



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

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

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	2
I.1. PROYECTO	2
I.1.1 Nombre del proyecto	2
I.1.2 Ubicación del proyecto	2
I.1.3 Presentación de documentación legal	4
I.2 PROMOVENTE	4
I.2.1 Nombre o razón social	4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promoviente	4
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal	4
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	5
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	5
I.3.1 Nombre o Razón Social	5
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	5
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio	5
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio	5

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

### I.1. PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación de un relleno sanitario, para el municipio de Huauchinango, en el estado de Puebla, el cual pretende desarrollarse dentro de un predio polígono en el ejido Nopala, cabe señalar que este polígono previamente ya fue autorizado para operar como relleno sanitario (clave de proyecto 21PU2013FD038), sin embargo por cuestiones ajenas al promovente el proyecto fue abandonado, por lo que se buscara recuperar el área que fue impactada previamente al verter basura de forma inadecuada y aprovechar la vocación del predio.

La instalación del relleno sanitario es parte de las estrategias del ayuntamiento de Huauchinango para realizar el correcto Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), procurando el cuidado del medio ambiente así como el bienestar social y económico de la ciudadanía en cada acción que se realice en el Municipio.

Para la instalación del proyecto se requiere de un polígono de 2.94 ha, dentro de dicho predio, donde será necesaria la remoción 1.71 ha de vegetación forestal representada por vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña, por otra parte el proyecto mantendrá dos zonas de reserva de 1.19 ha y 3.28 ha respectivamente, donde la vegetación existente será conservada.

#### I.1.1 Nombre del proyecto

Construcción de celdas de relleno sanitario en la localidad de Nopala, municipio de Huauchinango, en el estado de Puebla

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en la Junta Auxiliar de Nopala, municipio de Huauchinango, en el estado de Puebla. El predio se ubica al norte de la cabecera municipal del municipio de Huauchinango, aproximadamente a 4 km (en línea recta) y 2 km al sur de Nopala.

La siguiente tabla contiene las coordenadas de los vértices del predio pretendido para el proyecto.

Tabla 1. Coordenadas del predio (14N DATUM WGS84)

X_COORD	Y_COORD	VERTICE
598230.368	2235298.93	1
598217.7	2235294.3	2
598212.198	2235291.16	3
598198.708	2235285.14	4
598177.676	2235276.51	5
598175.214	2235275.15	6
598160.243	2235268.69	7

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

X_COORD	Y_COORD	VERTICE
598154.386	2235267.41	8
598140.06	2235263.44	9
598113.984	2235255.87	10
598109.192	2235255.87	11
598099.732	2235251.83	12
598098	2235250.83	13
598092.8	2235248.84	14
598077.204	2235244.04	15
598056.309	2235238.09	16
598053.358	2235238.34	17
598040.532	2235235.01	18
598042.871	2235241.14	19
598032.226	2235245.02	20
598020.123	2235249.35	21
597999.749	2235260.22	22
598000.347	2235266.12	23
597998.008	2235274.39	24
597996.908	2235284.28	25
597994.556	2235286.58	26
597991.785	2235298.32	27
597989.425	2235319.64	28
597990.092	2235341.66	29
597992.581	2235352.7	30
597991.974	2235359.63	31
597997.748	2235376.48	32
598001.623	2235390.22	33
598006.824	2235400.07	34
598015.723	2235401.67	35
598027.627	2235411.36	36
597999.477	2235456.27	37
597970.562	2235520.94	38
597979.064	2235530.31	39
597981.641	2235539.21	40
597981.157	2235545.22	41
597975.491	2235609.6	42
598006.661	2235620.89	43
598047.306	2235601.57	44
598053.608	2235600.58	45
598062.355	2235602.13	46

X_COORD	Y_COORD	VERTICE
598064.005	2235605.7	47
598060.535	2235615.27	48
598061.538	2235624.13	49
598066.601	2235629.96	50
598079.562	2235635.33	51
598101.414	2235636.01	52
598117.714	2235621.2	53
598123.07	2235620.77	54
598148.832	2235609.86	55
598151.205	2235596.53	56
598150.636	2235566.54	57
598153.781	2235543.32	58
598173.115	2235473.84	59
598149.791	2235442.47	60
598262.318	2235398.2	61
598258.775	2235379.17	62
598258.212	2235359.52	63
598259.389	2235338.35	64
598262.381	2235323.68	65
598265.191	2235309.92	66

### I.1.3 Presentación de documentación legal

Ver anexo

## I.2 PROMOVENTE

### I.2.1 Nombre o razón social

Ayuntamiento de Huauchinango, Puebla

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

██████████<sup>5</sup>

### I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

██

██

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

Portal de Hidalgo, sin número, Plaza de la Constitución, Col. Centro, en la Localidad de Huauchinango de Degollado, Municipio de Huauchinango en el Estado de Puebla

CP.73160

### I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

#### I.3.1 Nombre o Razón Social

[REDACTED]

#### I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[REDACTED]

#### I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

[REDACTED]

#### I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[REDACTED]

#### I.3.5 Colaboradores

[REDACTED]

[REDACTED]

II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	2
II.1.1 Naturaleza del proyecto	2
II.1.2 Selección del sitio	2
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización	2
II.1.4 Inversión requerida	7
II.1.5 Dimensiones del proyecto	7
II.1 6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias	19
II.1 7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	30
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	31
II.2.1 Descripción de la obra o actividad y sus características	31
II.2.2 Programa general de trabajo	32
II.2.3 Etapas del proyecto	33
II.2.4 Otros insumos	54
II.2.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	55

## II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación de un relleno sanitario, para el municipio de Huauchinango, en el estado de Puebla, el cual pretende desarrollarse dentro de un predio ubicado en el ejido Nopala.

Actualmente los residuos sólidos urbanos del Municipio de Huauchinango, se depositan en el relleno sanitario de Tulancingo en el estado de Hidalgo, generando altos gastos en combustible, desgaste de los camiones, horas extra para los trabajadores, así como horas de recolección invertidas en el traslado de los residuos, etc., por lo que se observa la necesidad de contar con un sitio adecuado de disposición final, así como un previo sistema de manejo de residuos, que provea al municipio de Huauchinango en el Estado de Puebla, una mejor estrategia técnica, ambiental y social para su manejo.

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

La instalación del relleno sanitario requiere de un conjunto de actividades, que pueden ser clasificadas dentro del sector económico secundario, ya que se involucra la instalación de obra civil y otras actividades relacionadas a la construcción de obra pública.

#### II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio se realizó de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

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

El proyecto se ubica en la Junta Auxiliar de Nopala, municipio de Huauchinango, en el Estado de Puebla. El predio se ubica al norte de la cabecera municipal del municipio de Huauchinango, aproximadamente a 4 km (en línea recta) y 1 km al noreste de Nopala.

Para llegar al predio se utiliza la carretera federal 130 México-Tuxpan (tramo Tulancingo – Huauchinango) en dirección a Tulancingo, hasta encontrar el entronque de la carretera Michiucanaupan, dirección Naupan aproximadamente por 5 km.

La siguiente tabla contiene las coordenadas UTM de los vértices del predio pretendido para el proyecto.



Tabla 1. Coordenadas del predio (14N DATUM WGS84)

X_COORD	Y_COORD	VERTICE
598230.368	2235298.93	1
598217.7	2235294.3	2
598212.198	2235291.16	3
598198.708	2235285.14	4
598177.676	2235276.51	5
598175.214	2235275.15	6
598160.243	2235268.69	7
598154.386	2235267.41	8
598140.06	2235263.44	9
598113.984	2235255.87	10
598109.192	2235255.87	11
598099.732	2235251.83	12
598098	2235250.83	13
598092.8	2235248.84	14
598077.204	2235244.04	15
598056.309	2235238.09	16
598053.358	2235238.34	17
598040.532	2235235.01	18
598042.871	2235241.14	19
598032.226	2235245.02	20
598020.123	2235249.35	21
597999.749	2235260.22	22
598000.347	2235266.12	23
597998.008	2235274.39	24
597996.908	2235284.28	25
597994.556	2235286.58	26
597991.785	2235298.32	27
597989.425	2235319.64	28
597990.092	2235341.66	29
597992.581	2235352.7	30
597991.974	2235359.63	31
597997.748	2235376.48	32
598001.623	2235390.22	33
598006.824	2235400.07	34
598015.723	2235401.67	35
598027.627	2235411.36	36
597999.477	2235456.27	37
597970.562	2235520.94	38

X_COORD	Y_COORD	VERTICE
597979.064	2235530.31	39
597981.641	2235539.21	40
597981.157	2235545.22	41
597975.491	2235609.6	42
598006.661	2235620.89	43
598047.306	2235601.57	44
598053.608	2235600.58	45
598062.355	2235602.13	46
598064.005	2235605.7	47
598060.535	2235615.27	48
598061.538	2235624.13	49
598066.601	2235629.96	50
598079.562	2235635.33	51
598101.414	2235636.01	52
598117.714	2235621.2	53
598123.07	2235620.77	54
598148.832	2235609.86	55
598151.205	2235596.53	56
598150.636	2235566.54	57
598153.781	2235543.32	58
598173.115	2235473.84	59
598149.791	2235442.47	60
598262.318	2235398.2	61
598258.775	2235379.17	62
598258.212	2235359.52	63
598259.389	2235338.35	64
598262.381	2235323.68	65
598265.191	2235309.92	66

La siguiente tabla, muestra las coordenadas UTM del polígono que se pretende ocupar para la instalación del proyecto.

