos son concordantes con el índice de Margalef, que presenta un valor mayor a 8, lo que indica alta diversidad en general.

Diversidad y abundancia de fauna por hábitat.

**Sin Vegetación Aparente:** Para tener una referencia de la diversidad de fauna silvestre en el hábitat sin vegetación aparente (SVA), se realizaron análisis de diversidad y abundancia de los diferentes grupos de fauna registrados teniendo como resultado cuatro especies diferentes de dos clases: aves (tres especies) y herpetofauna (una especie) por lo que la Tabla 4.17 reúne en su totalidad esta diversidad. A continuación, se describen los resultados obtenidos.

Nombre científico	Nombre Común	No. Individuos	$ni*(ni-1)$	Índice de Shannon H'
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito	5	20	-0.34657359
<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero canelo	2	2	-0.321887582
<i>Aimophila ruficauda</i>	Zacatonero	2	2	-0.321887582
<i>Sceloporus sp.</i>	Lagartija	1	0	-0.230258509
Total		10	24	-1.220607265
Simpson			0.733333333	1.220607265
Margalef			1.30288345	

TABLA 4.17: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL HÁBITAT SVA.

Podemos observar que, a pesar de que el índice de Simpson está cercano a la unidad, el índice de Shannon y el índice de Margalef presentan valores bajos, cercanos a uno que indican que, a pesar de la abundancia de individuos por especie, la diversidad en este hábitat es baja y está dominada por pocas especies; puede ser indicio de que el área es un ambiente antropizado a diferencia de los demás hábitats.

**Bosque de Encino:** Los análisis de diversidad y abundancia de BQ se realizaron para las siguientes clases: aves, con 11 especies registradas y mamíferos, con 6 especies como se observa en la Tabla 4.18. En cuanto a herpetofauna, se registraron dos especies de Anfibios (*Hyla arenicolor* y *Rhinella marina*) así como una especie de reptil (*Anolis nebulosus*). Al ser datos insuficientes para analizar sus índices como clase, se han incluido en los análisis de diversidad que engloba todas las especies del hábitat en la Tabla 4.19.

Clase	No. De especies	No. Individuos	Índice de Simpson D	Índice de Shannon H'	Índice de Margalef
Aves	11	16	0.95	2.30666873	3.6067376
Mamíferos	6	9	0.88888889	1.67698777	2.27559807

TABLA 4.18: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE AVES Y MAMÍFEROS.

#### REGISTRADOS EN EL HÁBITAT BQ

En ambas clases se observa que el índice de Simpson es cercano a la unidad sin embargo el índice de Shannon para las aves presenta un valor dentro de lo normal que va de 2 a 3; al contrario, los mamíferos, cuyo valor es por poco, inferior a 2, indicando baja diversidad. El índice de Margalef para ambas clases presenta valores dentro de lo normal indicando biodiversidad media.

No. especies	De	No. Individuos	Índice Simpson D	de	Índice de Shannon H'	de	Índice de Margalef
20		28	0.97354497		2.89874554		5.70193094

TABLA 4.19: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ESPECIES EN EL HÁBITAT BQ.

En cuanto a los resultados de la Tabla 4.19 donde se analiza la totalidad de especies registradas en el hábitat de BQ, el índice de Simpson es cercano a la unidad y pese a que el índice de Margalef podría indicar alta biodiversidad, el índice de Shannon está dentro del rango normal por lo que, la biodiversidad presente en esta área tiende a la media.

**Vegetación Secundaria de Bosque de Encino:** Los análisis de diversidad y abundancia de VSQ se realizaron individualmente para aves, con 5 especies registradas, y mamíferos con 5 especies como se observa en la Tabla 4.20. En cuanto a herpetofauna, se registraron únicamente dos especies de reptiles (*Anolis nebulosus* y *Sceloporus horridus*) por lo que se han incluido en los análisis de diversidad global del hábitat VSQ en la Tabla 4.20.

Clase	No. De especies	No. Individuos	Índice de Simpson D	Índice de Shannon H'	Índice de Margalef
Aves	5	10	0.66666667	1.227529411	1.73717793
Mamíferos	5	9	0.86111111	1.522955068	1.82047845

TABLA 4.20: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE AVES Y MAMÍFEROS.

#### REGISTRADOS EN EL HÁBITAT VSQ.

Como se observa, el índice de Simpson es relativamente bajo para las aves lo que indica que el hábitat SVQ está dominado por pocas especies; esto es congruente con el índice de Shannon y el índice de Margalef que indica baja diversidad. Para el caso de los mamíferos, el índice de Simpson tiende a la unidad, sin embargo, el índice de Shannon se encuentra por debajo de lo normal, así como el índice de Margalef cuyo valor es menor a dos lo que hace referencia a baja biodiversidad (Tabla 4.21).

No. De especies	No. Individuos	Índice de Simpson D	Índice de Shannon H'	Índice de Margalef
12	21	0.9047619	2.243618514	3.61304613

TABLA 4.21. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ESPECIES EN EL HÁBITAT SVQ.

Para el hábitat SVQ, el índice de Simpson tiende a la unidad, sin embargo, el índice de Shannon y el índice de Margalef presentan valores dentro de la normalidad, por lo que, el hábitat podría estar dominado por pocas especies en su mayoría.

**Pastizal inducido:** Dentro de este hábitat se observaron aves en su mayoría, registrando ocho especies; el índice de diversidad se observa en la Tabla 4.22. En cuanto a mamíferos, se registraron tres especies (*Lepus californicus*, *Sigmodon sp.* y *Sylvilagus cunicularius*) con baja densidad; así mismo, sólo se tuvo registro de dos especies de reptiles (*Aspidoscelis costata* y *Sceloporus sp.*) con baja densidad por lo que se incluyen en el análisis completo de diversidad del hábitat en la Tabla 4.22.

Clase	No. De especies	No. Individuos	Índice de Simpson D	Índice de Shannon H'	Índice de Margalef
Aves	8	24	0.80797101	1.72998372	2.202605863

TABLA 4.22. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE AVES Y MAMÍFEROS REGISTRADOS EN EL HÁBITAT BQ.

Para las aves del hábitat PI, el índice de Simpson tiene a la unidad, sin embargo, el índice de Shannon está por debajo de lo normal, mientras que el índice de Margalef recae en este rango; esto nos puede indicar que existe abundancia de población de pocas especies por lo que la diversidad está por debajo de la normalidad.

No. De especies	No. Individuos	Índice de Simpson	Índice de Shannon H'	Índice de Margalef
13	29	0.86945813	2.16889298	3.563690452

TABLA 4.23. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ESPECIES EN EL HÁBITAT BQ.

De manera general, contemplando aves, mamíferos y herpetofauna, el PI presenta tendencia hacia la unidad con el Índice de Simpson, sin embargo, y como se observaba con anterioridad para el caso de las aves, el índice de Shannon y el índice de Margalef tienden a la normalidad indicando diversidad media.

## DISCUSIÓN

De manera general, mediante el trabajo en campo y los análisis de diversidad se observa baja diversidad en áreas desprovistas de vegetación como lo es el predio que se pretende destinar a la construcción de un helipuerto; esto podría ser un efecto del ambiente antropizado de la Minera Tizapa S.A. de C.V., por lo que el área es de transición para las especies.

En cuanto al sistema ambiental, y en cotejo con los estudios anteriormente realizados, los índices indican una diversidad media alta.

Es importante mencionar que el registro de tres especies sujetas a Protección especial (Pr) de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) que son: *Hyla arenicolor*, *Sceloporus horridus* y *Aspidoscelis costata* por lo que es importante promover la protección de especies de reptiles y anfibios que fungen como controladores de plagas.

Por otra parte, el Coatí (*Nasua narica*) se encuentra listada en el Apéndice III de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de

Fauna y Flora Silvestres, 2010) y, de acuerdo con la lista roja de la UICN (Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza, 2012), se registraron cinco especies en preocupación menor (LC) de las cuales, *Urocyon cinereoargenteus*, *Canis latrans* y *Nasua narica* se consideran de importancia cinegética sin embargo; pese a no estar dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se sugiere la promoción de su protección debido a sus funciones dentro del ecosistema.

#### IV.2.3 El paisaje.

##### Introducción.

La ecología del paisaje es un diagnóstico ambiental que surge de la teoría general de sistemas, donde se asume que el todo es más que la suma de sus partes (Juan-Pérez, 2007) y que busca comprender e interpretar los procesos ecológicos, mediante la caracterización del medio físico, biótico y de infraestructura social, esto para determinar su aptitud natural y su funcionabilidad. Proporciona un punto de referencia para la interpretación y el ordenamiento de información para evitar que sea un simple agrupamiento de datos descriptivos (Chiappy-Jhones et al., 1999; Palacio-Aponte et al., 2002).

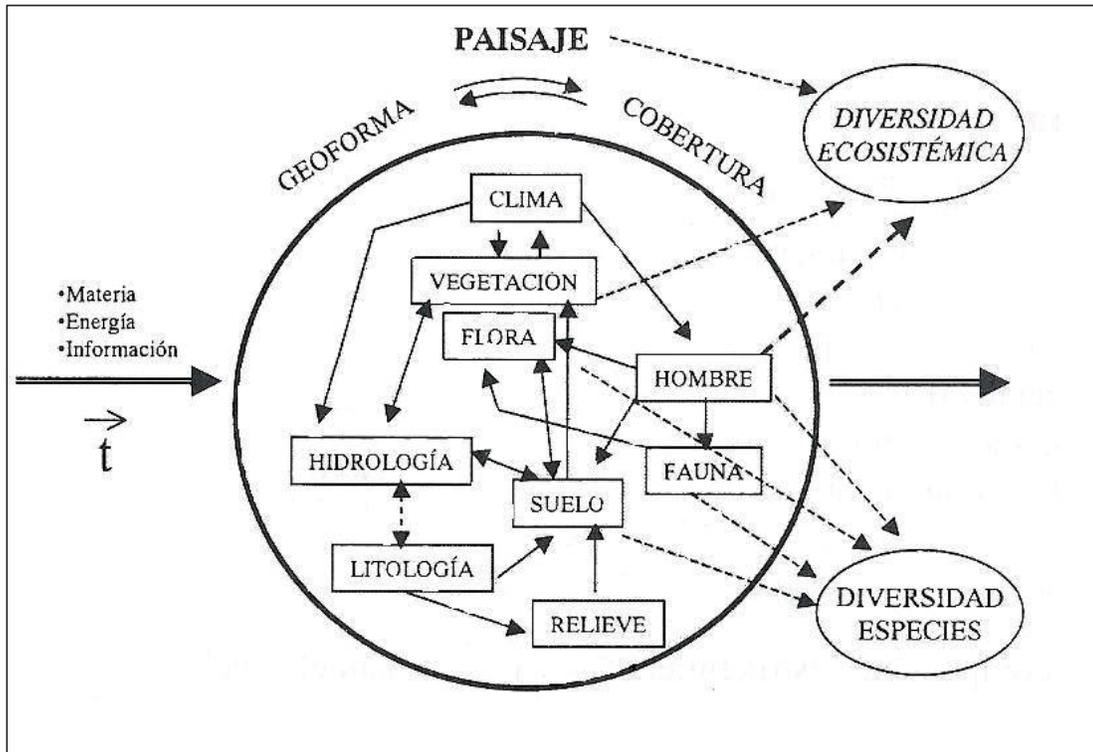


FIGURA 4.20: REPRESENTACIÓN DEL PAISAJE DONDE SE RECONOCEN SUS ELEMENTOS E INTERACCIONES MÁS IMPORTANTES (TOMADO DE ÉTTER, 1999).

Por lo tanto, para su estudio se deberá comprender, entre otros aspectos, la delimitación y localización del territorio, la caracterización e inventariado de sus elementos físicos y bióticos, la caracterización de su población en términos socioeconómicos y culturales, la identificación de actividades y modelos de empleo del territorio que ocasionan impactos negativos y la determinación de condiciones de riesgo, vulnerabilidad y conflictos de diverso orden (INE, 2000).

El resultado de los estudios sobre ecología del paisaje es la delimitación de unidades homogéneas según ciertas categorías, que no son más que el reflejo de las interacciones que se dan entre los diversos elementos que confluyen en el territorio, determinando las zonas prioritarias para la conservación, para recuperación, y para actividades productivas (INE, 2000).

Una aplicación destacable de la ecología del paisaje es la comparación espacial de diferentes zonas que pueden estar separadas entre sí, y que por lo tanto presenten grandes diferencias físicas, topográficas o de actividades económicas (Mayto-Kama-da y Nobukazu-Nakagoshi, 1996; Canova, 2004) o zonas que pertenecen a un mismo sistema ecológico pero que se diferencian por algún factor principalmente físico como su altimetría o clima (Chappy-Jones, 1999; Rodríguez y López, 2006).

### Heterogeneidad

La heterogeneidad es un aspecto presente en la naturaleza pues se produce por la interacción de procesos ecológicos, además de que es el tema central de la ecología del paisaje (Wu et al., 2000). Esta ocurre cuando, al menos una de las variables o factores de interés de un estudio varía espacialmente, es decir, no es homogéneo. La heterogeneidad es causada por condiciones naturales como la topografía o el clima y de factores antropogénicos como las actividades o asentamientos humanos por lo que esta varía de acuerdo con las condiciones ambientales y humanas que existan en la región (Mayto-Kamada y Nobukazu-Nakagoshi, 1996). El elemento base para la interpretación de la heterogeneidad del paisaje es el mosaico o unidad del paisaje (UP) que está compuesto por un conjunto de elementos o variables unificados (Vila et al, 2006). El número y tamaño de los fragmentos dependen entonces de las variaciones ambientales y de las condiciones sociales y económicas (Mayto-Kamada y Nobukazu-Nakagoshi, 1996).

## Método

En la primera fase del estudio se caracterizaron los componentes ambientales de la región a escala 1:200,000, además, con el mapa topográfico se elaboró el modelo digital de elevación con lo que se consiguió clasificar las pendientes.

**Heterogeneidad del paisaje:** Corresponde al análisis de los resultados, después de analizarse las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas, por medio de indicadores de heterogeneidad a diferentes niveles, los cuales se describen más adelante.