Tabla 2. Ubicación del polígono del proyecto  
(14N DATUM WGS84)

X_COORD	Y_COORD	VERTICE
598231.365	2235299.25	1
598230.942	2235313.07	2
598230.424	2235313.02	3
598227.176	2235313.16	4

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

X_COORD	Y_COORD	VERTICE
598223.653	2235313.92	5
598221.718	2235314.61	6
598219.334	2235315.78	7
598218.056	2235316.49	8
598215.327	2235318.56	9
598213.807	2235319.94	10
598212.46	2235321.5	11
598211.354	2235322.95	12
598210.214	2235324.75	13
598209.869	2235325.57	14
598205.239	2235325.26	15
598202.545	2235324.97	16
598197.812	2235324.49	17
598189.452	2235323.48	18
598182.093	2235322.6	19
598173.042	2235324.28	20
598164.406	2235325.73	21
598160.364	2235326.44	22
598153.835	2235327.09	23
598146.304	2235327.77	24
598136.838	2235328.68	25
598125.956	2235329.6	26
598124.85	2235329.12	27
598116.767	2235325.56	28
598110.306	2235323.07	29
598108.614	2235322.33	30
598102.05	2235316.97	31
598097.006	2235312.95	32
598085.606	2235310.43	33
598080.078	2235309.29	34
598079.318	2235309.11	35
598077.867	2235308.61	36
598068.678	2235305.92	37
598060.076	2235303.31	38
598050.714	2235300.48	39
598048.33	2235299.91	40
598041.594	2235298.15	41
598031.403	2235295.47	42
598022.11	2235290.58	43

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

X_COORD	Y_COORD	VERTICE
598012.195	2235285.4	44
598008.049	2235281.89	45
598001.555	2235276.33	46
597998.258	2235273.55	47
597998.258	2235273.55	48
597998.246	2235273.54	49
597998.008	2235274.39	50
597996.908	2235284.28	51
597994.556	2235286.58	52
597991.785	2235298.32	53
597989.425	2235319.64	54
597990.092	2235341.66	55
597992.581	2235352.7	56
597991.974	2235359.63	57
597997.748	2235376.48	58
598001.623	2235390.22	59
598006.824	2235400.07	60
598013.884	2235401.34	61
598015.723	2235401.67	62
598022.074	2235402.79	63
598037.552	2235405.24	64
598039.72	2235404.82	65
598049.829	2235410.64	66
598057.946	2235415.27	67
598060.14	2235416.53	68
598063.064	2235418.19	69
598068.131	2235420.84	70
598071.584	2235422.63	71
598075.139	2235424.5	72
598077.811	2235425.92	73
598080.635	2235427.43	74
598082.803	2235428.62	75
598083.811	2235429.1	76
598086.483	2235430.71	77
598089.71	2235432.54	78
598093.466	2235434.81	79
598098.357	2235437.74	80
598101.18	2235439.43	81
598104.079	2235441.15	82

X_COORD	Y_COORD	VERTICE
598107.81	2235443.33	83
598110.634	2235445.07	84
598122.986	2235444.52	85
598135.061	2235443.96	86
598147.792	2235443.29	87
598149.791	2235442.47	88
598150.285	2235442.27	89
598262.318	2235398.2	90
598258.775	2235379.17	91
598258.212	2235359.52	92
598259.389	2235338.35	93
598262.381	2235323.68	94
598265.191	2235309.92	95

#### II.1.4 Inversión requerida

El monto aproximado de las obras que involucra el proyecto, que incluye preparación del sitio, construcción de caseta de vigilancia, administración, comedor, bascula, tanque séptico, cisterna, caminos internos, franja de amortiguamiento, celda de desplante, programa de manejo ambiental, acciones de clausura, monitoreo y área verde se estima en \$56'537,542.01/100 (Cincuenta y seis millones quinientos treinta y siete mil quinientos cuarenta y dos pesos 01/100 MN).

#### II.1.5 Dimensiones del proyecto

##### *a) Superficie total del predio*

La superficie total del predio pretendido para el proyecto es de 7.433 hectáreas; de las cuales el proyecto ocupará una superficie de 2.948 ha. Manteniendo dos zonas de reserva de 1.19 ha y 3.28 ha respectivamente.

##### *b) Superficie a afectar (m<sup>2</sup>) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, estableciendo el tipo de comunidad vegetal existente en el predio. Desglosando para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.*

En relación a la superficie sujeta a cambio de uso de suelo por la afectación de terrenos forestales (CUSTF), se presenta el desglose por tipo de vegetación. Para tal efecto, se justifican los resultados en apego a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento (RLGDFS). Para poder determinar las afectaciones a la vegetación; fue necesario realizar un análisis de los elementos del proyecto y determinar las áreas requeridas para ubicar espacialmente las áreas a afectar. En este sentido, el proyecto contempla la construcción de celdas de relleno sanitario en la localidad de Nopala, municipio de Huauchinango, en el Estado de Puebla.

Las superficies consideradas para el proyecto están conformadas de la siguiente manera:

POLIGONAL DEL PREDIO (7.43 ha) – PPE

COMPONENTES DEL PREDIO:

- POLIGONAL DEL PROYECTO (2.94 ha) - PPO
- ZONA DE RESERVA A (1.19 ha) - ZRA
- ZONA DE RESERVA B (3.28 ha) -ZRB

ELEMENTOS DEL PROYECTO (1.56 ha) - EP



Imagen 1. Distribución y ubicación espacial de los componentes del predio y del proyecto.

La superficie total del predio corresponde a 7.43 ha, las obras pretendidas por el proyecto serán únicamente dentro de la poligonal del proyecto 2.94 ha, dentro de esta superficie se requieren 1.56 ha para la instalación de los elementos del proyecto, de las cuales únicamente 1.17 ha presentan vegetación forestal donde se llevará a cabo cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), superficies que presentan vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña (VS/BMM); sin embargo, esta vegetación ha sufrido a través de los últimos años una fase sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se

ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto, un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera espontánea en forma de acahual.

Respecto a la vegetación a afectar, se realizó un trabajo mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando procedimientos de *Fotointerpretación* (FI) a partir de una imagen satelital de Google Earth, utilización de un Drone Phantom 3 Advanced y la caracterización de la vegetación en campo; con el fin de ajustar a mayor detalle las coberturas de uso de suelo y tipos de vegetación (USVEG), respecto a los datos vectoriales obtenidos de INEGI, (Serie VI, 2016); en este sentido, la (FI) se realizó dentro de la poligonal del predio (PPE), misma que incluye la poligonal del proyecto (PPO); donde se insertaran los elementos del proyecto (EP).

Como primera base de análisis, los diferentes USVEG que se presentan dentro de la PPE, fueron obtenidos de datos vectoriales de INEGI (Serie VI, 2016), para conocer las áreas requeridas para las distintas obras y/o actividades del proyecto, con la finalidad de recopilar y revisar información cartográfica, para generar un marco de referencia que permita identificar el área de interés y obtener un contexto general de la zona de trabajo como línea inicial. La siguiente tabla muestra en orden de mayor superficie los diferentes USVEG y superficies obtenidas en base a INEGI.

Tabla 3. Superficies de ocupación por categorías de USVEG dentro de la PPE; INEGI (Serie VI, 2016).

Clave	USVEG	Superficie (ha) y (%)
BPQ	Bosque de pino-encino	5.99 (80.61)
PI	Pastizal inducido	1.44 (19.39)
<b>Total</b>		<b>7.43 (100)</b>

*(ha)=Hectáreas referidas; (%) =Porcentaje de ocupación.*

La tabla anterior muestra los diferentes USVEG dentro de la PPE en base a INEGI (Serie VI, 2016), suman un total de 7.43 ha, donde se reporta únicamente un tipo de vegetación, y un uso del suelo; sin embargo, basado en las observaciones realizadas en campo, estas superficies no concuerdan del todo en cuanto a superficies observadas debido a la escala que manejan los datos vectoriales de INEGI, ya que los límites entre una categoría y otra varían notablemente; por ello, fue importante realizar procedimientos de *Fotointerpretación* (FI) dentro de la PPE, para mostrar y evidenciar las condiciones existentes más reales de USVEG en la zona de estudio y colindancias inmediatas.

En tal sentido, las siguientes imágenes muestran una comparativa, misma que sirvió para realizar los procedimientos de FI mediante imágenes satelitales de Google Earth, videos y fotografías aéreas con un Drone e imágenes terrestres, donde se muestran las coberturas de USVEG reportadas por INEGI (Serie VI, 2016), y lo observado *in situ* durante los recorridos y sobrevuelos realizados.



Imagen 2. A) Para INEGI la cobertura reportada es BPE, B) Vista satelital de GoogleEarth con uso del suelo que presentan áreas sin vegetación (ASV), donde no se presenta la cobertura reportada por INEGI, C) Vista aérea (Drone) con presencia de ASV, D) Vista terrestre con ASV donde fueron sembrados algunos árboles que en su mayoría están muertos por falta de mantenimiento, por tanto, no puede considerarse un USVEG, cuando el existente es otro.



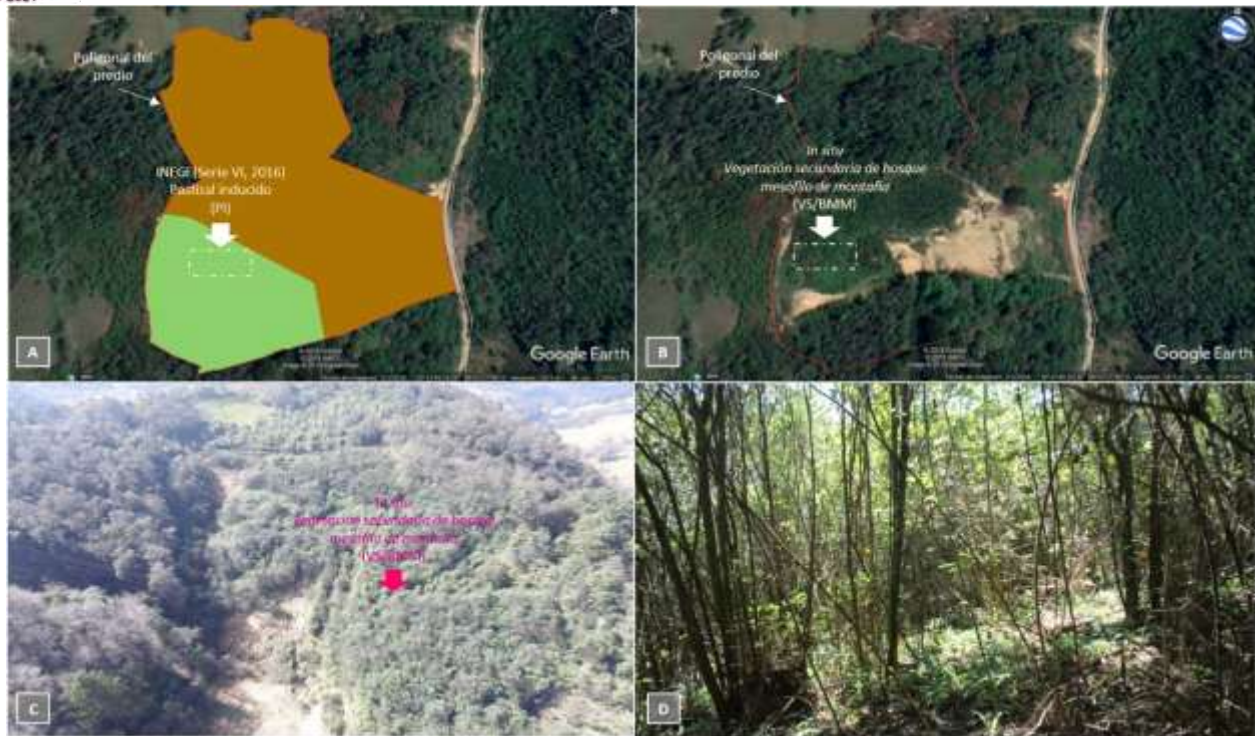


Imagen 3. A) Para INEGI la cobertura reportada es PI, B) Vista satelital de GoogleEarth con VS/BMM, donde no se presenta el uso del suelo reportado por INEGI, C) Vista aérea (Drone) con presencia de VS/BMM, D) Vista terrestre con la ocupación existente de VS/BMM, por tanto, no puede considerarse un uso del suelo, cuando el existente es otro.

Por solo mencionar algunos ejemplos de lo reportado por INEGI con lo observado *in situ*, las imágenes anteriores muestran las coberturas de USVEG existentes en áreas de la PPE. Es importante mencionar, que lo reportado por INEGI no coincide con las coberturas observadas en campo; sin embargo, dentro de la PPE aún existen pequeños manchones distribuidos de manera aislada con vegetación forestal asociada a la (VS/BMM), donde la cobertura forestal con mayor grado de conservación se encuentra en los extremos norte y sur de la PPE, por lo tanto, esas áreas se pretenden destinar para zonas de reserva, con la finalidad de su protección y conservación del bosque.

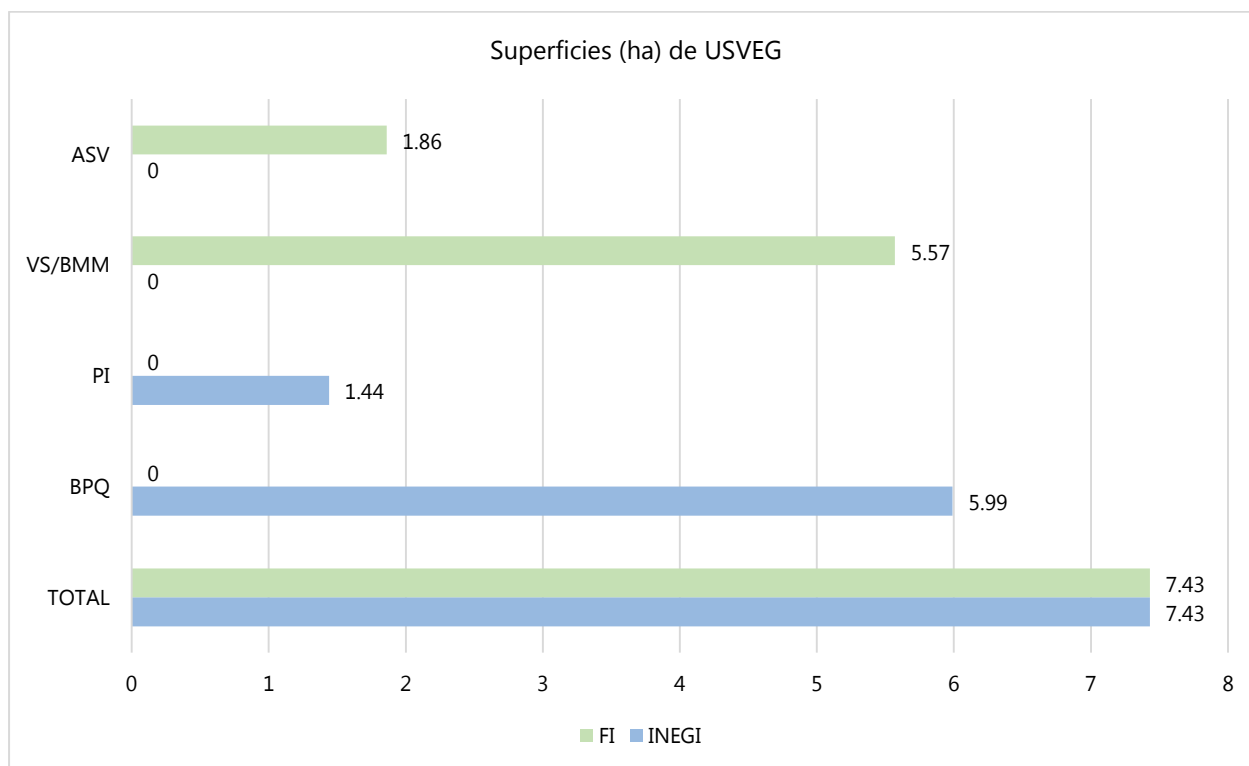
Por lo anterior, como segunda base de análisis y como se ha referido anteriormente, fue importante realizar procedimientos de *Fotointerpretación* (FI) mediante imágenes satelitales de Google Earth y fotografías aéreas y terrestres, además de los recorridos de campo; posteriormente la información fue procesada en un sistema de información geográfica (SIG), generando algunos polígonos que presentarán vegetación en cualquier condición, para mostrar y evidenciar el USVEG observado *in situ* dentro de la PPE. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 4. Superficies de ocupación por categorías de USVEG en la PPE; Fotointerpretación (FI, 2019)

Clave	USVEG	Superficie (ha) y (%)
VS/BMM	Vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña	5.57 (74.97)
ASV	Áreas sin vegetación	1.86 (25.03)
<b>Total</b>		<b>7.43 (100)</b>

Clave	USVEG	Superficie (ha) y (%)
<i>(ha)=Hectáreas referidas; (%) =Porcentaje de ocupación.</i>		

La siguiente grafica mediante un comparativo en hectáreas esquematiza las superficies del USVEG de los datos obtenidos de INEGI (Serie VI, 2016) y de la *Fotointerpretación* (FI) generada dentro de la PPE.



Gráfica 1. Comparación en hectáreas de USVEG de los datos obtenidos de INEGI (Serie VI, 2016) y fotointerpretación (FI, 2019) dentro de la PPE.

La grafica anterior, muestra de manera representativa las superficies en cada caso de los diferentes USVEG, donde los valores varían dependiendo de la información utilizada (INEGI, FI). Los resultados obtenidos, muestran que INEGI no reporta las coberturas obtenidas de la FI, mismos que aparecen con valores de "0" en la gráfica anterior y viceversa; de alguna manera, la fotointerpretación muestra datos que reflejan lo más real *in situ*, ya que se realizó estudio de campo evidenciando las condiciones actuales, donde dentro de la PPE se presenta un tipo de vegetación (VS/BMM) y un uso del suelo (ASV). Los resultados comparativos utilizados como herramienta de análisis muestran que aún existen áreas dentro de la PPE con presencia de vegetación y otras donde ya no existe por distintas causas de origen antropogénico como principal motor de cambio.

### Superficies Forestales y No Forestales

Por lo anterior, la superficie total dentro de la PPE (7.43 ha), como se ha referido anteriormente incluye los elementos del proyecto: Poligonal del proyecto (PPO), 2.94 ha, zona de reserva A (ZRA),

1.19 ha y zona de reserva B (ZRB), 3.28 ha, se presentan coberturas forestales (5.57 ha) y no forestales (1.86 ha); sin embargo, las obras pretendidas por el proyecto serán únicamente dentro de la poligonal del proyecto (PPO) en 2.94 ha, dentro de esta superficie se requieren 1.56 ha para la instalación de los elementos del proyecto (EP) de las cuales únicamente 1.17 ha, presentan vegetación forestal donde se llevará a cabo cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), superficies que presentan vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña (VS/BMM).