Vila y colaboradores (2006), describen una clasificación del paisaje de acuerdo con su complejidad y a la escala en la que se está trabajando. Para el presente estudio se utilizó como nivel mínimo de clasificación la unidad de paisaje (clases).

**Unidad de Paisaje (UP)** Se entiende como unidad de paisaje o clase a extensiones del territorio que comparten dos condiciones: la cobertura vegetal y la inclinación del terreno.

*Índice de representatividad (IRep):* Es considerada como la proporción de cada UP respecto al total de la superficie que ocupa ese mismo tipo de ocupación en la región climática. El valor del porcentaje se ha dividido entre 100 para que el recorrido de la variable oscile entre 0 (menos representativo) y 1 (más representativo) de una forma continua, sin intervalos (Martínez-Vega et al, 2007).

*Numero de Parches.* (NoP) Número de fragmentos totales y número de fragmentos de cada clase.

*Promedio de parches.* (PromP) Relación entre el área ocupada por una clase y el número de fragmentos correspondientes a aquella clase.

## Resultados

De acuerdo con el análisis realizado por medio del programa ArcGys® 10.3.1, en el Sistema Ambiental se encuentran las Unidades de paisaje que se representan en el mapa de la Figura 4.21 y con la información de la Tabla 4.23.

Unidad de Paisaje	Simbología	Superficie (ha)	IRep
Zonas alteradas en planicies	1a	7879.22	18.603
Zonas alteradas en piedemonte	2a	5721.83	13.509
Zonas alteradas en laderas suaves	3a	6047.25	14.278
Zonas alteradas en laderas pronunciadas	4a	704.18	1.663
Bosque de encino en planicies	1c	473.73	1.118
Bosque de encino en piedemonte	2c	460.63	1.088
Bosque de encino en laderas suaves	3c	2678.58	6.324
Bosque de encino en laderas pronunciadas	4c	1739.99	4.108
Bosque de encino en laderas escarpadas	5c	109.86	0.259
Vegetación secundaria de bosque de encino en planicies	1d	2356.01	5.563
Vegetación secundaria de bosque de encino en piedemonte	2d	3004.61	7.094
Vegetación secundaria de bosque de encino en laderas suaves	3d	7657.60	18.080
Vegetación secundaria de bosque de encino en laderas pronunciadas	4d	3076.48	7.264
Vegetación secundaria de bosque de encino en laderas escarpadas	5d	253.57	0.599

Unidad de Paisaje	Simbología	Superficie (ha)	IRep
Área desprovista de vegetación en planicie	1e	121.10	0.286
TOTAL		42352.31	100

TABLA 4.23: CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE.

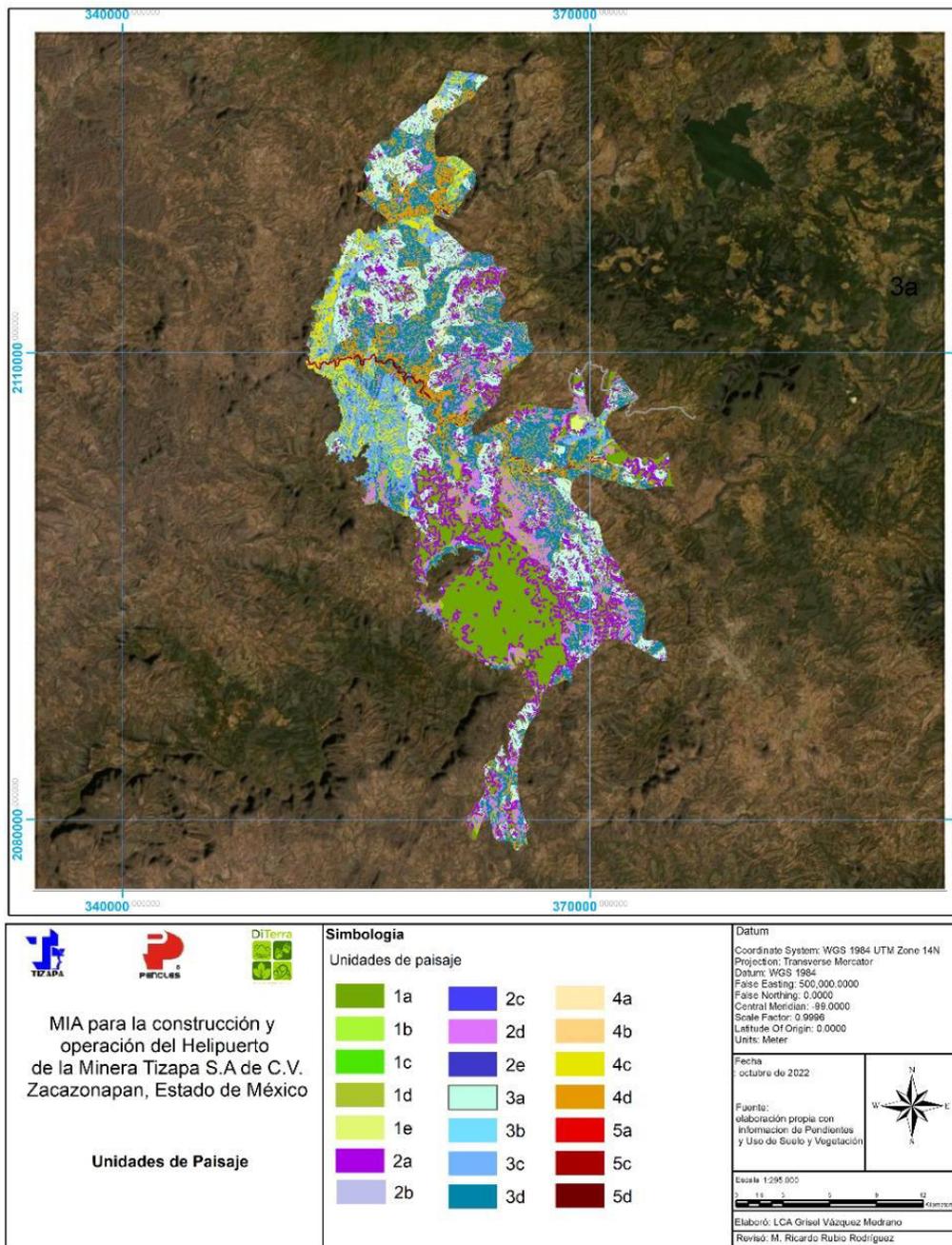


FIGURA 4.21: DISTRIBUCIÓN DE LOS PARCHES DE LAS UNIDADES DE PAISAJES QUE SE ENCUENTRAN EN LA UNIDAD AMBIENTAL.

Del cual podemos obtener la siguiente información:

- 5 de las UP's representan menos del 0.1 % de la extensión de la UA, por lo que se descartaron en el análisis del paisaje. Como se puede apreciar en la figura 4.21 se podría considerar que los parches de estas UP's, corresponden a zonas de transición, ya que las formas de dichos parches son lineales.
- Por otro lado, hay 4 unidades de paisaje que abarcan el 64.38%, de los cuales el 46.37% corresponden a áreas alteradas por actividades humanas.
- Es importante indicar que en el predio solo encontramos un UP como se muestra en la figura 4.22.

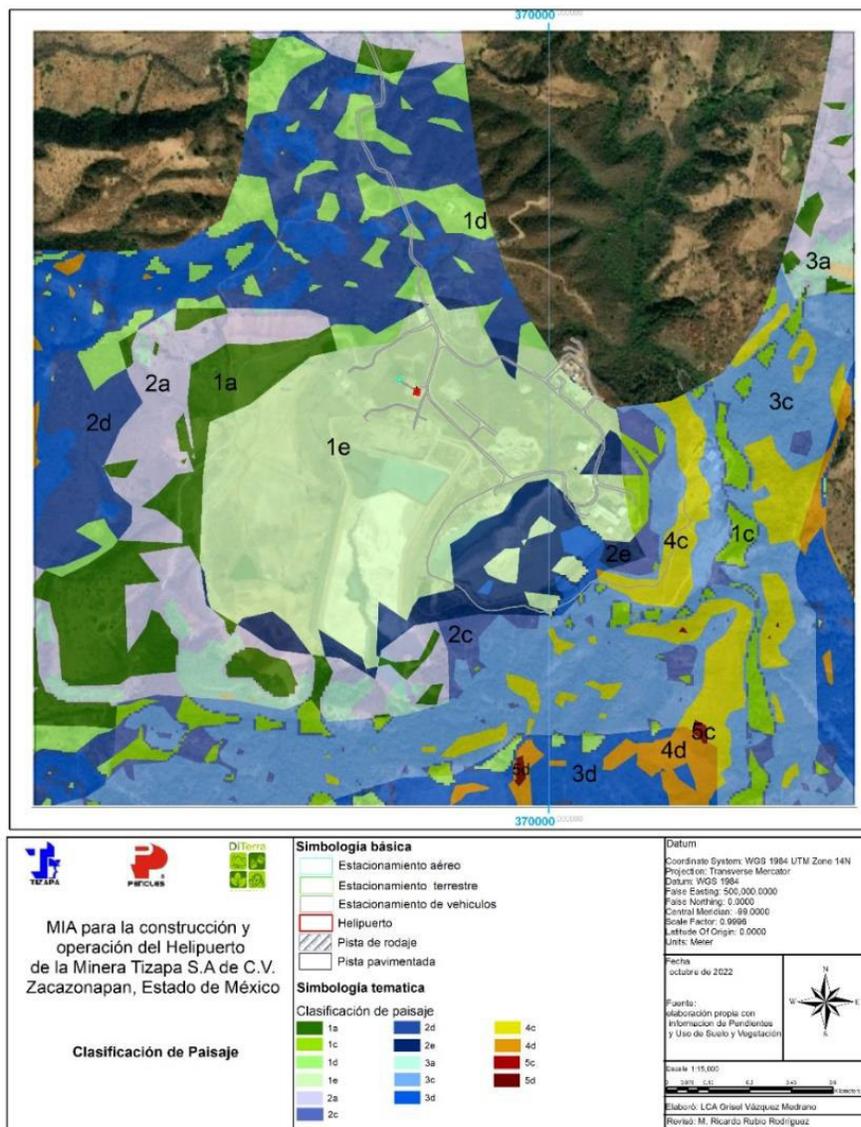


FIGURA 4.22: DISTRIBUCIÓN DE LAS UP'S EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

#### IV.2.4 Medio socioeconómico.

##### IV.2.4.1 Demografía.

El SA cubre poblados de los municipios de Tejupilco, Luvianos, Temascaltepec, Oztolotepec y Zacazonapan, distribuidos de la siguiente manera:

MUNICIPIO	NOMBRE	MUNICIPIO	NOMBRE
Luvianos	Trojes	Tejupilco	Agua Negra
Luvianos	Arroyo Seco	Tejupilco	Antonio de San Lucas del Maíz
Luvianos	San Antonio Luvianos (San Antonio)	Tejupilco	Sauz de San Lucas (El Sauz)
Luvianos	Rincón de Vargas	Luvianos	Corral del Barro
Tejupilco	El Cirián de la Laguna (El Cirián)	Luvianos	Hilamache
Luvianos	Toma de Agua	Luvianos	Tres Encinos
Luvianos	Cerro del Venado Comunidad del Pueblito	Tejupilco	Fundadora de San Lucas del Maíz
Tejupilco	Suquitila	Luvianos	Puerto el capulín
Luvianos	Paso de la Arena	Luvianos	Santa Rosa Estancia Grande
Tejupilco	La Joya de San Lucas	Luvianos	Carbajales
Luvianos	Cerro de la Culebra	Luvianos	Rincón de Rodríguez
Tejupilco	Llano Grande (Llano Grande de San Lucas)	Luvianos	Estancia Grande (San José Estancia Grande)
Tejupilco	Salitre de San Lucas	Tejupilco	Sauz de San Lucas (El Sauz)
Luvianos	Cerro de Castelanes	Luvianos	Alborejo (Puerto Alborejo)

MUNICIPIO	NOMBRE	MUNICIPIO	NOMBRE
Luvianos	El Pueblito	Luvianos	Corral del barro
Tejupilco	San Lucas del Maíz (San Lucas)	Luvianos	Hilamache
Luvianos	Caja de Agua	Tejupilco	Cuevillas
Luvianos	Rincón de San Lucas	Tejupilco	La Angostura Primera
Luvianos	Santa Rosa Estancia Grande	Luvianos	El Salitre Estancia Grande
Tejupilco	Piedra Ancha	Luvianos	Puerto del Higo
Tejupilco	El Platanal (El Platanal de San Lucas)	Temascaltepec	Rincón del Hilamache
Luvianos	Río Frío Estancia Grande	Luvianos	El Salitre
Luvianos	Estancia Grande (San José Estancia Grande)	Tejupilco	Rincón del Naranja la Presa
Luvianos	Cerro del Agua	Tejupilco	El Aguacate
Tejupilco	Limón de San Lucas del Maíz	Zacazonapan	Naranja
Luvianos	Iglesia Vieja	Luvianos	El Naranja de San Isidro (El Naranja Primero)
Luvianos	Puerta de Golpe	Zacazonapan	La Cañada
Tejupilco	El Mamey de San Lucas	Otzoloapan	Arrastradero
Luvianos	Cuadrilla de Sánchez	Luvianos	El Marquesado de Llano Grande
Luvianos	Carbajales	Otzoloapan	El Rincón de Mesa
Luvianos	La Unidad (Los Ciruelos)	Otzoloapan	Llano Grande (El Órgano)
Luvianos	Cruz de Piedra	Luvianos	Jalpan

MUNICIPIO	NOMBRE	MUNICIPIO	NOMBRE
Luvianos	El Mamey Acatitlán	Luvianos	Rincón de Rodríguez
Luvianos	Rancho Viejo	Luvianos	El Salitre Estancia Grande
Luvianos	Mango Solo	Luvianos	Santa Cruz
Luvianos	La Mesa	Luvianos	Jocoal
Luvianos	Corral Nuevo	Luvianos	El Limón
Luvianos	El Capire de Acatitlán	Luvianos	La Palma

TABLA 4.24: POBLADOS PRESENTES EN EL SA Y SU UBICACIÓN EN LOS MUNICIPIOS.