Sin embargo, esta vegetación ha sufrido a través de los últimos años, una fase sucesional de carácter secundaria, en donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que muestra claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto (PPO) un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural y espontánea en forma de acahual.

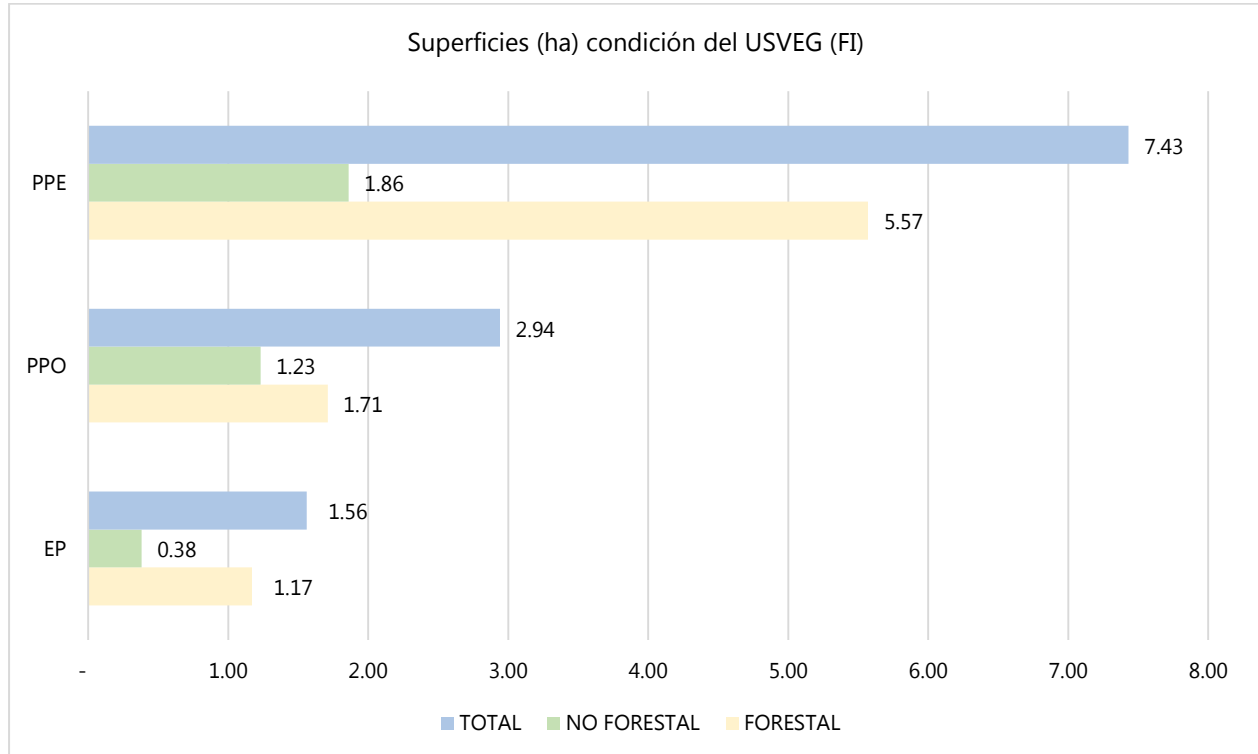
El resultado de los análisis obtenidos de la FI que fue generada de acuerdo a la condición de cobertura, se determinaron dos tipos definidos por el USVEG de las áreas afectar dentro de la PPO donde se insertaran los distintos elementos del proyecto (EP), mismas que se agruparon de la siguiente manera:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o predominantemente primaria y secundaria, en este caso, todos los tipos de vegetación con ocupación de la siguiente cobertura: Vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña (VS/BMM).
- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas en donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura "forestal". Así mismo, se considera como "no forestal" aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agrupó la siguiente cobertura: Áreas sin vegetación (ASV).



Imagen 4. Condición de cobertura, A) Vegetación "Forestal" y B) Vegetación "No Forestal".

En este sentido, la siguiente grafica muestra los resultados obtenidos en relación a la condición forestal y no forestal dentro de la PPE, PPO y EP; como se refirió anteriormente, los elementos del proyecto (EP) serán insertados dentro de la PPO (2.94 ha), en este sentido, la superficie total que se requiere para los EP es de 1.56 ha, donde se presenta una superficie de 1.17 ha considerado como no forestal. Cabe resaltar, el hecho de que dentro de la PPE existen 2 áreas que serán destinadas como reserva donde se presentan coberturas forestales que serán protegidas con fines de conservación.



Gráfica 2. Superficies en hectáreas forestales y no forestales dentro de la PPE, PPO y EP.

La siguiente imagen muestra un ortomosaico que fue generado mediante herramientas de SIG, obtenido a partir de imágenes tomadas con un Drone, con la finalidad de conocer las condiciones actuales en cuanto a la cobertura forestal y no forestal dentro de la PPO.

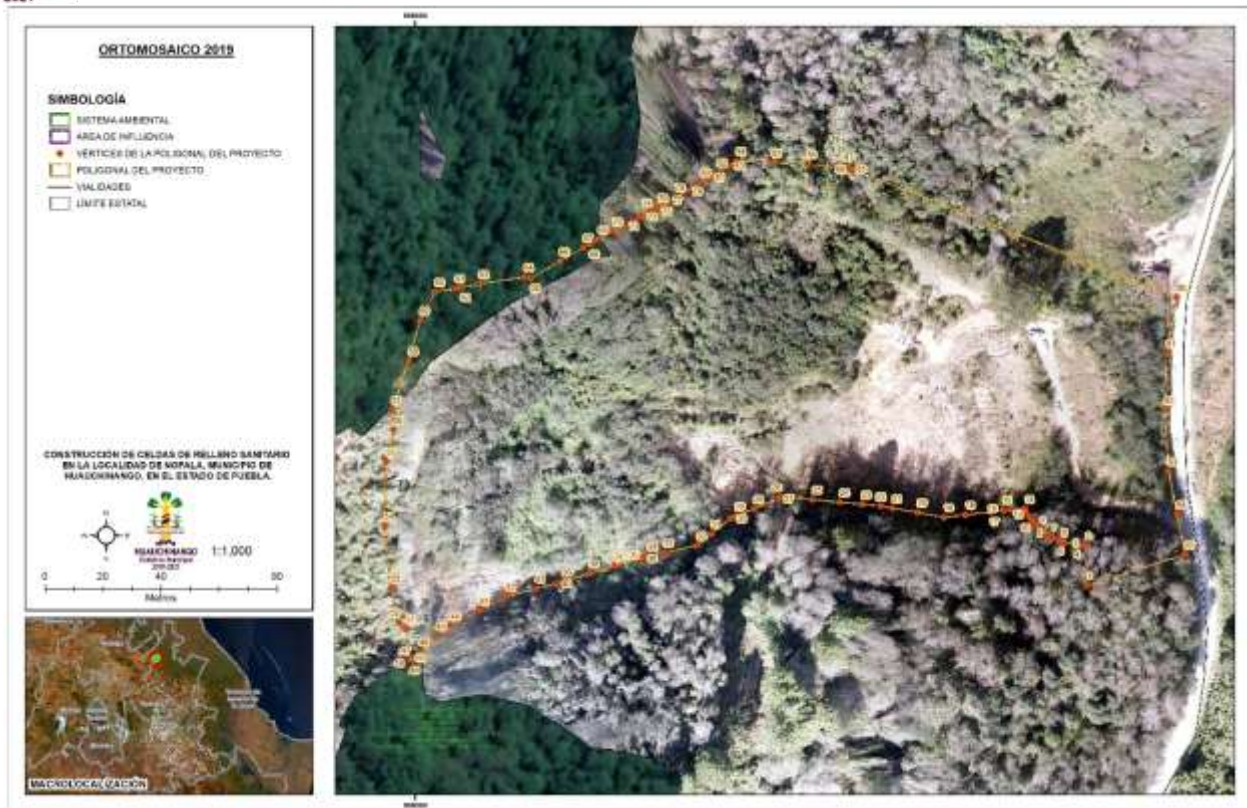


Imagen 5. Ortomosaico generado a partir de imágenes tomadas con un Drone y generación de trabajo con un sistema de información geográfica (SIG) que muestra las condiciones actuales dentro de la PPO.

Sin duda, el análisis y los datos obtenidos (INEGI, Serie VI, 2016 y la Fotointerpretación generada) ayudaron a conocer que en la zona del proyecto, las coberturas “forestales” resultan dominantes con relación a las “No forestales”, a pesar de que en la zona de estudio es clara la actividad antropogénica. Sin embargo, a pesar de que el proyecto requiere de una superficie de 1.17 ha con presencia de vegetación forestal para insertar los EP, se pretende el desarrollo de un proyecto sustentable; para ello como medida de prevención y compensación dentro de la PPE se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva, mismas que son denominadas de la siguiente manera:

- Zona de reserva A (1.19 ha)
- Zona de reserva B (3.28 ha)

Las actividades de desmonte y despalme repercuten de manera negativa en el funcionamiento general del ecosistema local, por lo que es sumamente importante llevar a cabo proyectos sustentables que promuevan la protección y conservación de la biodiversidad; en este sentido, a pesar de que dentro de la PPO se pretende la afectación de VS/BMM en 1.17 ha donde se insertaran los EP, dentro de la PPE existen áreas que presentan una vegetación con mayor grado de conservación; sin embargo, en estas áreas se presentan problemas de tala clandestina, actividad que está provocando deforestación y pérdida de hábitat, razón por la cual se pretende el cuidado de esas

áreas que serán destinadas como zona de reserva, para lograr frenar la afectación del bosque y a la vez, poder ejecutar el proyecto salvaguardando estas áreas de su afectación por actividades ilícitas.