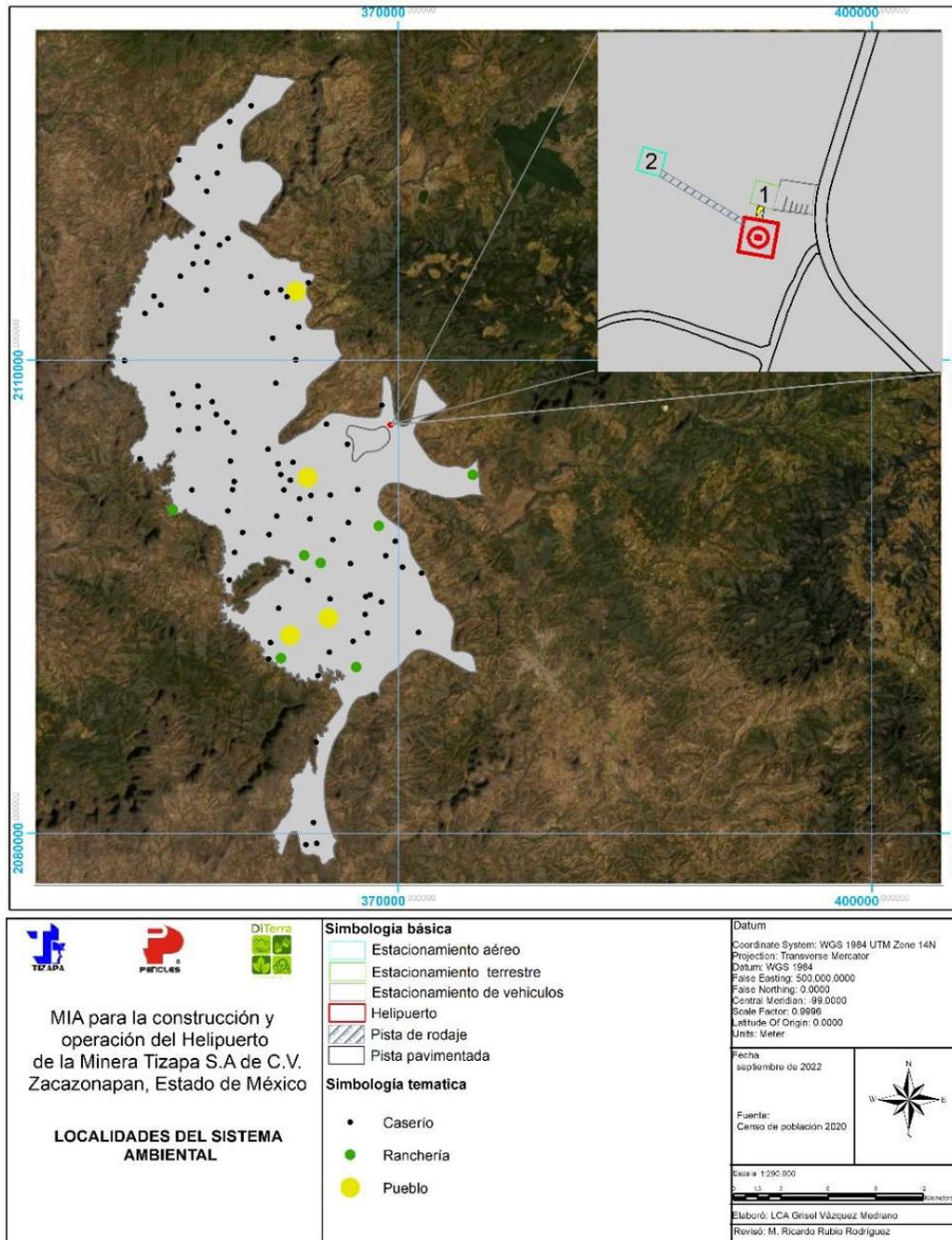


FIGURA 2.23: DISTRIBUCIÓN DE LAS POBLACIONES EN EL SA.

Las poblaciones no pasan de los 2000 habitantes. Son comunidades con carencias sociales y económicas debido entre otras cosas a la distribución irregular de las comunidades.

Según resultados del Censo de Población y Vivienda de 2020 del INEGI, existen en el SA un total de 11,909 habitantes que representan el 8.34% de la población de los municipios a los que pertenecen el predio.

La población se divide en 5828 hombres (49%) y 6081 mujeres (51%).

#### IV.2.4.2 Densidad poblacional.

La densidad poblacional de la región es de 7.5 hab./km<sup>2</sup> para 2020.

	SA	Municipios	Estatal	Nacional
Población total	11,909	142,763	16,992,418	126,014,024
Hombres	1288 (48.66%)	70,193	8,251,295	61,473,390
Mujeres	1359 (51.34%)	72,570	8,741,123	64,540,634
Densidad	131 hab/ km <sup>2</sup>	153 hab/km <sup>2</sup>	760 hab/ km <sup>2</sup>	64 hab/ km <sup>2</sup>

TABLA 4.25: RESUMEN DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS A DIFERENTES NIVELES.

#### IV.2.4.3 Índice de masculinidad.

El índice de masculinidad difiere mucho de lo que pasa a nivel estatal y nacional. Una población mantiene una relación natural de 97 varones por cada 100 mujeres,

cuando no se cumple esta norma, se piensa que en la región hay algún aspecto que está afectando a la permanencia de los varones en el lugar (mortalidad y/o emigración). En el caso de México, según datos del conteo de población (INEGI, 2010), este indicador a nivel nacional es de 97.6 % (Tabla 4.26).

	PAIS	Estatad	LOTE minero
Índice de masculinidad 2010	95.4 %	95.7 %	98.5 %
Índice de masculinidad 2020	97.6 %	99.7%	97.2 %

TABLA 4.26: ÍNDICE DE MASCULINIDAD PARA LOS AÑOS 2000 Y 2005.

#### IV.2.4.4 Servicios de salud.

Según datos proporcionados por la Secretaría de Salud del Estado de México, actualmente existen 12 unidades de salud en el SA. Un porcentaje importante de la población en el 2010 carecía de seguridad social debido a que son pocos los empleos en la zona que lo ofrecen como algunas dependencias de gobierno.

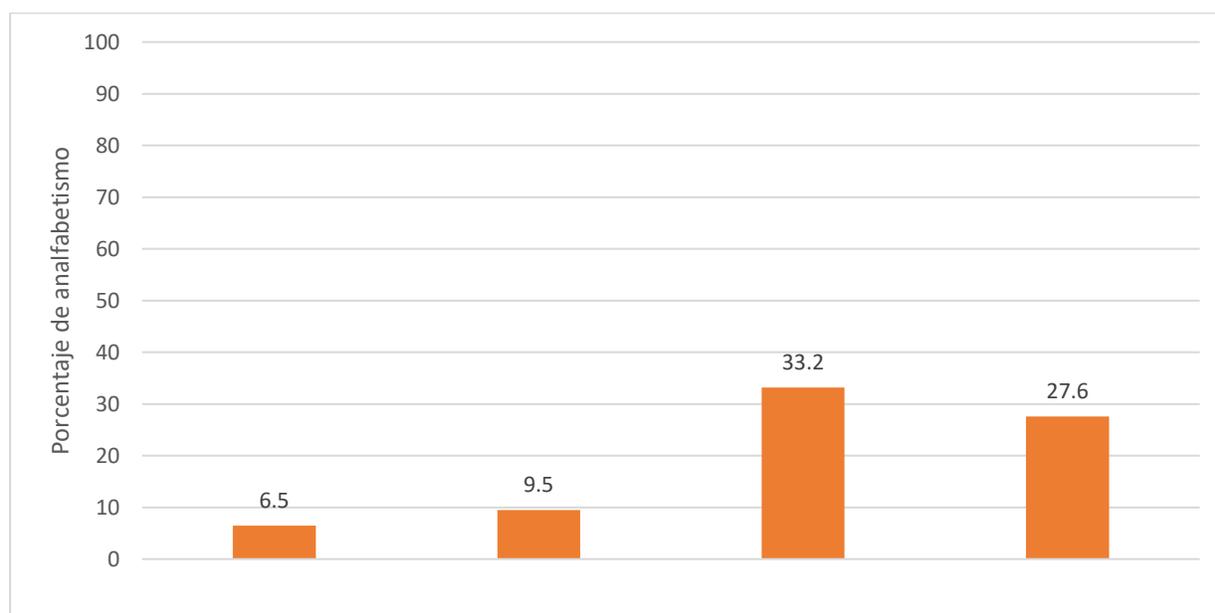
	2010		2020	
	Derechohab.	No derechohab	Derechohab.	No derechohab
Nacional	41.33%	58.67%	48.52%	51.47%
Estado	42.00%	58.00%	44.66%	55.44%
Sistema Ambiental	2.74%	97.25%	28.9%	71.1%

TABLA 4.27. RELACIÓN DE LA POBLACIÓN DERECHOHABIENTE A ALGÚN TIPO DE SEGURIDAD SOCIAL.

#### IV.2.4.5 Educación.

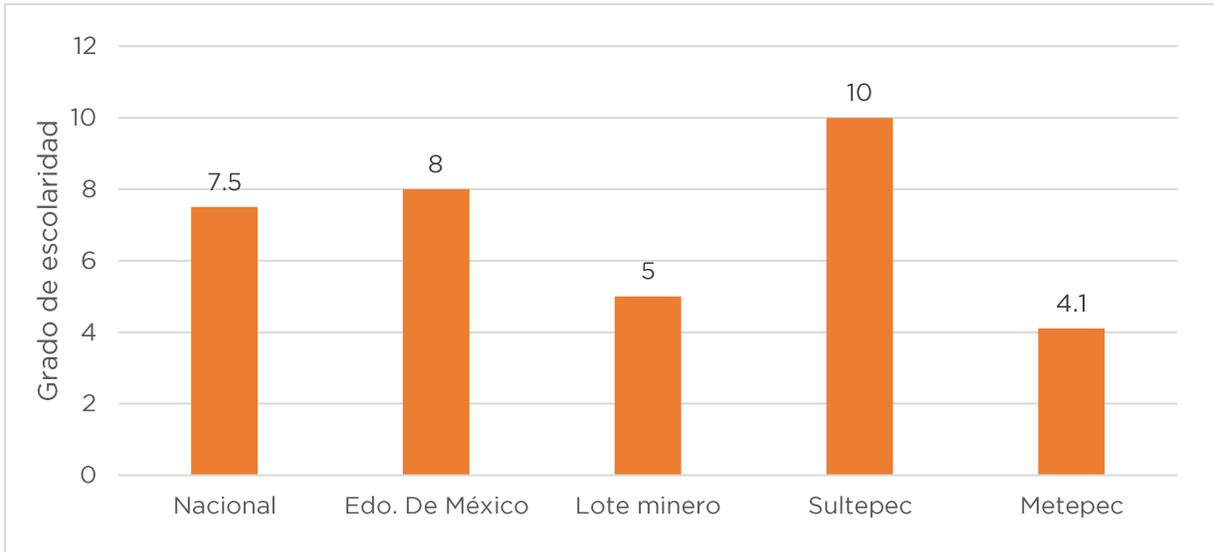
La Secretaría de Educación Pública del Estado de México para el año 2008 registró en la zona 89 escuelas de las cuales 17 eran de nivel preescolar, 47 primarias, 2 secundarias, 21 telesecundarias y 2 preparatorias.

Si se compara el porcentaje de analfabetismo con los datos nacionales, estatales y municipales, se observa que es mucho mayor, más aún que Sultepec, municipio que a nivel estatal presenta el mayor porcentaje de analfabetismo (Grafica 5).



GRAFICA 5: COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE ANALFABETISMO A DIFERENTES NIVELES. SE UTILIZÓ EL MUNICIPIO DE SULTEPEC COMO REFERENCIA POR SER EL QUE PRESENTA EL MAYOR ÍNDICE DE ANALFABETISMO A NIVEL ESTATAL.

Lo mismo pasa con el grado de escolaridad de la población mayor a 15 años (Grafica 6), que a nivel estatal hay gran variedad ya que va desde los 10 años en el municipio de Metepec a los 4.1 años para Villa Victoria; en el lote minero, se encuentra en el promedio de 5 años.



GRAFICA 6: COMPARACIÓN DEL PROMEDIO DE AÑOS DE ESCOLARIDAD A DIFERENTES NIVELES Y COMPARANDO CON LOS MUNICIPIOS CON MAYOR Y MENOR AÑOS DE ESCOLARIDAD A NIVEL ESTATAL.

#### IV.2.4.6 Migración.

El desplazamiento de las personas de un lugar a otro con el propósito de establecer una nueva residencia obedece, generalmente, al interés por alcanzar un mejor nivel de bienestar. El estudio de los movimientos migratorios como el lugar de residencia 5 años atrás (que alude a la población de 5 y más años), aporta datos valiosos para entender los cambios sociales y económicos que se dan en los lugares de origen y destino de los migrantes en un periodo determinado (INEGI, 2010).

Comparación de la emigración internacional en dos tiempos y a diferentes niveles (Tabla 4.28).

	Población de 5 años y más residente en estados unidos de américa en octubre de 2020
Nacional	0.27%
Estado de México	0.10%
Sistema Ambiental	1.06%

TABLA 4.28: EMIGRACIÓN INTERNACIONAL.

#### IV.2.4.7 Población económicamente activa.

El INEGI (2020) informó que el 53% de la población en los municipios de Tejupilco, Zacazonapan, Temascaltepec, Otzoloapan y Luvianos era económicamente activa (PEA). En el Sistema Ambiental este porcentaje es menor con el 42.8%. Si se relacionan los índices de PEA y la migración, este porcentaje podría ser menor en la actualidad, de acuerdo con Muñoz (1995) existe una gran correlación en estas variables, ya que la migración de las personas a los Estados Unidos generalmente comienza cuando los individuos terminan los estudios de nivel básico (15 a 18 años).

#### IV.2.4.8 Ocupación y salarios.

Además de medir la PEA, también hay que medir los que realmente contribuyen a la economía familiar y de la región, es decir, saber cuáles perciben algún salario por su trabajo. Si la ocupación se considera desde el total de la población, la PEA bruta, es decir la población que potencialmente es activa; en la región se estima que es del 23%; pero si se considera la PEA refinada, es decir la población que

realmente se ocupa en alguna actividad económica, es el 89.78% de la PEA bruta. Sin embargo, solo menos de la mitad (45.36%) percibe algún salario por su trabajo debido a que la mayoría de la gente ocupada son amas de casa y pequeños propietarios.

#### IV.2.5 Diagnóstico ambiental.

*Posición geográfica.* El área de estudio se encuentra posicionada al occidente del Estado de México, en el municipio de Zacazonapan. Forma parte de la cuenca hidrológica media del río Balsas, subcuenca del río Cutzamala, microcuenca del río Temascaltepec.

*Ambiente físico local.* El área de interés es una región intermedia entre el clima templado y cálido, ambos de tipo subhúmedo intermedio. Además, presenta un alto grado de heterogeneidad geológica consistente en rocas de distinto origen, desde Jurásicas hasta Cuaternarias, desde sedimentarias, metamórficas e ígneas de distinta composición, lo que genera también una diversidad de suelos interesante para el desarrollo de las plantas. Sin embargo, fisiográficamente el ambiente es relativamente homogéneo. Específicamente, el terreno donde se instalará el helipuerto.

*Ambiente biológico.* Finalmente, del análisis de paisaje muestra que el área encerrada en el polígono sujeto a Impacto Ambiental para el Helipuerto en la Unidad Minera Tizapa, se encuentra fuertemente impactado por la actividad minera. El área no presenta características sobresalientes y más bien es común en la región fisiográfica. Por otra parte, el área del proyecto combina una calidad restrictiva nula, pero una baja fragilidad, lo que indica que es una zona donde las plataformas de aterrizaje se podrían instalar sin problema, y el impacto visible

también es nulo. Por la sencillez del paisaje tiene posibilidades adecuadas de absorción de los elementos arquitectónicos y geomorfológicos una vez que se decida su abandono.

#### IV.3 Conclusiones.

- Con esto se concluye que el proyecto propuesto es ambientalmente viable, asumiendo en todo momento que se aplicarán eficiente y oportunamente las medidas aquí mencionadas para minimizar, prevenir o compensar los impactos identificados; por lo que la ejecución de estas deberá de garantizarse por parte del promovente.
- El diagnóstico ambiental fue realizado a través de Sistemas de Información Geográfica para analizar aquellas áreas consideradas de importancia biológica, ya sea por las asociaciones vegetales que alberga o por las comunidades faunísticas identificadas. Este análisis se realizó de forma general, considerando el SA, y de forma particular, a nivel del sitio del proyecto.
- Se consideró la información del análisis del proyecto, identificando fases y en particular acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno, considerando la información señalada en el Capítulo II, sobre las obras y actividades a desarrollar y su regulación con los usos de suelo en donde se pretende desarrollar la obra. De igual manera se retomó la información de la delimitación del SA, así como la descripción de sus componentes. Posteriormente se identificaron las relaciones causa-efecto, que, en sí, causan los impactos.
- Una vez identificadas las relaciones causa-efecto, se elaboró un cribado para determinar su denominación, es decir, se establecen los impactos

como fases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana, elaborando así un listado de las interacciones proyecto-entorno (impactos ambientales), para poder determinar el índice de incidencia que se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual se define por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, para lo cual se utilizaron los atributos y el algoritmo propuesto por Gómez-Orea (2002), y jerarquizando así los impactos con el índice de incidencia. A partir del índice de incidencia y la magnitud de cada impacto, se hace un análisis de la relevancia o significancia de los impactos, misma que se evalúa a través de una serie de criterios jurídico, ecosistémico y calidad ambiental de los componentes, siempre relacionado a su efecto ecosistémico, para así, valorar y describir los impactos de todo el proyecto sobre el SA.

- Con base en la descripción de las características físicas, bióticas y socioeconómicas del SA, indicadas a lo largo de este capítulo, se analizó su estructura y funcionamiento actual.
- Con la evaluación de impactos ambientales, se llegó a la conclusión de que el proyecto en términos generales tiene un impacto ambiental poco negativo sobre el medio natural, de poca magnitud, provocado principalmente en las etapas de construcción, pero positivo en los beneficios sociales que generará, principalmente por la continuidad de las operaciones en la Unidad Minera Tizapa y por ende con las fuentes de trabajo.
- Por otra parte, la flora y fauna existentes en las áreas a ocupar por el proyecto son las que recibirán más impactos en la etapa de preparación y construcción, por las obras y actividades a ejecutar, estos serán reversibles en un alto porcentaje, al llegar la etapa de abandono.

- El impacto sobre la flora del sitio es nulo debido a que se instalará en un área totalmente desprovisto de vegetación.
- Dentro de un balance general, los impactos positivos son significativos, por lo que representa que continúen las fuentes de trabajo en la región.
- Minera Tizapa, S.A. de C.V., manifiesta que el proyecto es viable y favorable para continuar generando economías de mercado, consumo y servicios a nivel local, regional y a nivel Nacional. El Proyecto, en el mediano y largo plazo, continuará requiriendo mano de obra y servicios, lo que ocasionará que continúe la derrama económica en el lugar y en la región.

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTES

### V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones sector-factores ambientales, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales, interpretar los resultados y establecer acciones y/o medidas para prevenir los efectos negativos sobre cada componente.

Tomando como referencia la descripción de las obras del proyecto, actividades a realizar en cada etapa del proyecto considerando la preparación del sitio, construcción, operación y abandono que contempla el proyecto denominado “Construcción y Operación de un Helipuerto para la Unidad Minera Tizapa, SA de CV Zacazonapan”; se identificaron los componentes y factores ambientales, para elaborar una matriz de interacciones entre acciones del proyecto con los componentes ambientales físicos y biológicos para identificar las relaciones causa-efecto (impactos potenciales). Los indicadores que se emplearon en la determinación de los valores de impacto se muestran en la Tabla 5.1.

Componente ambiental	Atributo	Factor Ambiental
Suelo	Cantidad	Erosión y degradación
	Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas	Contaminación y/o alteración de propiedades
Aire	Calidad	Contaminación
	Ruido	Confort sonoro
	Polvos y Partículas	Suspensión
Agua	Cuerpos de Agua	Afectación
	Patrones de drenaje	Interrupción de trayectoria

Componente ambiental	Atributo	Factor Ambiental
	Infiltración	Disminución y aumento de escurrimiento
	Calidad del Agua	Alteración de propiedades físicas, químicas o biológicas
Flora	Cobertura vegetal	Cambio en distribución y/o confinamiento
	Diversidad	Riqueza de especies silvestres
Fauna	Hábitat	Disposición de alimento, refugio
	Corredores Ecológicos	Cambio y/o afectación
Paisaje	Belleza Escénica	Cambio y/o alteración
	Efecto Visual Elementos naturales	Cambio y/o alteración
Socioeconómico	Empleo	Generación de Fuentes de trabajo
	Insumos y Servicios	Economía local

TABLA iError! No hay texto con el estilo especificado en el documento.:1: INDICADORES DE IMPACTO.

Asimismo, las acciones susceptibles a producir impacto se describen en la Tabla 5.2.

Actividad
Despalme del suelo
Excavación y movimiento de terracería.
Relleno y compactación.
Pavimentación con hormigón de plataforma FATO.
Construcción de camino de acceso.
Construcción de drenaje perimetral.
Instalación de vallado perimetral del helipuerto.
Señalización tanto de pintura como de luces.
Instalaciones eléctricas.

Actividad
Instalación de alarmas, audio, video para el monitoreo y gestión de control de vuelo.
Estación meteorológica y radio de banda aérea.
Instalación de mangas de viento, postes con señales.

TABLA iError! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2: ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO.

La evaluación de los impactos ambientales del proyecto se realizó mediante la técnica propuesta por Bojórquez - Tapia et al. (1998), la cual permite evaluar interacciones primarias y secundarias de una manera sencilla y ordenada; e incrementa la efectividad del análisis y manejo de una gran variedad de condiciones y tipos de datos.

Esta técnica tiene como base la valoración de seis indicadores de impacto medidos en una escala ordinaria, tres indicadores de carácter básico y tres más de carácter complementario; combinados dentro de dos índices a través de matrices matemáticas por medio de la aplicación de ecuaciones lineales y exponenciales. Consta de las siguientes etapas:

Definición de los criterios básicos y de los complementarios.

Obtención de índices básicos y complementarios (MED y SAC).

Cálculo de la magnitud del impacto.

Obtención de la significancia del impacto. A continuación, se describe brevemente cada etapa.

Definición de los criterios básicos y de los complementarios.

Los criterios básicos son aquellos indispensables para definir una interacción, e incluyen la intensidad, extensión espacial y duración del impacto; mientras que los

criterios complementarios son aquellos que complementan esa descripción pero que pueden estar ausentes de la descripción de una interacción, y son: sinergismo, acumulación, controversia y mitigabilidad. A continuación, se describe brevemente cada uno de ellos.

### *Criterios básicos*

**Extensión (E).** Es la medida del espacio que ocupa el impacto, pudiendo ser puntual, local o regional.

**Duración (D).** La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin, pudiendo presentarse solo en una etapa del desarrollo del proyecto o en todas, incluyendo la operación y/o abandono.

**Magnitud (M).** La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior, para permanecer, cambiar o perder completamente sus características originales.

### *Criterios complementarios*

**Acumulación (A).** Los impactos acumulativos son aquellos que se deben a la acción conjunta sobre un componente ambiental de varias acciones similares, de acuerdo con la SEMARNAT (2002) “Un impacto acumulativo es 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”.

**Sinergia (S).** Un impacto sinérgico se produce cuando varias acciones diferentes pueden actuar sobre un componente ambiental provocando un efecto mayor del que provocarían si actuaran independientemente.

**Controversia (C).** La controversia se presenta cuando existe oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto.

**Mitigabilidad (T).** Se refiere a la posibilidad de disminuir los impactos a través de las medidas preventivas, correctivas, compensatorias y/o de mitigación.

Obtención de los índices básicos, complementarios (MED y SAC) y calificadores. Los criterios serán valuados en una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas al efecto de una actividad sobre la variable indicador del componente ambiental. Cabe señalar que los criterios básicos no pueden valorarse como nulos, ya que ningún impacto puede carecer de extensión espacial, duración y/o intensidad. (Ver Tabla 5.3).

Criterios básicos	Parámetros y escalas		
	1-3	4-6	7-9
Magnitud (M)	Baja, cuando la afectación cubre menos del 10% de los recursos existentes; o cuando los valores de afectación representan menos de la mitad del valor del límite máximo permisible por la normativa o criterio ambiental.	Media, cuando la afectación cubre del 10% al 50% de los recursos existentes; o cuando los valores de afectación representan de la mitad del valor límite al límite máximo permisible por la normativa o criterio ambiental.	Alta, cuando la afectación es mayor del 50% de los recursos existentes; o ésta rebasa los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa o criterio ambiental.
Extensión (E)	Puntual, afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta una distancia de 100 m.	Local, si el efecto ocurre a una distancia entre los 100 m y los límites de la unidad ecológica.	Regional, el efecto se manifiesta fuera de una unidad ecológica y abarca parcial o totalmente el área de estudio.
Duración (D)	Corta, cuando el efecto de la interacción dura menos de 1 año.	Mediana, el efecto de la interacción dura de 1 a 3 años.	Larga, el efecto de la interacción dura más de tres años.
Criterios complementarios			
	0 - 3	4 - 6	7 - 9
Sinergia (S)	Nula a mínima, cuando una acción actuando sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las	Moderada, cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental poco relevante con respecto a la	Alta, cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las

Criterios básicos	Parámetros y escalas		
	1-3	4-6	7-9
	incidencias individuales contempladas aisladamente	suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	incidencias individuales contempladas aisladamente
Acumulación (A)	Nula a Mínima, cuando el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio ó éstos son de poca magnitud (<20%) con respecto a los existentes.	Moderada, cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio, pero éstos aportan del 20 al 60% con respecto a la magnitud de los existentes.	Alta, cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio y éstos son superiores al 60% con respecto a la magnitud de los existentes o incluso los rebasan.
Controversia (C)	Nula a Mínima, no hay controversia o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	Moderada, existe controversia, las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad.	Alta, existe mucha controversia con el proyecto, las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información
Mitigación (T)	Nula a baja, no hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta un 30% del impacto ambiental identificado.	Media, existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	Alta a Muy alta, las medidas de mitigación aplicadas reducen del 60 al 100% el impacto ambiental identificado.
Criterios calificadores			
Información	Se refiere a la cantidad y calidad de datos que soportan la predicción		
Certeza	Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental		
Confianza	Se refiere a la certidumbre o incertidumbre con respecto a la predicción del impacto		
Estándares	Se refiere a la diferencia con respecto a una norma o criterio ambiental existente para la acción		

TABLA iError! No hay texto con el estilo especificado en el documento..3: ESCALA DE CALIFICACIÓN UTILIZADA PARA CADA CRITERIO.

Para realizar la evaluación de las interacciones identificadas y obtener la significancia parcial y final de cada impacto se aplicaron las ecuaciones referidas en la Tabla 5.4.

Índices obtenidos		Fórmula aplicada
Criterios básicos		$MED_{ij} = \frac{1}{27} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$
Criterios complementarios		$SAC_{ij} = \frac{1}{27} (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$
Significancia parcial		$I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$
Significancia final, considerando las medidas de mitigación		$S_{ij} = I_{ij} * \left[ 1 - \frac{1}{9} (T_{ij}) \right]$
Donde:		
Mij = Magnitud;	Eij = Extensión espacial;	Dij = Duración;
Sij = Efectos sinérgicos;	Aij = Efectos acumulativos;	Cij = Controversia;
I ij = Importancia o significancia parcial del impacto; Sij = Significancia final del impacto; y, T ij= Medida de mitigación.		

TABLA 5.4: ECUACIONES APLICADAS PARA LA EVALUACIÓN Y SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS.