Lo anterior, podrá lograr un proyecto mayormente amigable con el medio ambiente; por un lado, el desarrollo y ejecución del proyecto, y por el otro la protección y conservación de áreas con bosque que están siendo afectadas ilegalmente, contribuyendo al cuidado y protección de áreas con vegetación forestal dentro de la PPE.

Lo anterior, tuvo un importante soporte de campo, verificando la condición de cobertura donde se insertarán los EP dentro de la PPO, con la finalidad de reiterar si existirán áreas sujetas a cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), para ello, fue importante consultar los términos enmarcados en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento (RLGDFS), del cual se describe a continuación.

## LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS)

**Artículo Primero.** - Se expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

### TÍTULO PRIMERO

#### De las Disposiciones Generales

#### Capítulo I

#### Objeto y Aplicación de la Ley

**Artículo 1.** La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

**Artículo 7.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. *Cambio de uso del suelo en terreno forestal*: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;

XXIII. *Ecosistema Forestal*: La unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;

XLV. *Recursos asociados*. Las especies silvestres animales y vegetales, así como el agua, que coexisten en relación de interdependencia y funcionalidad con los recursos forestales;

- XLVI. *Recursos biológicos forestales*: Comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación;
- XLVII. *Recursos forestales*: La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales;
- LXIX. *Suelo Forestal*: Cuerpo natural que ocurre sobre la superficie de la corteza terrestre, compuesto de material mineral y orgánico, líquidos y gases, que presenta horizontes o capas y que es capaz de soportar vida; que han evolucionado bajo una cubierta forestal y que presentan características que les confirió la vegetación forestal que en él se ha desarrollado;
- LXX. Terreno diverso forestal: Es el que no reúne las características y atributos biológicos de las definiciones de ecosistema forestal y vegetación forestal previstas en las fracciones XXIII y LXXX del presente artículo, respectivamente;
- LXXI. *Terreno forestal*: Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas;
- LXXII. *Terreno preferentemente forestal*: Aquel que habiendo estado cubierto por vegetación forestal y que en la actualidad no está cubierto por dicha vegetación, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía, cuya pendiente es mayor al 5 por ciento en una extensión superior a 38 metros de longitud y puede incorporarse al uso forestal, siempre y cuando no se encuentre bajo un uso aparente;
- LXXIV. *Territorio forestal*: Espacio donde existen terrenos forestales y se llevan a cabo diversas actividades económicas, sociales y culturales que interaccionan con la gestión forestal;
- LXXX. *Vegetación forestal*: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;
- LXXXI. *Vegetación secundaria nativa*: Aquella que surge de manera espontánea en selvas altas, medianas o bajas que han estado bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales; en algunas zonas se les denomina acahuales;

## REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (RLGDFS)

### TÍTULO PRIMERO

#### DE LAS DISPOSICIONES GENERALES

#### CAPÍTULO ÚNICO

**Artículo 1.** El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

**Artículo 2.** Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

I. *Acahual*, vegetación secundaria nativa que surge de manera espontánea en terrenos preferentemente forestales que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales y que:

a) En selvas altas o medianas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a veinticinco centímetros, o bien, con un área basal menor a cuatro metros cuadrados por hectárea, y

b) En selvas bajas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a diez centímetros, o bien, con un área basal menor a dos metros cuadrados por hectárea;

V. *Bosque*, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

XXXI. *Selva*, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

XL. *Vegetación forestal de zonas áridas*, aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

*Después de consultar los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto, vale la pena mencionar, que dentro de la superficie requerida para insertar los EP dentro de la PPO en áreas sujetas a CUSTF se presenta vegetación "forestal", lo anterior, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7, y sus respectivas fracciones citadas en la LGDFS y lo dispuesto en los artículos, y las fracciones citadas del RGDFS.*

*En este sentido, la superficie total de la PPO es de 2.94 ha, de las cuales para insertar los EP se requiere una superficie de 1.56 ha, misma que están conformadas de 1.17 ha con vegetación forestal y 0.38 ha no forestal, entre las que destacan áreas sin vegetación; en este sentido, únicamente serán requeridas 1.17 ha donde se llevara a cabo cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), polígonos que fueron delimitados con presencia de vegetación "Forestal" asociada a la VS/BMM.*

*Cabe aclarar, que dentro de las áreas sujetas a CUSTF No se identificaron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, dentro del SA y PPE fueron observadas 3 especies enlistadas en la Norma, pero no existirá afectación a dichas especies ya que están fuera de las superficies donde se insertaran los EP, entre las que se encuentran: *Alsophila firma* (Baker) D.S.*



*Conant., helecho arborescente (Pr), Sphaeropteris horrida (Liebm.) R.M. Tryon., helecho arborescente, pesma (Pr) y Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch., pique rojo (Pr).*

*c) Superficie (m<sup>2</sup>) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.*

Se considera que la superficie ocupada para obras permanentes, es aquella donde se realizarán actividades administrativas y operativas del proyecto durante el tiempo que dure su vida útil, la cual es de 20 años. Esto incluye el área de disposición final (celda A), el área del sistema de floculación iónica (tratamiento de lixiviados), de oficinas, bodegas, planta de separación, camino de acceso, etc., con lo que se suma un área de 15, 550 m<sup>2</sup> (1.55 ha) que representa el 20.92 % de la superficie total del predio; y a su vez representa el 52.74 % de la superficie del proyecto.

Tabla 5. Superficie ocupada para obras permanentes

Obras	Superficie de ocupación permanente		% Ocupado respecto al predio	% Ocupado respecto al polígono del proyecto
	m <sup>2</sup>	hectáreas		
Celda A	10521.153	1.052	14.153 %	35.68 %
Nave de separación de residuos	2405.029	0.241	3.242 %	8.17 %
Oficinas y comedor/caseta de vigilancia	277.447	0.028	0.376 %	0.95 %
Camino de acceso	2204.833	0.22	2.959 %	7.46 %
Sistema de floculación iónica	112.673	0.011	0.147 %	0.37 %
Bodegas de acopio	34.262	0.003	0.04 %	0.10 %
Total		1.555	20.92 %	52.74 %

## II.1 6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

Dada la aplicación dirigida que tiene la MIA-P fue importante obtener como primera base, información cartográfica que fue útil para conocer el uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG) que se distribuye dentro del Sistema Ambiental (SA)<sup>1</sup> y Área de Influencia (AI)<sup>2</sup>, esto con el fin de tener una base de referencia como parte de la integración de una gama de información que permitió tener una base sólida como unidad de referencia, para ello, fue necesario la verificación

<sup>1</sup> Límites concretos y con base a criterios relevantes, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

<sup>2</sup> Búfer entendido como una zona de proximidad al proyecto y funcionando como un área de amortiguamiento en la cual se alojaría la totalidad de los impactos probables



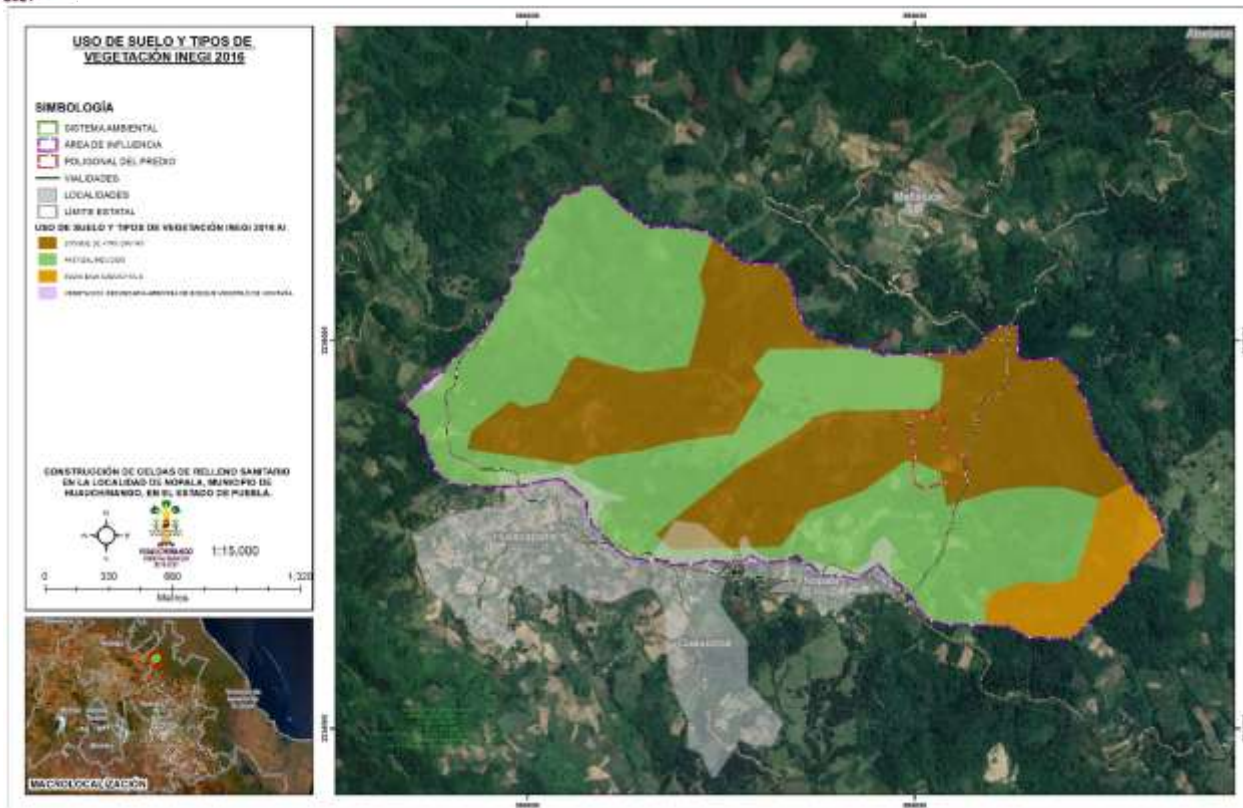


Imagen 7. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del AI, INEGI (Serie VI, 2016), escala 1: 15,000. Consultar anexo cartográfico.