A continuación, se describen brevemente los índices referidos.

a) Índice básico. Este índice se obtiene utilizando los 3 parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), mediante la siguiente ecuación:

$$I_{Bij} = \frac{1}{27} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

Donde:

Mij = Magnitud del impacto

Eij = Extensión del impacto

Dij = Duración de la acción

El origen de la escala de valoración es 0.111, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$$0.111 \leq IB \leq 1$$

Cabe recordar que los impactos ambientales identificados siempre poseerán los tres parámetros básicos, por lo que su valor mínimo será 1 y el máximo 9.

b) Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = 1/27 (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

En este índice el origen de la escala es de 0, debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente rango:

$$0 \leq IC \leq 1$$

c) Índice de impacto. El índice de impacto está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios. Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}(1-IC_{ij})$$

Donde:

IB<sub>ij</sub> = Índice básico

IC<sub>ij</sub> = Índice complementario

Significancia de impacto. Una vez obtenidos los índices IB, IC e II (básico, complementario y de impacto, respectivamente) se procede a calcular la significancia del impacto (S<sub>ij</sub>), tomando en consideración la existencia y, en su caso, la eficiencia esperada de las medidas de mitigación (T<sub>ij</sub>), utilizando la siguiente fórmula:

$$S_{ij} = I_{ij} * (1 - 1/9 (T_{ij}))$$

Donde:

$I_{ij}$  = Índice de impacto

$T_{ij}$  = Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación

Con el uso de las ecuaciones señaladas se obtiene la significancia de cada impacto, cuyo posible rango de variación es de 0 a 1, para apoyar la asignación de valores a los parámetros de los índices básico y complementario se hizo uso de los criterios calificadores descritos en la Tabla 5.5.

Escala	Significancia	Símbolo
0.110 a 0.249	Impacto Significativo No	NS
0.250 a 0.499	Impacto Significativo Poco	PS
0.500 a 0.749	Impacto Significativo	S
0.750 a 1.00	Impacto Significativo Muy	MS

TABLA iError! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5: ESCALA DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

## V.2 Caracterización de los impactos.

Interacciones ambientales del proyecto.

Asimismo, se realizó el análisis de cada componente en relación con el proceso de desarrollo del proyecto de la siguiente manera:

### Agua

1. ¿Demanda el proyecto volúmenes importantes y significativos de agua potable?

NO  SI

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, no se requiere de agua potable para realizar los procesos constructivos u obras, el uso de agua potable sería exclusivamente para el consumo humano y en bajas cantidades, dado que el personal a operar en la obra es mínimo (50 personas). El agua potable por consumir por el personal operativo será adquirida en tiendas locales y comerciales, a través de botellas o garrafones que estarán a cargo por el mismo personal o brigada para su manejo y control de residuos.

2. ¿Produce el proyecto, vertimientos significativos al sistema de drenaje de aguas residuales de tipo municipal?

NO  SI

Se prevé la generación de aguas residuales en el desarrollo del proyecto, para llevar a cabo el control, manejo y disposición de aguas residuales se instalarán sanitarios portátiles a razón de uno por cada 20 personas. La instalación y mantenimiento de estos será a cargo de la empresa arrendadora.

3. ¿Produce el proyecto, cambios significativos en las corrientes superficiales de la región?

NO  SI

El sitio del proyecto no se encuentra sobre ninguna corriente de tipo perene o intermitente.

4. ¿Produce el proyecto, alteraciones significativas de la calidad del agua subterránea?

NO  SI

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, no se usarán sustancias peligrosas que pudieran afectar la calidad del agua subterránea, asimismo, se proponen acciones y medidas para prevenir derrames de fluidos y aceites de vehículos de transporte y maquinaria.

### Aire

5. ¿Produce el proyecto, emisiones contaminantes a la atmósfera que excedan significativamente los índices de calidad del aire según normatividad o provoquen deterioro de la calidad del aire ambiental en la zona?

NO  SI

Si se tendrán efectos contaminantes, pero estos serán mínimos debido a que el proyecto se encuentra al aire libre. Para mitigar el impacto al componente aire, se establecen medidas para evitar la contaminación y calidad del aire.

6. ¿Produce el proyecto, alteración de movimientos del aire, humedad o temperatura, que modifiquen el microclima de la región?

NO  SI

Las actividades y obras que considera el proyecto son muy locales y puntuales, por lo que el impacto producido por estas actividades no es significativo a nivel regional o cuenca.

### Formas del terreno

7. ¿Produce el proyecto, una modificación del recurso suelo?

NO  SI

Se modificarán ligeramente las propiedades físicas y químicas del suelo con las obras que contempla el proyecto.

8. ¿Produce el proyecto, cambios en las formas del terreno, orillas, cauces, etc.?

NO  SI

El proyecto considera realizar cortes al terreno natural (excavaciones) y formar un terraplén para garantizar la estabilidad del suelo del proyecto.

9. ¿Produce el proyecto, destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos singulares?

NO  SI

No hay elementos singulares que sean afectados o modificados. El sitio del Proyecto es una zona semiplana donde se ubica el Proyecto.

#### Usos del suelo

10. ¿Altera el proyecto, los usos de suelo actuales o previstos del área?

NO  SI

El sitio del proyecto se ubica en una zona desprovista de vegetación arbórea y dominan los pastizales; por lo que solo se considera realizar el despalme del suelo en la etapa de preparación del sitio. La construcción del Helipuerto se encuentra inmerso en la Unidad Minera Tizapa y no hay afectación a ecosistemas naturales.

11. ¿Provoca el proyecto, impacto sobre un elemento del Área Natural Protegida establecida por la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT), a nivel federal, estatal o municipal?

NO  SI

El sitio del proyecto NO se ubica dentro de alguna ANP de tipo Federal, Estatal y/o Municipal.

#### Medio biótico natural

12. ¿Podrá el proyecto, afectar (actual y a futuro) algún factor natural o algún recurso biótico silvestre adyacente o próximo a las áreas de actividad?

NO  SI

El desarrollo del proyecto se encuentra inmerso en la Unidad Minera Tizapa, asimismo no se encuentra en terrenos forestales.

13. ¿Podría el proyecto, afectar (actual y a futuro) a poblaciones faunísticas silvestres de valor ecológico en la zona de proyecto?

NO  SI

En el sitio del proyecto no se identificaron especies silvestres o hábitat de estos que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto.

14. ¿Podría el proyecto, afectar (actual y a futuro) a poblaciones florísticas silvestres de valor ecológico en la zona de proyecto?

NO  SI

El sitio del proyecto es un área desprovista de vegetación y algunas zonas con pastizal inducido, no existen especies de valor ecológico como la NOM-059-SEMARNAT-2010.

15. ¿Introducirá nuevas especies bióticas en el área o creará una barrera a las migraciones o movimientos?

NO  SI

Como parte del diseño del proyecto se introducirán especies ornamentales y algunas de tipo silvestre en las áreas verdes y jardines.

16. ¿Dañará hábitat natural en el predio o zona cercana?

NO  SI

El sitio del proyecto se encuentra inmerso en la Unidad Minera Tizapa, donde las áreas se encuentran desprovistas de vegetación y la poca cobertura vegetal existente es de pastizal inducido; por lo que no se afectarán hábitats naturales.

## Población

17. ¿El proyecto, provoca movimientos de grupos poblacionales en la zona?

NO  SI

El sitio del proyecto se ubica en un área con usos de suelo definidos y no está permitido la instalación o agrupamiento de poblaciones.

### Economía

18. ¿La actividad tiene algún efecto sobre las condiciones económicas locales del municipio?

NO  SI

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción será necesario materiales y servicios relacionados con la construcción, que serán obtenidos en tiendas locales de la cabecera municipal de Zacazonapan, con lo que se promoverá el empleo temporal y movimiento de la economía local.

19. ¿El proyecto, tiene algún efecto sobre la economía local de la población cercana?

NO  SI

Con el desarrollo del proyecto, se generarán empleos locales de manera indirecta por los servicios y productos relacionados a la construcción y desarrollo del proyecto.

### Reacción social

20. ¿Es la actividad, una contradicción respecto a los planes u objetivos del municipio que se han adoptado a nivel local y regional?

NO  SI

El municipio de Zacazonapan no cuenta con plan de desarrollo urbano, por lo que no hay vinculación con este tipo de ordenamiento ecológico, pero es compatible con las actividades que se realizan en la Unidad Minera Tizapa.

### Paisaje

21. ¿El proyecto, cambia una vista escénica o un panorama abierto al público?

NO  SI

El proyecto se refiere a la construcción de un Helipuerto, el diseño del Proyecto modifica ligeramente el paisaje actual que ofrece la Mina, al hacer más densa la infraestructura instalada en la Unidad Minera Tizapa.

22. ¿El proyecto, cambia significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo?

NO  SI

El diseño del proyecto cambia el paisaje natural, sin embargo, es compatible con las obras e infraestructuras actuales que operan en la Mina y prevalecen en el sitio del proyecto.

### Residuos sólidos

23. ¿Produce la actividad residuos sólidos no peligrosos?

NO  SI

Con el desarrollo del proyecto, se estima la generación de residuos sólidos no peligrosos en bajas cantidades, para lo cual, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se dispondrá de contenedores para su manejo y disposición; de igual manera la generación de aguas residuales, que se manejarán con la instalación de sanitarios portátiles.

24. ¿Produce la actividad residuos sólidos peligrosos?

NO  SI

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se estima una baja producción de residuos peligrosos provenientes del uso de maquinaria pesada y vehículos de carga, asimismo, se establecen acciones para prevenir derrames y manejo de estos residuos en el sitio del proyecto, a través de la supervisión de la implementación del mantenimiento de acuerdo con las especificaciones del fabricante y corroborando el buen funcionamiento, para evitar fugas y derrames. Asimismo, la Unidad Minera Tizapa cuenta actualmente con almacén para el depósito de residuos sólidos peligrosos que servirán para el mismo propósito de este Proyecto.

#### Ruido

25. ¿El proyecto en fase de operación, produce aumento de los niveles sonoros superiores a los 80 dBA en la zona?

NO  SI

Durante la operación del proyecto cuando se realiza un despeje y/o aterrizaje de helicópteros se producirán decibeles por arriba de los 80 dBA, por lo que se seguirá los procedimientos de seguridad y normas aplicables.

26. ¿Produce la actividad mayor exposición de la gente a ruidos elevados significativos continuos y permanentes que pudieran alterar su salud?

NO  SI

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se respetarán los horarios de trabajo y se evitará realizar actividades en horarios nocturnos. Durante la fase

de operación, se prevé el uso de equipo de seguridad y protección para proteger al personal involucrado de ruidos intensos.

## Energía

27. ¿La actividad aumenta la demanda de las fuentes actuales de energía en la región?

NO  SI

Los servicios de energía eléctrica y agua potable serán suministrados por la red de energía con que cuenta la Unidad Minera Tizapa. Se prevé que el consumo de energía eléctrica sea mínimo para el uso de herramienta y equipo eléctrico durante la etapa de construcción y durante la etapa de operación para el alumbrado y luces de seguridad.

## Transporte y flujos de tránsito

28. ¿Produce la actividad un movimiento adicional de vehículos en la región, que pudieran ocasionar algún problema vial de la región, sobre todo a los accesos al sitio?

NO  SI

Por ser un proyecto muy puntual, durante la etapa de preparación del sitio y construcción aumentará muy ligeramente el flujo de vehículos en las inmediaciones del sitio del proyecto, por el movimiento de personal y transporte de materiales.

29. ¿Produce la actividad efectos sobre las instalaciones actuales de lugares de estacionamiento vehicular en la zona?

( X ) NO ( ) SI

El sitio del proyecto no afectará este tipo servicio, dado que hay mucho espacio disponible y se tienen áreas destinadas para este servicio que se prevé aumenten un 10% su uso, por lo que es muy mínima a afectación a este servicio.

### Servicios públicos

30. ¿Tiene la actividad un efecto sobre o producirá la demanda significativa de servicios públicos en el municipio?

(X) NO ( ) SI

Por el tipo de Proyecto y operación, los recursos para su funcionamiento son mínimos y dentro de la Unidad Minera Tizapa por lo que no hay una afectación a los servicios públicos locales o regionales.

### Riesgo de accidentes

31. ¿La actividad implica el riesgo de explosión o escapes de sustancias potencialmente peligrosas, en el caso de un accidente o una situación no contemplada?

( ) NO ( X ) SI

La construcción del proyecto, si representa un riesgo de explosión, el peligro por derrame de sustancias peligrosas y uso de sustancias inflamables, motivo por el cual el Proyecto considera protocolos de seguridad y mantenimiento, así como medidas de prevención y mitigación para evitar accidentes y riesgos de explosión.

### Salud humana

32. ¿La actividad crea algún riesgo real o potencial para la salud?

( X ) NO ( ) SI

El peligro o riesgo a la salud es mínimo, toda vez que el personal a laborar en el proyecto es reducido (250 personas), asimismo se consideran medidas para la prevención y seguridad del personal.

### Arqueología, cultura e historia

33. ¿La actividad altera sitios, construcciones, objetos o edificios de interés arqueológico, cultural o histórico, ya sean incluidos o con condiciones para ser revisados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia?

( X ) NO ( ) SI

El sitio del proyecto es un área desprovista de vegetación inmerso en la Unidad Minera Tizapa. En los recorridos del predio y perímetro NO se identificaron vestigios, objetos u otros elementos que mostraran interés de tipo arqueológico, cultural o histórico.

Se realizó la interacción de actividades del proyecto considerando las diferentes actividades y etapas de desarrollo del proyecto. (Ver Tabla 5.6).

TABLA iError! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6: MATRIZ DE INTERACCIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

COMPONENTE	ATRIBUTO	OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO POR ETAPA												Totales	Positivos	Negativos	
		PREPARACION DEL SITIO	CONSTRUCCION										OPERACIÓN				
		Despalme del suelo	Excavación y movimiento de	Relleno y compactación	Pavimentación con hormigón de plataforma FATO.	Construcción de camino de acceso.	Construcción de drenaje perimetral.	Instalación de vallado perimetral del helipuerto.	Señalización tanto de pintura como de luces.	Instalaciones eléctricas.	Instalación de alarmas, audio, video para el monitoreo y gestión de control de vuelo.	Estación meteorológica y radio de banda aérea.	Instalación de mangas de viento, postes con señales.				Operación
Suelo	Cantidad														3		3
	Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas														5		5
Aire	Calidad														4		4
	Ruido														5		5
	Polvos y Partículas														4		4
Agua	Patrones de drenaje														0		0
	Infiltración														0		0
	Calidad del Agua														0		0
Flora	Cobertura vegetal														3		3
	Diversidad														0		0

COMPONENTE	ATRIBUTO	OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO POR ETAPA												Totales	Positivos	Negativos	
		PREPARACION DEL SITIO	CONSTRUCCION										OPERACIÓN				
		Despalme del suelo	Excavación y movimiento de tierra	Relleno y compactación	Pavimentación con hormigón de plataforma FATO.	Construcción de camino de acceso.	Construcción de drenaje perimetral.	Instalación de vallado perimetral del helipuerto.	Señalización tanto de pintura como de luces.	Instalaciones eléctricas.	Instalación de alarmas, audio, video para el monitoreo y gestión de control de vuelo.	Estación meteorológica y radio de banda aérea.	Instalación de mangas de viento, postes con señales.				Operación
Fauna	Hábitat														4		4
Paisaje	Belleza Escénica														12		12
	Efecto Visual Elementos naturales														6		6
Socio-económico	Empleo														13	13	
	Insumos y Servicios														13	13	
<b>Total</b>												<b>72</b>	<b>26</b>	<b>46</b>			



Interacción positiva



Interacción negativa



Sin dependencia directa

Derivado del análisis de interacciones de las actividades y las etapas del proyecto, se obtuvo como resultado que en total se identificaron 72 interacciones, de las cuales 46 son de tipo negativas y 26 positivas que serían beneficios que trae consigo el desarrollo del proyecto. La matriz de evaluación de impacto ambiental e interacciones se adjunta al presente en formato xls.

Valoración de los impactos.

Se desarrolló el proceso de evaluación de impacto ambiental a través de la metodología propuesta y descrita en apartados anteriores, el resultado se muestra en la Tabla 5.7.

TABLA iError! No hay texto con el estilo especificado en el documento..7: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Factor	Componente ambiental	Impacto	Criterios básicos			Criterios complementarios				Criterios Calificados			Índice básico	Índice complementario	Índice de Impacto	Significancia		
			M	E	D	S	A	C	T	In	C <sub>Z</sub>	C <sub>f</sub>	E <sub>s</sub>	MEDij	SACij	Iij	Sij	Clase de Sij
Suelo	Cantidad	Despalme del suelo	7	4	3	5	3	2	1	2	2	2	2	0.519	0.370	0.661	0.588	S
		Excavación y movimiento de terracería.	3	3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.296	0.111	0.339	0.301	PS
		Relleno y compactación.	1	2	3	2	1	1	1	2	2	2	2	0.222	0.148	0.278	0.247	NS
	Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas	Despalme del suelo	1	3	2	3	2	1	1	2	2	2	2	0.222	0.222	0.310	0.276	PS
		Excavación y movimiento de terracería.	2	3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.259	0.111	0.301	0.268	PS
		Relleno y compactación.	3	2	3	3	1	1	1	2	2	2	2	0.296	0.185	0.371	0.330	PS
		Pavimentación con hormigón de plataforma FATO.	4	4	2	4	1	1	3	2	2	2	2	0.370	0.222	0.462	0.308	PS
		Construcción de camino de acceso.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
		Construcción de drenaje perimetral.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
Aire	Calidad	Despalme del suelo	3	2	2	3	1	1	1	2	2	2	2	0.259	0.185	0.333	0.296	PS
		Excavación y movimiento de terracería.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
		Relleno y compactación.	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	0.222	0.148	0.278	0.247	NS
		Pavimentación con hormigón de plataforma FATO.	3	3	2	2	1	1	4	2	2	2	2	0.296	0.148	0.355	0.197	NS
		Construcción de camino de acceso.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
		Construcción de drenaje perimetral.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS

Factor	Componente ambiental	Impacto	Criterios básicos			Criterios complementarios				Criterios Calificados			Índice básico	Índice complementario	Índice de Impacto	Significancia		
			M	E	D	S	A	C	T	In	CZ	Cf	Es	MEDij	SACij	Ilij	Sij	Clase de Sij
Ruido	Ruido	Despalme del suelo	3	3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.296	0.111	0.339	0.301	PS
		Excavación y movimiento de terracería.	3	3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.296	0.111	0.339	0.301	PS
		Relleno y compactación.	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	2	0.259	0.111	0.301	0.268	PS
		Pavimentación con hormigón de plataforma FATO.	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	0.222	0.148	0.278	0.216	NS
		Construcción de camino de acceso.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
		Construcción de drenaje perimetral.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
		Despeje y aterrizaje de helicópteros	9	6	1	9	4	2	1	2	2	2	2	0.593	0.556	0.793	0.704	S
	Polvos y Partículas	Despalme del suelo	3	3	2	3	2	1	1	2	2	2	2	0.296	0.222	0.388	0.345	PS
		Excavación y movimiento de terracería.	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.222	0.111	0.263	0.233	NS
		Relleno y compactación.	3	2	3	3	1	1	1	2	2	2	2	0.296	0.185	0.371	0.330	PS
		Pavimentación con hormigón de plataforma FATO.	1	3	2	1	1	1	2	2	2	2	2	0.222	0.111	0.263	0.204	NS
		Construcción de camino de acceso.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
Agua	Patrones de drenaje	Construcción de drenaje perimetral.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
		Despalme del suelo	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.148	0.111	0.183	0.163	NS
		Excavación y movimiento de terracería.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
		Relleno y compactación.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS	

Factor	Componente ambiental	Impacto	Criterios básicos			Criterios complementarios				Criterios Calificados			Índice básico	Índice complementario	Índice de Impacto	Significancia		
			M	E	D	S	A	C	T	In	CZ	Cf	Es	MEDij	SACij	Ilij	Sij	Clase de Sij
	Infiltración	Despalme del suelo	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
		Excavación y movimiento de terracería.	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.148	0.111	0.183	0.163	NS
		Relleno y compactación.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
	Calidad del Agua	Pavimentación con hormigón de plataforma FATO.	1	4	2	2	1	1	2	2	2	2	2	0.259	0.148	0.317	0.246	NS
		Construcción de camino de acceso.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
		Construcción de drenaje perimetral.	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
Flora	Cobertura vegetal	Despalme del suelo	2	3	2	2	2	1	1	2	2	2	2	0.259	0.185	0.333	0.296	PS
	Diversidad	Despalme del suelo	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.148	0.111	0.183	0.163	NS
Fauna	Hábitat	N/A	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS
Paisaje	Belleza Escénica	Despalme del suelo	3	3	2	3	3	1	1	2	2	2	2	0.296	0.259	0.406	0.361	PS
		Pavimentación con hormigón de plataforma FATO.	1	2	2	2	1	1	5	2	2	2	2	0.185	0.148	0.238	0.106	NS
	Efecto Visual Elementos naturales	N/A	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.185	0.111	0.223	0.199	NS

Para los criterios calificadores: S = Si existe N = No existe

Como resultado de la evaluación de impacto ambiental se identificaron 26 interacciones no significativas, 15 interacciones poco significativas, y 2 interacciones significativas para la actividad de despalme del suelo durante la etapa de preparación del sitio y las acciones de Despeje y aterrizaje de helicópteros en la fase de operación. En el caso de las significativas y poco significativas, se proponen medidas para su mitigación para llevar a cabo un control de estos y reducir el riesgo a niveles aceptables.

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación puntual en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto, desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales, estas son una herramienta para prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados, donde el conjunto de medidas de mitigación generará efectos benéficos con la capacidad de movilizar la respuesta positiva hacia otros factores ambientales, e inclusive ofrecen un efecto atenuador de otros impactos indirectos, derivados ya sea de las actividades del proyecto. Las medidas pueden incluir uno o varios de los beneficios siguientes:

- Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
- Minimizar los impactos, al limitar la magnitud del proyecto.
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Las medidas de mitigación se clasifican de la siguiente forma, mostrando el grado en que será abatido cada impacto adverso:

**Medidas preventivas.** Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.

**Medidas de rehabilitación.** Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto o algunas obras o actividades específicas de éste o sus etapas, para conservar la estructura y funcionalidad del área donde se ejecutará el proyecto.

**Medidas de compensación.** Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.

**Medidas de reducción.** Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema se encontrarán entre los niveles mínimos.

#### VI.1 Descripción de las Medidas de Mitigación.

Es muy importante destacar que muchas de las acciones y sobre todo las que refieren a las buenas prácticas ambientales están enfocadas a la ejecución adecuada de actividades de obra con lo cual, muchos de los impactos identificados en el Capítulo V, podrán reducir su efecto e incluso no presentarse.

Asimismo, el valor de estas medidas de mitigación para la identificación de impactos residuales y/o acumulativos en el Área del Proyecto pudo proyectarse en la Evaluación de Impactos Ambientales con medidas de mitigación, en el Capítulo anterior

Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto	Impacto Ambiental	Medidas de Mitigación
	Factor ambiental		
Atmósfera	Calidad del aire	Contaminación del aire por el incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes	<p>Control de emisiones de gases y partículas suspendidas:</p> <p>Se cumplirá con los límites máximos permisibles de emisión de gases (NOM-041-SEMARNAT-2015).</p> <p>Se cumplirá con los límites máximos permisibles de opacidad de humo (NOM-045-SEMARNAT-2017).</p> <p>Para evitar la dispersión de polvos durante el transporte de material, las tolvas de los camiones de transporte de materiales o residuos térreos deberán ser cubiertos con lona u otra cubierta que cumpla la misma función.</p> <p>Vigilar que el equipo y maquinaria se encuentren en buen as condiciones de funcionamiento.</p> <p>Humectación del suelo mediante riego al suelo no consolidado para evitar la dispersión de polvos por el tránsito de vehículos automotores, maquinaria y equipo (cada que sea posible con agua tratada y dependiendo del tránsito de vehículos y lluvias).</p> <p>Instalación de letreros para el control de velocidad de los camiones y/o maquinaria en sitios estratégicos a fin de evitar el levantamiento de polvos.</p> <p>Llevar a cabo una supervisión ambiental de obra con la Implementación del Programa de Manejo, Monitoreo y Vigilancia Ambiental</p>

Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto	Impacto Ambiental	Medidas de Mitigación
	Factor ambiental		
Ruido	Nivel de Ruido	Contaminación acústica por el incremento en los niveles de ruido	<p>Control de niveles de ruido, y horarios de trabajo:</p> <p>Control en los horarios de trabajo, sobre todo en los sitios cercanos a las zonas urbanas para evitar trabajos nocturnos.</p> <p>Se proveerá al personal con equipos de protección contra ruidos y polvo.</p> <p>Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de vehículos automotores, maquinaria y equipo.</p> <p>Los vehículos automotores deberán reducir o eliminar el uso de claxon, sirenas o equipos que generen ruido adicional.</p> <p>Implementación de un plan de circulación de la maquinaria y vehículos pesados de la obra.</p> <p>Supervisión ambiental de obra para la Implementación del Programa de Manejo, Monitoreo y Vigilancia Ambiental</p>
Geomorfología	Relieve y geoformas	Modificación del relieve original del terreno en la zona del Proyecto	<p>Estabilización mecánica de terraplenes y de los taludes (en la construcción de la estructura del helipuerto y camino de acceso)</p> <p>Supervisión ambiental de obra para la Implementación del Programa de Manejo, Monitoreo y Vigilancia Ambiental</p>

Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto	Impacto Ambiental	Medidas de Mitigación
	Factor ambiental		
Suelo	Recurso Suelo	Pérdida de suelo	Control de acciones de despalme (delimitación de áreas y programación de actividades de acuerdo con programa de obra) Estabilización de terraplenes y taludes en donde corresponda. Procedimientos para el manejo integral de residuos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos), previniendo la contaminación del suelo, mediante el Plan de Recolección de Desechos Sólidos Supervisión ambiental de obra para la Implementación del Programa de Manejo, Monitoreo y Vigilancia Ambiental
	Calidad del suelo	Modificación de la Propiedades Físicoquímicas del suelo (por descompactación del suelo y por contaminación)	Procedimientos para el manejo integral de residuos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos), previniendo la contaminación del suelo, mediante el Plan de Recolección de Desechos Sólidos. Sensibilización y capacitación ambiental dirigido al personal de obra Supervisión ambiental de obra para la Implementación del Programa de Manejo, Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Hidrología	Patrón de drenaje y escorrentías	Modificación del patrón natural de drenaje y escorrentías	Construcción de Obras de drenaje para el libre flujo del agua. Procedimientos para el manejo integral de residuos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos), previniendo la contaminación del

Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto	Impacto Ambiental	Medidas de Mitigación
	Factor ambiental		
			suelo, mediante el Plan de Recolección de Desechos Sólidos. Supervisión ambiental de obra para la Implementación del Programa de Manejo, Monitoreo y Vigilancia Ambiental
	Calidad del Agua	Contaminación de cauces y escurrimientos de agua por caídos de obra o vertimientos inadecuados	Colocación de señalización preventiva para evitar la contaminación de cauces. Instalación de servicios sanitarios adecuados (sanitarios móviles). Procedimientos para el manejo integral de residuos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos), previniendo la contaminación del suelo, mediante el Plan de Recolección de Desechos Sólidos. Sensibilización y capacitación ambiental dirigido al personal de obra Supervisión ambiental de obra para la Implementación del Programa de Manejo, Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Paisaje	Calidad del Paisaje	Disminución de las cualidades estéticas del paisaje	Procedimientos para el manejo integral de residuos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos). Buenas prácticas ambientales. Cumplimiento de periodos de trabajo de acuerdo con el cronograma de actividades. Procedimientos para el manejo integral de residuos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos),

Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto	Impacto Ambiental	Medidas de Mitigación
	Factor ambiental		
			previniendo la contaminación del suelo, mediante el Plan de Recolección de Desechos Sólidos.
Fauna	Calidad del Hábitat para la Fauna	Disminución y/o pérdida de hábitat para la fauna	Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.
	Presencia de especies prioritarias para su conservación	Incremento en la afectación de especies de la fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las prioritarias para su conservación	Colocación de señalización preventiva para la protección y conservación de la fauna en sitios específicos. Sensibilización y capacitación ambiental dirigido al personal de obra. Supervisión ambiental de obra para la Implementación del Programa de Manejo, Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Economía regional	Empleo	Generación de empleos	Impactos benéficos que no tienen medidas de mitigación
	Bienes y servicios	Incremento de la oferta y demanda de bienes y servicios en la región	
	Conectividad	Mejora de la conectividad regional	
Sociedad	Seguridad vial	Mayor seguridad vial	
	Conservación	Aprovechamiento de recursos y conservación de la Estructura	
	Población	Alteración de patrones conductuales y de la dinámica poblacional	
			Buenas prácticas ambientales
			Señalización de obra en proceso de construcción

Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto	Impacto Ambiental	Medidas de Mitigación
	Factor ambiental		
			Procedimientos para el manejo integral de residuos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos), previniendo la contaminación del suelo, mediante el Plan de Recolección de Desechos Sólidos.