Los mapas mostrados en la parte superior, ilustran en forma esquemática la distribución de los principales USVEG a nivel de SA, AI y PPE como unidad de referencia. La aparente complejidad de esta representación cartográfica de ninguna manera puede interpretarse como medida de su precisión, pues la ubicación de los límites entre las comunidades vegetales se desconoce aún en muchas partes del país que no se han estudiado en forma fragmentaria. En estos casos es factible que algunas zonas asignadas a un USVEG, de hecho correspondan a otro. La escala de los mapas, por otra parte, impide que se represente un gran número de áreas que no cuentan con vegetación y viceversa o en su caso presentan otras coberturas.

Las superficies obtenidas de USVEG reportadas por INEGI dentro del sistema ambiental (SA) y área de influencia (AI), se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6. USVEG dentro del SA y AI (INEGI, Serie VI, 2016).

Clave	USVEG	Sistema Ambiental (ha) y (%)	Área de Influencia (ha) y (%)
AH	Urbano construido	1149.71 (14.98)	0
BMM	Bosque mesófilo de montaña	411.33 (5.36)	0
BP	Bosque de pino	357.89 (4.66)	0
BPQ	Bosque de pino-encino	915.07 (11.92)	191.81 (39.63)
H2O	Agua	188.88 (2.46)	0

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Clave	USVEG	Sistema Ambiental (ha) y (%)	Área de Influencia (ha) y (%)
PC	Pastizal cultivado	953.73 (12.43)	0
PI	Pastizal inducido	1033.72 (13.47)	261.88 (54.10)
SBC	Selva baja caducifolia	240.14 (3.13)	29.87 (6.17)
TA	Agricultura de temporal anual	1077.35 (14.04)	0
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	1.61 (0.02)	0
TP	Agricultura de temporal permanente	2.00 (0.03)	0
VSa/BMM	Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	509.15 (6.63)	0
VSA/BMM	Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	638.95 (8.32)	0.51 (0.11)
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	195.77 (2.55)	0
<b>Total</b>		<b>7675.28 (100)</b>	<b>484.07 (100)</b>

La tabla anterior muestra los diferentes USVEG reportados por INEGI; dentro del SA se reportan algunos USVEG que dentro del AI no se presentan, mismos que son representados con valores de "0". Cabe resaltar, el hecho, de que una de las mayores superficies que se presentan dentro del (SA) es lo urbano construido (AH), mismo que dentro del AI no se reporta, entre otras coberturas.

Por lo anterior, de manera frecuente, gran parte de la información de USVEG es generalizada dentro del territorio mexicano; en este caso, no se puede asignar una cobertura de lo reportado por INEGI, cuando la existente es otra. Por ello, la situación y extensión se conoció con exactitud y como se ha referido anteriormente debido a la metodología empleada en este proyecto para evaluar el USVEG, utilizando procedimientos de fotointerpretación (FI) a partir de una imagen satelital de Google Earth, fotografías aéreas y terrestres, asignando algunas coberturas actuales con mayor detalle para facilitar el manejo de la información. El siguiente mapa muestra la FI generada dentro de la (PPE), con la finalidad de lograr determinar el uso actual del suelo y de una forma mucho más real a lo existente y observado durante la salida de campo al sitio de estudio y colindancias inmediatas.



Imagen 8. USVEG dentro de la PPE (Fotointerpretación), escala 1: 1,673. Consultar anexo cartográfico.

Mediante un comparativo entre las áreas ocupadas para el Sistema Ambiental (SA), Área de influencia (AI), la poligonal del predio (PPE), la poligonal del proyecto (PPO) y los elementos del proyecto (EP), se muestra la siguiente tabla basada en la información obtenida de INEGI para el SA y AI y la obtenida de la fotointerpretación generada para la PPE, PPO y EP.

Tabla 7. Usos de suelo y tipos de vegetación obtenidos por superficie para el SA, AI (INEGI, Serie VI, 2016), y PPE, PPO, EP (Fotointerpretación).

USVEG	INEGI (Seri VI, 2016)		FOTOINTERPRETACIÓN (2019)		
	SA (ha) / (%)	AI (ha) / (%)	PPE (ha) / (%)	PPO (ha) / (%)	EP (ha) / (%)
AH	1149.71 (14.98)	0	0	0	0
BMM	411.33 (5.36)	0	0	0	0
BP	357.89 (4.66)	0	0	0	0
BPQ	915.07 (11.92)	191.81 (39.63)	0	0	0
H2O	188.88 (2.46)	0	0	0	0
PC	953.73 (12.43)	0	0	0	0
PI	1033.72 (13.47)	261.88 (54.10)	0	0	0
SBC	240.14 (3.13)	29.87 (6.17)	0	0	0
TA	1077.35 (14.04)	0	0	0	0
TAP	1.61 (0.02)	0	0	0	0

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

USVEG	INEGI (Seri VI, 2016)		FOTOINTERPRETACIÓN (2019)		
	SA (ha) / (%)	AI (ha) / (%)	PPE (ha) / (%)	PPO (ha) / (%)	EP (ha) / (%)
TP	2.00 (0.03)	0	0	0	0
VSa/BMM	509.15 (6.63)	0	5.57 (74.97)	1.71 (58.01)	1.17 (75.37)
VSA/BMM	638.95 (8.32)	0.51 (0.11)			
VSa/BPQ	195.77 (2.55)	0	0	0	0
ASV	0	0	1.86 (25.03)	1.23 (41.99)	0.38 (24.63)
<b>Total</b>	<b>7675.28 (100)</b>	<b>484.07 (100)</b>	<b>7.43 (100)</b>	<b>2.94 (100)</b>	<b>1.56 (100)</b>

*(ha) = Hectáreas referidas; (%) = Porcentaje de ocupación.*

La tabla anterior muestra claramente que, del total de coberturas reportadas tanto en el SA como en el AI (INEGI, FI), las únicas coberturas existentes dentro de la PPE, PPO y EP corresponden a la vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña (VS/BMM), mismos que se encuentran representados en la tabla dentro de las categorías de VSa/BMM y VSA/BMM debido a que la cobertura fotointerpretada fue generalizada, ya que en campo es difícil poder delimitar entre la vegetación arbustiva y arbórea, debido a que la vegetación observada suele mezclarse de manera frecuente, lo que dificulta su delimitación, por ello, se consideró pertinente agruparla para fines prácticos de la MIA en una sola cobertura (VS/BMM). Cabe aclarar, tal y como se ha referido anteriormente, únicamente se requieren 1.17 ha con presencia de (VS/BMM) donde serán insertados los EP, superficies ubicadas dentro de la PPO. El siguiente mapa muestra la distribución y ubicación espacial de la superficie requerida.



Imagen 9. Distribución y ubicación espacial de las áreas requeridas para insertar los EP dentro de la PPO (Fotointerpretación), escala 1: 1,500. Consultar anexo cartográfico.

Las siguientes imágenes muestran de manera general, el uso de suelo y tipos de vegetación que se observan en el SA, AI, PPE y PPO. En cada pie de imagen se presenta una breve descripción.



Imagen 10. Dentro del SA y AI se observan áreas con buen estado de conservación del BMM.



Imagen 11. Dentro de la PPE y PPO únicamente se observa VS/BMM en donde la propia vegetación se ha regenerado debido a distintas causas de origen antropogénico.





Imagen 12. Dentro del PPE se observó tala ilegal, actividad ilícita que ha provocado la deforestación y pérdida de hábitat, por lo que el proyecto contempla zonas de reserva en esas áreas con fines de protección y conservación del bosque.



Imagen 13. Dentro de la PPO se observan áreas sin vegetación, producto de actividades de origen antropogénico; cabe aclarar, que en algunas áreas se llevó a cabo una reforestación; sin embargo, la mayor parte de los árboles sembrados están muertos debido a la falta de mantenimiento.



Imagen 14. En las colindancias de la PPE se observan extensas áreas con pastizales inducidos donde se pastorea ganado libremente; así mismo, se observan áreas dedicadas a la labor agrícola y asentamientos humanos.