TABLA ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8: LISTADO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR COMPONENTE Y FACTOR AMBIENTAL PROBABLEMENTE IMPACTADO.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1 Programa de Vigilancia Ambiental.

El Programa de vigilancia ambiental que se llevarán a cabo tiene como objetivo garantizar que la operación del proyecto sea un espacio donde todos participen conscientemente en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, no solo dentro del espacio del presente proyecto, sino que lo lleven a su vida diaria e influyan en su colectividad. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el contratista será responsable de las condicionantes ambientales y los programas de vigilancia ambiental, en la etapa de operación y mantenimiento será el representante legal el encargado de darle seguimiento a las condicionantes ambientales. Los costos para el seguimiento de las condicionantes ambientales o medidas de mitigación, durante la etapa de obra, las propondrá el constructor para el proyecto. Es importante considerar que un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos: clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna terrestre y acuática) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente existente en un espacio y tiempo determinados. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos), que debe garantizar la integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre los componentes del Ecosistema.

El proyecto se desarrolla en un sitio modificado, delimitado y caracterizado previo al inicio de las actividades con el fin de monitorear los efectos potenciales generados por las actividades de preparación del sitio y construcción sobre los componentes abióticos y bióticos del ecosistema, así como para evaluar los efectos de la aplicación de las medidas de mitigación y/o compensación. Una vez realizada la integración de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto, éstas se incluyeron en Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental de acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales y las medidas de mitigación y/o compensación. Algunos de las Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental darán cumplimiento directo a determinadas problemáticas, tal es el caso de las acciones de protección de Fauna Silvestre y la Flora, entre otras. Mediante el seguimiento es posible obtener información útil para conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación. En el caso de este proyecto, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante el desarrollo de este se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y el incumplimiento de las normas oficiales mexicanas aplicables. Por otra parte, el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación. El seguimiento de las actividades de prevención y

mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de herpetofauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

La siguiente tabla, pretende proporcionar una base en cuanto a la organización de actividades referentes al plan de manejo ambiental de

acuerdo con la calendarización de la instalación del camino y de acuerdo con lo establecido en los diferentes programas que forman parte del manejo ambiental. Sin embargo, el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada. En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

PERIODOS DE ACUERDO CON LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	TRAMITES PREVIOS	PREP. DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	LIMPIEZA GRAL.	OPER Y MT TO
<b>ECOLOGÍA</b>					
Prohibir introducción de flora exótica					
Limitar la circulación de vehículos a los cuerpos de circulación					
Monitoreo y rescate de herpetofauna					
<b>CONT. AMBIENTAL</b>					
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad durante la noche					
Utilizar iluminación localizada para áreas de instalaciones temporales					
Programación de las actividades evitando la temporada de lluvia					
Instalación de sanitarios portátiles					
Almacén de material de despalme en áreas adecuadas					
Limitar la circulación de vehículos a cuerpos de circulación propuesta					
Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites					
Instalar contenedores para disposición de residuos urbanos					
Disposición final de residuos urbanos en sitios autorizados por el municipio					
Instalar recipientes y almacén temporal para RP's					
Transporte y disposición final de RP's por empresa autorizada					
<b>ASPECTOS ESTÉTICOS</b>					
Evitar exceso de carga en vehículos de acarreo					
Realizar mantenimiento preventivo en maquinaria y vehículos					
Des compactación del suelo al retirar instalaciones provisionales					
<b>ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO</b>					
Contratar trabajadores de la Mina y/o de poblaciones cercanas					
Establecer un sistema de seguridad en los frentes de trabajo					
Colocar señalamientos preventivos					
Contar con botiquín de emergencias					
Proveer los trabajadores con equipo de protección personal acorde a la actividad a desempeñar					

PERIODOS DE ACUERDO CON LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	TRAMITES PREVIOS	PREP. DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	LIMPIEZA GRAL.	OPER Y MT TO
Dar mantenimiento preventivo y correctivo al Helipuerto e infraestructura.					

Fuente: SECIRA, 2021.

Se aplicará el plan vigilancia como parte del PMMA para garantizar la efectividad de las acciones que tienen como propósito controlar todos y cada uno de los impactos ambientales.

#### VII.1.1 Acciones de prevención de la contaminación atmosférica y ruido.

**Etaapa que se aplicara:** Preparación del Sitio y Construcción.

**Parámetro:** Contaminación del medio físico.

**Impactos objetivo:** Afectaciones a la atmósfera y el ambiente. Emisión de humo y polvo. Producción de malos olores. Generación de ruido.

#### Procedimientos:

- 1.- Se deberá vigilar que los vehículos que transporten materiales estén cubiertos con lonas o plásticos para evitar la caída de materiales y polvos.
- 2.- Se prohibirá que los trabajadores realicen fogatas para calentarse o cocinar sus alimentos.

3.- Se vigilará la separación de residuos sólidos y se verificará que aquellos que consistan en restos de alimentos sean recolectados a la brevedad, debiéndose almacenar correctamente de manera temporal, para evitar la aparición de fauna nociva y malos olores.

4.- El supervisor ambiental debe vigilar y exigir que todos los vehículos estén afinados y cuenten con la verificación vehicular y se tener los documentos y matrícula de vehículos debidamente registrados.

**Responsable:** Contratista y supervisor ambiental.

**Periodicidad:** Se vigilará durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto (y durante la etapa de abandono del sitio en caso de que se presente).

**Equipos:** Cubiertas plásticas. Lonas. Recipientes de residuos con trampa de anti-fauna. Bitácoras. Comprobantes de verificación vehicular. Cámara fotográfica.

**Tipo de apoyo:** Externo.

**Aspectos por considerar:** Garantizar que no existan emisiones a la atmósfera que puedan dañar la salud de la población aledaña y de los trabajadores.

**Duración de aplicación:** Durante todo el tiempo en que se efectuó la construcción del proyecto, hasta limpiar el área del proyecto después de concluida la obra y se desmantele el patio de maniobras.

**Documentos probatorios relevantes:** Contratos de servicios. Autorización de la empresa prestadora de servicios por parte de la autoridad ambiental competente. Comprobante de autorizaciones para disposición final de aguas y residuos sólidos. Bitácoras de registro. Indicador de realización Fotografías y comprobantes de verificación vehicular.

**Indicador de efecto:** Ausencia de materiales contaminantes.

**Umbral de alerta:** Presencia de malos olores. Falta de visibilidad.

**Umbral inadmisibles:** Personal con enfermedades respiratorias. Contaminación del sitio y de sus alrededores.

**Frecuencia de revisión del cumplimiento:** Se deberá vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales que deberán mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

**VII.1.2 Programa de conservación de especies de fauna y flora nativa (incluye acciones de rescate y reubicación).**

**Etapas que se aplicaran:** Preparación del sitio y construcción.

**Parámetro:** Preservación y conservación de especies de flora y fauna silvestres.

**Impactos objetivos:** Conservación y protección de la biodiversidad.

**Procedimientos:**

1. Efectuar el desplazamiento de fauna silvestre en la zona de los trabajos y áreas adyacentes.
2. Activar el procedimiento de rescate de flora y métodos de rescate de fauna de especies susceptibles.
3. Colecta, captura e identificación de los individuos, que incluye mediciones morfométricas;

Que el sitio destino presente condiciones y recursos adecuados para la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares reubicados,

Que el sitio se encuentre a una distancia lo más cercana posible para disminuir el estrés de los organismos a relocalizar, y

Que el sitio de reubicación cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación de los ejemplares o que puedan poner en riesgo a las personas, cuando se trata de especies venenosas (ej. serpientes) o que entran en conflicto con el humano.

**Responsable:** Contratista y supervisor ambiental.

**Periodicidad:** Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

**Tipo de apoyo:** Empresas especializadas en conservación y manejo de flora y fauna silvestres.

**Duración de aplicación:** Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para ahuyentado, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y hasta el final de la construcción para adecuar obras de drenaje.

**Documentos probatorios relevantes:** Contratos de servicios. Autorización de la empresa prestadora de servicios. Bitácoras de registro.

**Indicador de realización:** Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

**Indicador de efecto:** Conservación de biodiversidad.

**Umbral de alerta:** Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 10%.

**Umbral inadmisibles:** Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 25%.

VII.1.3 Plan integral de manejo de residuos, por generación de residuos y uso de sustancias tóxicas.

**Etapas que se aplicaran:** Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

**Parámetro:** Contaminación del medio físico.

**Impactos objetivo:** Riesgos de toxicidad al agua y suelo.

**Procedimientos:**

- 1.- Se construirá un almacén, fuera del área del proyecto, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden ser catalogadas como peligrosas.
- 2.- Establecer recipientes para el almacenamiento de residuos que pueden considerarse tóxicos como solventes y aceites gastados, así como estopas, mismos que serán registrados en una bitácora y entregados a empresas registrada ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final.
- 3.- Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.
- 4.- Se garantizará que no existirán restos de materiales producto de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de construcción, a fin de eliminar riesgo de degradación.
- 5.- Se dispondrá de medidas para que los materiales sobrantes se transporten a empresas especializadas y autorizadas para su reutilización, y con ello reducir cualquier efecto negativo.
- 6.- En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.

**Responsable:** Contratista y supervisor ambiental.

**Periodicidad:** Se vigilará durante todas las fases.

**Equipos:** Recipientes plásticos con tapa hermética para la separación de restos que puedan ser tóxicos.

Recipientes metálicos para los restos de construcción.

**Tipo de apoyo:** Empresas especializadas en el manejo de residuos.

**Aspectos por considerar:** Garantizar que no se mezclen los residuos y que reciban un tratamiento por tipo de residuos, de preferencia buscar el reciclado y reúso de los residuos. Evitar el contacto de residuos en el suelo y agua, así como su dispersión en los escurrimientos.

**Duración de aplicación:** Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde a la etapa de preparación y construcción de la obra.

**Documentos probatorios relevantes:** Contratos de servicios. Autorización de la empresa prestadora de servicios. Comprobante de autorizaciones. Bitácoras de registro.

**Indicador de realización:** Material fotográfico y comprobantes de recibo de residuos por las empresas.

**Indicador de efecto:** Evitar contaminación del sitio, reduciendo efectos negativos a la salud de trabajadores.

**Umbrales de alerta:** Presencia de residuos en los alrededores y en particular en la zona aledaña a los límites del proyecto.

**Umbral inadmisibles:** Contacto de residuos con la fauna.

**Frecuencia de revisión del cumplimiento:** Se deberán vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales para mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

## VII.2 Plan de seguimiento y control (monitoreo).

### Objetivo:

Busca implementar todas las acciones necesarias para llevar a cabo el monitoreo confiable de las variables ambientales más relevantes, incluidas aquellas en que se haya detectado un impacto ambiental negativo.

### Cobertura espacial:

El plan de monitoreo ambiental cubrirá todas las condicionantes y términos señalados por la SEMARNAT, para su monitoreo y verificación oportuna, así como las recomendaciones del Programa de manejo ambiental.

### Descripción.

El Plan de monitoreo ambiental incluye todas las acciones y procedimientos necesarios para monitorear las variables ambientales claves y en particular las sujetas a cumplimientos por los instrumentos jurídicos.

Los resultados de la implementación de dicho plan de monitoreo serán reportados periódicamente a SEMARNAT. Estos resultados podrán ser verificados por la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA), siendo la Delegación Federal en el estado, a la que le corresponde dicha verificación, la cual recibirá copia de los reportes hechos a SEMARNAT. Es importante para el cumplimiento de dicho plan, que sean consideradas las medidas de mitigación y compensación manifestadas dentro la MIA, así como en este Plan de Manejo Ambiental. Además de lo ya mencionado, el PMA deberá contener lo siguiente:

---

Construcción y Operación de un Helipuerto para la Unidad Minera Tizapa.

- a) Indicadores para medir el éxito de las medidas instrumentadas.
- b) Acciones de respuesta cuando la aplicación de las medidas no genere los resultados esperados.
- c) Plan operativo para la atención a contingencias ambientales.
- d) Plazos de ejecución de las acciones y medidas.

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### VIII.1. Presentación de la información.

Se adjunta el resumen ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental.

Se presenta la información legal de la empresa, documentos oficiales del Representante legal y del Responsable técnico.

#### VIII.1.1 Cartografía.

En anexo técnico se muestran los planos arquitectónicos, además de planos cartográficos de los diferentes componentes del análisis ambiental

#### VIII.1.2 Fotografías.

En el cuerpo del documento se tienen fotografías del sitio de proyecto y Sistema Ambiental Regional, además en las fichas técnicas de flora y fauna se presentan fotografías de las especies registradas por diferentes técnicas.

#### VIII.1.3 Videos.

No aplica.

#### VIII.1.4 Listas de flora y fauna.

En el cuerpo del documento se tienen enlistadas las especies de flora y fauna encontradas. En Anexo técnico se presentan las fichas técnicas de las especies identificadas en el trabajo de campo.

### VIII.2. Glosario de términos.

Términos de uso frecuente en el proyecto y en el análisis ambiental:

**Ambiente.** Es el complejo total de factores físicos, químicos, biológicos, sociales, culturales, económicos, estéticos, que afectan a los individuos y a las comunidades, y en última instancia determinan su forma, su carácter, sus relaciones y supervivencia.

**Aprovechamientos.** Es el uso o explotación racional y sostenida de recursos o bienes naturales.

**Área de Influencia.** Es el área donde se presenta o tienen influencia los impactos adversos o benéficos de un proyecto. Un mismo proyecto puede tener diferentes áreas de influencia, dependiendo de los factores ambientales que se vean afectados.

**Área del proyecto.** Es la superficie que ocuparán físicamente las obras, instalaciones, servicios, infraestructura, terrenos, etc. de un proyecto.