Finalmente se puede decir que los fragmentos del BMM observados en el SA y AI, representan un valioso capital natural para la provisión de múltiples servicios ambientales para las poblaciones locales. Lamentablemente a nivel de SA, AI, PPE y PPO, su integridad se enfrenta a muy severas amenazas, por un lado el incremento de áreas deforestadas mediante la tala ilegal, aumento de asentamientos humanos y por el otro, las zonas destinadas a la agricultura y pastizales; sin embargo, estos ecosistemas juegan un papel importante para el presente y el futuro de las poblaciones que habitan en sus cercanías, las cuales obtienen de ellos de manera directa alimentos, forrajes, madera para leña y construcciones rústicas, agua, hojarasca, medicinas y plantas para ornamento, que de manera conjunta, proveen de servicios ambientales. Por ello, vale la pena hacer mención que este proyecto no podrá en riesgo el bosque más de los impactos ambientales que actualmente se presentan.

### *Cuerpos de agua en el sitio del proyecto y colindancias*

Directamente en la PPE y PPE no se encuentran cuerpos de agua temporales ni intermitentes que podrían resultar afectados por las distintas obras pretendidas; vale la pena mencionar que dentro del SA, se encuentra la presa de Necaxa; sin embargo, la distancia a ese cuerpo de agua es de 2.9 km en línea recta, por lo que se reitera que no existirá afectación a cuerpos de agua.





Imagen 16. Caminos de acceso a la PPE y PPO.

## II.1 7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

### Vías de acceso

El proyecto cuenta con vías terrestres de acceso, para llegar al predio se utiliza la carretera federal 130 México-Tuxpan, (tramo Tulancingo – Huauchinango) en dirección a Tulancingo hasta el entronque de la carretera Michiuca-Naupan.

### Agua potable

El agua potable requerida en las diferentes etapas de preparación de sitio y construcción del proyecto, será dotada a los trabajadores a través de garrafones comerciales de 20 litros; y la que se requiera para llevar a cabo los trabajos de construcción y operación será suministrada por pipas a través de una empresa autorizada para esta actividad y se almacenará en tinacos plásticos comerciales de 1000 m<sup>3</sup>.

### Energía Eléctrica.

El suministro de energía que se requiere para el proyecto, será mediante una planta de energía y dotada a través de la red o línea eléctrica.

### Drenaje

En el predio del proyecto no se cuenta con drenaje, sin embargo, no será necesario ya que no se generaran descargas de aguas residuales, debido a que se instalaran sanitarios móviles (contrato de una empresa autorizada para su manejo) y para el manejo de lixiviados, se construirán obras que permitirán que estos sean dirigidos a la laguna de lixiviados, donde se les dará tratamiento.

## II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### II.2.1 Descripción de la obra o actividad y sus características

El predio donde se pretende instalar el relleno sanitario cuenta con una superficie de 7.433 ha, de las cuales únicamente se utilizará un polígono de 2.948 ha para el proyecto. Dentro del polígono del proyecto se instalarán el área de disposición final (celdas) y obras complementarias requeridas para la correcta operación del relleno sanitario.

Las obras complementarias a instalar son: la nave de separación, área de oficinas, caseta de vigilancia, bodega de acopio, sistema de floculación (tratamiento de lixiviados), caminos interiores y báscula. Así también debe contar con una barda perimetral y franja de amortiguamiento.

Considerando un ingreso bruto de residuos de 80 toneladas diarias en el año 2019 y contemplando una recuperación de materiales en la planta de separación del 5%, se obtiene que el ingreso neto usado como base de cálculo para el diseño del relleno sanitario sea de 66.5 ton/día.

Con lo anterior se tiene un volumen de 55.42 m<sup>3</sup> de residuos sólidos (considerando una alta compactación, por arriba de los 1000 kg/m<sup>3</sup> de peso volumétrico). Considerando que las pacas compactadas contengan un volumen de 1.79 m<sup>3</sup>, se calculan 30.96 pacas diarias. La pacas tendrán un alto de 1.15 m, ancho de 1.20 m y 1.30 m de largo; y serán apiladas a razón de 4 pacas dando una altura de 4.6 m.

Las celdas diarias ocuparán una superficie de 12.05 m<sup>2</sup> y estarán formadas por cuatro capas de pacas de 7.72 pacas cada una, resultando en que cada celda diaria estará formada por 30.89 pacas.

Para el requerimiento volumétrico a una proyección de 15 años (del 2019 al 2034), se calcula una demanda de espacio para el primer año de 18,106 m<sup>3</sup> y para el último año de 398, 683 m<sup>3</sup>; en este cálculo se considera un incremento en la generación de residuos del 1% anual y el 5% de recuperación de reciclables. Es importante señalar que dado el diseño de celda diaria, se tendrá una demanda de material de cubierta de 8.7 % del volumen diaria que ingrese.

El crecimiento del relleno se diseña para que sea en forma piramidal truncada, soportado por taludes de 5 m y bermas de 5m de ancho; este diseño se conforma, de acuerdo a la capacidad de carga del suelo, la topografía y las necesidades volumétricas para el confinamiento de los residuos sólidos.

Como se menciona, la vida útil del relleno está proyectada a 15 años y de acuerdo a esto y al volumen de residuos esperado se calcula una capacidad nominal de 403,972.18 m<sup>3</sup>, y al restar el volumen de la cubierta final se tiene una capacidad real de 395,943 m<sup>3</sup> al año 20 de su vida útil.

## II.2.2 Programa general de trabajo

El tiempo de vida útil y por lo tanto la operación del relleno sanitario se proyecta por un periodo de 15 años; en este periodo la Preparación del sitio y Construcción del relleno sanitario ocupará el primer año, y la Operación iniciará a finales de ese primer año y continuarán durante los 15 años de vida útil, repitiendo las actividades diarias de recepción, separación, compactación y acomodo de residuos sólidos.

A continuación se presenta el programa de trabajo para la etapa de Preparación del sitio y Construcción.

Tabla 8. Programa general de actividades para la preparación del sitio y construcción

CONCEPTO	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>												
Instalación de obras provisionales												
Desmante												
Despalme												
Nivelación												
Corte de taludes												
Preparación del suelo de soporte												
Impermeabilización (geomalla y geomembrana)												
<b>CONSTRUCCIÓN</b>												
Instalación de drenaje de lixiviados												
Instalación de cunetas para agua pluvial												
Construcción de caseta de vigilancia y área de pesado												
Construcción de áreas administrativas y de servicios												
Instalación de cerca perimetral												
Sistema de captación de lixiviados												
Sistema de floculación (lixiviados)												
Instalación de pozos para biogas												
Instalación de pozos de monitoreo de lixiviados												

La tabla siguiente muestra el programa general de actividades para la operación y abandono del sitio.

Tabla 9. Programa general de actividades para la operación y abandono del sitio

CONCEPTO	AÑO																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	20							
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>																			
Recepción de residuos																			
Separación de residuos																			
Compactación de residuos																			
Transporte y acomodo de pacas al área de disposición final																			
Colocación de cubierta diaria																			
Operación de sistema de captación de lixiviados																			
Operación de pozos de biogás																			
Almacenamiento de reciclables																			
Monitoreo ambiental																			
<b>ABANDONO DEL SITIO</b>																			
Colocación de cobertura final																			
Desmantelamiento de obras																			
Conservación de ZR																			
Monitoreo ambiental																			

## II.2.3 Etapas del proyecto

### II.2.3.1 Preparación del sitio

**Estudios previos.** Con base en el inciso 4 "Procedimientos" para la selección de un sitio para la disposición de residuos sólidos municipales de la NOM-083-SEMARNAT-2003, se realizaron los estudios previos pertinentes en el sitio propuesto. Se realizó el estudio geológico, geofísico, hidrológico, geotécnico, topográfico, geotectónico, de control de biogás, de estabilidad de taludes, etc. (Consultar estudios completos en anexos).

**Desmante:** Retiro de árboles y arbustos hasta el ras del suelo, dentro del área destinada a la disposición final. En caso de tener excedentes de esta actividad se propone un sitio de disposición temporal.

**Despalme:** Extracción de la capa superficial del suelo consistente en material orgánico, que puede ser almacenado para su posterior uso como material de cubierta.

Nivelación y compactación: La nivelación y compactación se realizará hasta un 95% al porcentaje proctor estándar, indicado en los estudios correspondientes.

Corte de taludes: Será necesario realizar cortes, trazos y nivelación del terreno para conformar el diseño de la obra, en esta etapa y en las posteriores se usará equipo y maquinaria pesada, como son tractores tipo oruga y retroexcavadoras entre otros; estas actividades se desarrollaran durante periodos de sequía para evitar percances y retrasos por la lluvia.

De acuerdo con los estudios geotécnicos los taludes de las excavaciones propuestas (pendiente con relación 2:1), pueden ser desarrollados, ya que estos taludes pueden ser verticales hasta 8.0 m de profundidad, sin riesgo de derrumbes; y en caso que se requieran profundidades mayores se recomienda talud 1:1.25 horizontal–vertical.

Preparación del suelo de soporte: Una buena base de soporte permitirá construir las obras de infraestructura necesarias sin el menor temor de hundimientos o cualquier otro percance. La superficie de la base de las plataforma se espera tenga una pendiente negativa de 2 o 3% con respecto a los taludes del fondo y laterales, con el objetivo de garantizar el escurrimiento rápido de los líquidos y su almacenamiento a la zanja de drenaje; y estará conformada por una capa de material arcilloso de 30 cm de espesor.