**Atributos Ambientales.** Son las características específicas del ambiente que definen la calidad, integridad y comportamiento de un área dada.

**Contaminación.** Es toda materia o sustancias, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma térmica, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido que al incorporarse o actuar con la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental, alteren o modifiquen su composición o afecten la salud humana.

**Ecología.** Es el estudio de las relaciones entre los organismos o grupos de organismos con su medio ambiente.

**Ecosistema.** Es la unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y con el ambiente en un espacio determinado (Ej. Selvas, bosques, entre otros).

**Efecto Significativo al Ambiente.** Es el relativo a una acción en la cual, el total de consecuencias primarias y secundarias acumuladas, alteran significativamente la calidad del medio humano, reducen las oportunidades de un uso benéfico del mismo o interfieren en la consecución de objetivos ambientales de largo plazo.

**Impacto.** Es la modificación realizada por la naturaleza o por las acciones del hombre sobre su medio ambiente.

**Impacto Adverso.** Se refiere al carácter de afectación de las actividades del proyecto, sobre las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de algún atributo ambiental.

**Impacto Benéfico.** Se refiere al carácter positivo de las actividades del proyecto, sobre las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de algún atributo ambiental.

Importancia del impacto, Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

**Impacto a Corto Plazo.** Es aquél cuyos efectos significativos ocurren en lapsos relativamente breves.

**Impacto a largo Plazo.** Es aquél cuyos efectos significativos ocurren en lapsos distantes del inicio de la acción.

**Impacto Acumulado.** Es aquél en que sus efectos vienen a sumarse directa o sinérgicamente a condiciones ya presentes en el ambiente o a otros impactos.

**Impacto Ambiental.** Cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, causadas o inducidas por la acción o conjunto de acciones consideradas.

**Impacto Directo.** Es la alteración que sufre un elemento del ambiente en algunos de sus atributos por la acción directa del hombre o la naturaleza.

**Impacto Indirecto o Inducido.** Son los efectos que se derivan de los impactos primarios, o de la interacción de todos aquellos que integran un proyecto.

**Impacto Irreversible.** Es aquel impacto cuya trascendencia en el medio, es de tal fuerza que es imposible regresarlo a su estado original.

**Impacto residual.** Es aquel cuyos efectos persistirán en el ambiente, por lo que requieren de la aplicación de medidas de atenuación que consideren el uso de la mejor tecnología disponible.

**Impacto Reversible.** Es aquél cuyos efectos sobre el ambiente pueden ser mitigados de forma tal, que se restablezcan las condiciones preexistentes a la realización de la acción.

**Matriz de Cribado Ambiental.** Es aquella que como columnas contiene a las actividades del proyecto y como filas a los factores y atributos ambientales, y sirve para identificar los posibles impactos que el proyecto va a producir.

**Medida de Mitigación.** Es la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, acción, equipo, sistema, etc. tendiente a minimizar los posibles impactos adversos que se pueden presentar durante la construcción y operación de una obra.

**Monitoreo Ambiental.** Es la determinación sistemática de la calidad de los parámetros que integran el ambiente.

**Parámetros del Ambiente.** Son variables que representan características particulares de los atributos ambientales.

**Prevención.** Es la disposición anticipada de medidas para evitar daños al ambiente.

**Técnicas de Análisis de Impacto Ambiental.** Son los mecanismos técnicos que conducen a la evaluación directa o indirecta de los impactos que se deriven de la interacción del proyecto en sus distintas fases con los factores y atributos ambientales que definen la calidad del sitio de ubicación y el entorno.

### VIII.3 Referencias bibliográficas.

- Ae-Ra, M., Jeong-Eun, H., Bryoung-Yoon, Jeong-Mi, P. y Chnag-gee, J. (2013). An Unrecorded species of Genus *Clematis* (Ranunculaceae) from Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 6(4), 415-418 pp.
- Aguilar-Miguel X. 1997. Lista taxonómica de los vertebrados terrestres del Estado de México. UAEMex.
- Aguilar-Miguel X. 2007. Vertebrados del Estado de México. UAEMex.
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A.M. y Villarreal, H. (2004). Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología. México.
- Arizaga, S., Martínez-Cruz, J., Salcedo-Cabrales, M. y Bello-González, M.A. (2018). Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D.F., 75 y 91 pp.
- Ceballos, G. y J. Simonetti. 2002. Diversidad y conservación de los mamíferos Neotropicales. CONABIO-UNAM, México D.F.
- Chávez, C. y G. Ceballos. 1998. Diversidad y estado de conservación de los mamíferos del Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 3:113-134.
- Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J. y R. A. Medellín. 2002. Mamíferos de México. en: Ceballos, G. y J. A. Simonetti (eds.). 2002. Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. CONABIO-UNAM. México, D.F.
- CITES. 2010. Apéndices I, II y III. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Suiza.

Construcción y Operación de un Helipuerto para la Unidad Minera Tizapa.

- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2004). *Taraxacum officinale* G. H. Webber ex. Wigg. En línea.  
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/taraxacum-officinale/fichas/ficha.htm#1.%20Nombres> .Fecha de consulta: 10/05/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). s/a. *Guazuma ulmiflora*. En línea.  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/documentos/66-sterc1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/documentos/66-sterc1m.pdf) Fecha de consulta: 12/05/2022
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2019). *Tithonia tubiformis*. En línea.  
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tithonia-tubiformis/fichas/ficha.htm> Fecha de Consulta:11/05/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2004). *Stevia ephemera*. En línea.  
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/stevia-elatior/fichas/ficha.htm#2.%20Origen%20y%20distribuci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica> Fecha de consulta: 12/05/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2011)- *Leucaena leucocephala*. En línea.  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/documentos/44-legum26m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/documentos/44-legum26m.pdf) Fecha de consulta: 12/03/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Marrubium vulgare*. En línea.  
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lamiaceae/marrubium-vulgare/fichas/ficha.htm#1.%20Nombres> Fecha de consulta: 22/06/2022

Construcción y Operación de un Helipuerto para la Unidad Minera Tizapa.

- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Rumex pulcher*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/polygonaceae/rumex-pulcher/fichas/pagina1.htm>. Fecha de consulta: 22/06/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Festuca arundinaceae*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/festuca-arundinacea/fichas/ficha.htm#1.%20Nombres>. Fecha de consulta: 23/06/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Rhynchelytrum repens*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/rhynchelytrum-repens/fichas/ficha.htm>. Fecha de consulta: 23/06/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Salvia reflexa*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lamiaceae/salvia-reflexa/fichas/ficha.htm#1.%20Nombres>. Fecha de consulta: 23/06/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Acacia farnesiana*. En línea. [Acacia farnesiana - ficha informativa \(conabio.gob.mx\)](#). Fecha de consulta: 22/06/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2022). *Stemmadenia obovata*. En línea. [Torito \(Stemmadenia obovata\) \(enciclovida.mx\)](#). Fecha de consulta: 22/06/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Cynodon dactylon*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cynodon->

Construcción y Operación de un Helipuerto para la Unidad Minera Tizapa.

[dactylon/fichas/ficha.htm#1.%20Nombres.](#) Fecha de consulta: 16/07/2022.

- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Lantana camara*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/verbenaceae/lantana-camara/fichas/ficha.htm>. Fecha de consulta: 31/05/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2021). *Nopales*. En línea. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/nopales>. Fecha de consulta: 31/05/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Commelina erecta*. En línea <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/commelinaceae/commelina-erecta/fichas/ficha.htm>. Fecha de consulta: 31/05/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Lycopersicon esculentum*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/lycopersicon-esculentum/fichas/ficha.htm>. Fecha de consulta: 15/07/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2010). *Cnidoscolus texanus*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/cnidoscolus-texanus/fichas/ficha.htm>. Fecha de consulta: 21/07/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2010). *Phaseolus vulgaris*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolus-vulgaris/fichas/ficha.htm> Fecha de consulta: 9/08/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (s/f). *Alnus acuminata*. En

línea.[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf). Fecha de consulta: 12/09/2022

- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Conium maculatum*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/apiaceae/conium-maculatum/fichas/ficha.htm>. Fecha de consulta: 12/09/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Poa annua*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/poa-annua/fichas/ficha.htm> Fecha de consulta: 13/09/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). (2009). *Archibaccharis serratifolia*. En línea. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/archibaccharis-serratifolia/fichas/ficha.htm> Fecha: 15/09/2022.
- COMISIÓN NACIONAL para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). *Quercus insignis*. (2009). En línea.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. CITES. (2021). Apéndices I, II y III. En línea: <https://cites.org/esp/app/appendices.php>. Fecha de Consulta: 3/07/2022.
- Espejo-Serna, A. y López-Ferrari, A.R. (2018). La familia Bromeliaceae en México. *Botanical Sciences*. 96(3): 533-554. DOI: 10.17129/botsci.1918.
- Flora Arvense de Navarra. *Digitaria sanguinalis* (L) Scop. Herbario de la Universidad Pública de Navarra. s/a. En línea. [https://www.unavarra.es/herbario/htm/Digi\\_sang.htm](https://www.unavarra.es/herbario/htm/Digi_sang.htm). Fecha de consulta: 11/05/2022.

- Francis, J. (1990). *Spathodea campanulata* Beauy. African tulip tree. SO-ITF-SM-32. Nueva Orleans, LA. E.U.A. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 484-487.
- <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5023-Plantas/Plantas/SL0804%20Quercus%20insignis.jpg.info> Fecha 15/09/2022.
- Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G., González-Castañeda, N., Piedra-Malagón, E.M y Luna, A. (2012). El género *Ficus* L. (Moraceae) en México. *Botanical Sciences* 90 (4): 389-452.
- IUCN. 2012. Red List of Threatened Species. En línea: <http://www.iucnredlist.org/>
- Leeuwenberg, A.J.M. 1994. A revisión of *Tabernaemontana* Two: the New World's species and *Stemadenia*. Royal Botanic Gardens, Kew, U.K./ Wageningen Agricultural University, Netherlands.
- Martínez, M. (2009). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Tiliacea Instituto de Ecología A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 1 pp.
- Martínez, M. (2015). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Ranunculacea. Instituto de Ecología A.C. Pátzcuaro, Michoacán. 1 pp.
- Monroy-Vilchis O. y R. Rubio-Rodríguez. 1999. Identificación de mamíferos de la Sierra de Nanchititla a través del pelo. Cuaderno de Investigación. Cuarta época. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Morales, J. F, 1999. Apocynaceae. Manual de las Plantas de Costa Rica. Missouri Botanical Garden. Instituto Nacional de Biodiversidad. Museo Nacional de Costa Rica.
- Morales-F. (1999). Seis nuevas especies de *Vriesea* sect. *Xiphion* (Bromeliacea: Tillandsioidea) para Costa Rica. Instituto Nacional de

Biodiversidad (INBio). Apto. 22-3100. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR.
- Muñoz-Vivero, A.L., Tejero-Díez, D., Monterrubio-Mendoza, J.A. y Velásquez-Aalkaimn, R. (2005). Estudio del medio biótico de la zona propuesta para la construcción de la presa de Jales 2 de minera Tizapa S.A. de C.V., Zacazonapan, Edo. De México.
- Naturalista. Pata de Gallo (*Digitaria sanguinalis*). (2012). En línea. [Pata de Gallo \(\*Digitaria sanguinalis\*\) · NaturaLista México](#). Fecha de consulta: 11/05/2022.
- Palacios-Romero, A., Jiménez-Muñoz, E., Rodríguez-Laguna, R. y Razo-Zárate, R. (2021). Distribución potencial de *Prosopis laevigata* (Humb. Et Bonpl. Ex Willd. M.C. Johnst en el estado de Hidalgo, México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 12 (63). DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i63.81>.
- Peterson, R. T. y Chalif E. L. 2008. Aves de México, Guía de Campo. Ed. Diana. México.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (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. En línea: [https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMA\\_RNAT\\_2010.pdf](https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMA_RNAT_2010.pdf). Fecha de consulta: 11/05/2022.
- Quijano-Abril, M.A., Callejas-Posada, R. y Miranda-Esquivel, D.R. (2006). Areas of endemism and distribution patterns for Neotropical *Piper* species. Journal of Biogeography (J. Biogeogr.). 33, 1266-1278.

Construcción y Operación de un Helipuerto para la Unidad Minera Tizapa.

- Red list of threatened species. IUCN (2022). En línea: <https://www.iucnredlist.org/> Fecha de consulta: 3/07/2022
- Rzedowski, G.C. de, J. Rzedowski. (2005). *Flora Fanerogámica del Valle de México*. 2ª ed., 1ª reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán) 25, 173, 259, 252, 492, 588, 632, 616, 700, 803, 925, 975, 999-1007, 1274pp.
- 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. NOM-059-SEMARNAT-2010
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT). (s/f). Manifestación de Impacto Ambiental, ampliación de instalaciones de Minera Tizapa. En línea. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/mex/estudios/2008/15EM2008M0033.pdf>. Fecha de consulta: 17/09/2022.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (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. NOM-059-SEMARNAT-2010. En línea <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-059-semarnat-2010#:~:text=Norma%20Oficial%20Mexicana%20NOM%2D059%2DSEMARNAT%2D2010%2C%20Protecci%C3%B3n,Lista%20de%20especies%20en%20riesgo>. Fecha de consulta: 17/09/2022.
- Simpson, E. H. 1949. Measurements of diversity. Nature 163: 688.

- Valencia-Ávalos S., Gómez-Cárdenas, Martín y Becerra-Luna, F. (2002). Catálogo de encinos del estado de Guerrero, México. Libro técnico No.1 INIFAP-CENID COMEF. México. 71- 75, 86-90 pp.
- Van Perlo, B. 2006. Birds of México and Central América. Guía de campo. Princeton. USA.
- Villagómez-Flores, E., Hinojosa-Espinosa, O. y Villaseñor, J.L. (2018). El género *Stevia* (Eupatorieae, Asteraceae) en el estado de Morelos, México. Acta Botánica Mexicana, 125: 7-36 pp.
- Zanotti, C. y Keller, H. A. (2017). Nuevo registro y novedades taxonómicas de *Piper miquelianum* (Piperaceae, Secc Ottonia) para la flora de Argentina. BONPLANDIA 26 (1): 51-56 pp.