Impermeabilización del área de disposición final: Se recomienda usar una geomembrana de polietileno de alta densidad (PAD), de calibre 60 MIL (1.5 mm). Debido a que la geomembrana puede estar expuesta al contacto con materiales que presentan protuberancias, tales como piedras, grava o arena, tanto en la parte superior como en la inferior, será indispensable protegerla. Para esto se utilizará un geotextil con un mínimo de gramaje de 276 gr/m<sup>2</sup>.

La instalación de la geomembrana se realizará por personal calificado y el equipo necesario para asegurar su instalación correcta. Se procederá a quitar las piedras y materiales puntiagudos, tales como ramas y piedras filosas, el terreno se compactará al 95% para evitar que estos materiales dañen el laminado.

Todos los trabajos electromecánicos se desarrollarán en presencia del aplicador de laminado, el cual dará las indicaciones precisas para la instalación de la geomembrana de polietileno de alta densidad (PAD). El sistema de unión entre placas considerará una soldadura de patín caliente con canal de prueba de aire, la cual se someterá a una presión el 30 Psi (libra-fuerza por pulgada cuadrada) durante 5 minutos, requiriéndose probar el 100% de las soldaduras. La siguiente figura ilustra el proceso de instalación de la geomembrana, en el momento de unión de las placas.





Imagen 17. Instalación de geomembrana

Tabla 10. Características de la geomembrana

Parámetro	Valor
Calibre geomembrana	60 MIL
Espesor geomembrana	0.0050 ft
Relación pendiente talud (n:1)	2
Peso específico geomembrana	59 lb/ft <sup>3</sup>
Angulo de talud	26.57°
Protección de la geomembrana en la base	18.04 ft
Altura de la geomembrana expuesta	16.08 ft
Peso geomembrana	10.60 lb/ft
Velocidad del viento	8.40 miles/h
Peso volumétrico suelo	106.19 lb/ft <sup>3</sup>
Cubierta encima geomembrana	1.97 ft
Ancho de zanja de anclaje	1.31 ft
Protección de la geomembrana	1.97
Angulo de fricción de interfase	15
Temperatura máx.	29.60
Temperatura min	19.30

### *II.2.3.2 Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto*

Durante la etapa de preparación del sitio, será necesario instalar un almacén temporal de materiales y equipo, una caseta de vigilancia en la entrada del predio, así como sanitarios portátiles para los trabajadores. Todo esto será desmantelado una vez que sean finalizadas las áreas de oficinas, bodegas y talleres.

### *II.2.3.3 Construcción*

#### Captación de lixiviados

Para la captación y conducción de lixiviados, se calcularon las dimensiones básicas del sistema de captación y conducción, en donde se consideraron dos criterios: el flujo de agua pluvial y el flujo de lixiviado.

Basado en lo anterior, los drenes serán construidos con tubería perforada de polietileno de alta densidad SDR-11 para el dren colector será de 6" y para el dren alimentador de 4", serán empacadas con piedra bola de río de 4 a 6", lavada y de material no calizo, en un ancho de 1.5 m para dren colector y 1.2 m para los sub-drenes o drenes alimentadores

Los drenes alimentadores serán colocados siguiendo la pendiente de Oeste a Este, en donde el dren colector se ubicará en el extremo Este y se conectarán los sub-drenes manteniendo una separación preferentemente de 35.34 m acoplándose a las dimensiones del terreno.

#### Laguna de lixiviados

Se determinó las dimensiones de la laguna que captará el volumen de lixiviados que se generen en el sistema de disposición final de residuos sólidos, con la finalidad de aprovechar la evaporación de una parte de los líquidos y para el control del volumen para posterior. Así mismo, este elemento de control de volumen de lixiviados, contempla la contención de lixiviados para amortiguar el efecto de una tormenta sobre la celda en operación, considerando una tormenta con periodo de retorno de 25 años y una duración de 24 horas.

Para la evaluación del Balance Hídrico del Relleno Sanitario, se utilizó el Modelo HELP (Hydrological Evaluation of Landfill Performance), que permite modelar el comportamiento de un relleno sanitario a partir de la información de diseño del mismo y de información climática de la zona donde está ubicado. Este Modelo se basa en el "Método del Balance de Agua", cuya técnica fue propuesta por C.W. Thornthwaite en 1944.

De los resultados obtenidos por el Modelo HELP, se tomaron los datos para los 12 meses del año, en mm/mes, cuyo valor total es de 351.63 mm/año (25,307 m<sup>3</sup>/año), este valor se multiplica por el área total del relleno sanitario, determinándose el gasto en m<sup>3</sup>/mes. El volumen generado a lo largo del año será manejado por el sistema de tratamiento a través de la recirculación que para fines de cálculo se consideró de un 85%, manejando un volumen equivalente a la capacidad de evaporación. De acuerdo en los resultados del balance de almacenamiento y evaporación final, se determinó que el volumen almacenado a lo largo del año, tiene un valor neto de cero, queriendo decir que el volumen de lixiviados se evapora en un volumen equivalente al potencial de evaporación de la zona, siendo el periodo de mayor evaporación en los meses de marzo al mes de agosto.

Adicional al manejo de los lixiviados generados, el diseño de la laguna debe considerar los eventos de alta precipitación que se puedan presentar en el año, por ello en las celdas activas se puede tener un evento que genere un volumen importante de lixiviados, que demandará un control para su contención y posterior recirculación y/o evaporación. Para el diseño de un volumen generado a partir

de una tormenta sobre el área de operación, se consideró un periodo de retorno de 25 años. Basado en este criterio, se tomó la superficie promedio de 40,191 m<sup>2</sup>, como área desfavorable (una cuarta parte del área total), con una intensidad de altura máxima en 24 horas con un periodo de retorno de 25 años, determinándose el volumen a captar en tal evento, se dimensionó una laguna de tipo trapezoidal con una capacidad real de 2038 m<sup>3</sup>, teniendo un factor de seguridad de 1.35, por lo cual se acepta para el control de lixiviados. Como medida de seguridad y para el anclaje de la geomembrana de polietileno de alta densidad, se consideró un bordo adicional de 1 m como mínimo.

### Control del agua pluvial

Se construirán una serie de obras de desvío y pendientes que disminuirán la velocidad del agua que escurra sobre ellas, y así evitar que el agua de lluvia incremente la cantidad de lixiviados, se encharque en zonas bajas y dificulte la operación del relleno o provoque la erosión de las capas de cubierta intermedia, taludes, caminos y en general todas las áreas expuestas del proyecto.

Las obras de desvío de aguas pluviales externas a la zona de operación del relleno dada la topografía del terreno, así como las características permeables del suelo, consistirán en canales y cunetas de intercepción y canalización de los escurrimientos posibles en los puntos más alejados de la zona de disposición de residuos y orientados hacia el perímetro del sitio. Para esto, se propusieron secciones rectangulares, todos los canales serán de concreto armado.

El canal se colocará en el perímetro oeste del área de disposición final, con una sección de 30 x 30 cm.

### Conformación de celdas

Una vez separada la parte reciclable de los residuos, la fracción de rechazo será transportada por una banda que alimentará a una prensa hidráulica de alta compactación formando las pacas.

Serán dirigidas a un túnel telescopio donde serán atadas automáticamente con 8 flejes de poliéster con remate térmico, de esta manera las pacas mantendrán su forma y la presión ejercida a los residuos evitando que estas se puedan expandir con el paso del tiempo. Los lixiviados que se generen por este prensado, se captarán y conducirán a un sistema de drenaje interno el cual se ubicará lo largo y por debajo del sistema de bandas de selección y de la compactadora.

Una vez que los residuos han sido descargados en pacas en el frente de trabajo, el operador de la maquinaria mayor acomoda las pacas, hasta alcanzar la altura de diseño de la celda diaria (5 m).

Una vez que hayan sido alcanzados los niveles de la capa, el material de cubierta será trasladado hacia el lugar que le indique el sobrestante de relleno, para cubrir la celda diaria con una capa de material producto de las excavaciones cumpliendo con un espesor de aproximadamente 40 cm, utilizando para ello un tractor, posteriormente el material debe ser compactado.

Una serie de celdas adyacentes en forma lateral o transversal y con una misma altura, formarán las plataformas. Una serie de plataformas forman una celda y finalmente varias celdas conforman una macrocelda que conformarán el proyecto.

En la celda diaria se realizarán las siguientes actividades:

- Acomodo de las pacas sobre el área que conformará el correspondiente frente de trabajo del día.
- La altura de celda se considera de 4.6 – 5 m
- Extendido y compactación del material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de 20 cm y un máximo de 40 cm.

El número de celdas diarias que se podrán unir para formar una celda de confinamiento es variable. El sentido de su construcción ira de extremo a extremo y de la parte más baja a la parte más alta de la superficie en operación.

Algunas consideraciones:

- El agua requerida para la compactación del material de cubierta será obtenida a través de pipas.
- En época de lluvia el material de cobertura que ya haya sido colocado en el frente de vertido para su uso durante el día será protegido con lonas, para al final de la jornada retirarlas y permitir al operador del tractor comenzar con los trabajos de cobertura. Esta actividad depende de las condiciones meteorológicas prevalecientes a dicha hora y la decisión sobre la cobertura o su aplazamiento está sujeta al juicio del jefe de servicio.
- Si algún día la lluvia no permite cubrir con material de cobertura diaria las pacas, estas se cubrirán con lonas en la corona del talud para evitar la infiltración de agua a la masa, procediendo a su cobertura definitiva tan pronto como las condiciones climatológicas lo permitan, aún en jornada nocturna.

Se tiene considerado instalar un área de emergencia para recibir los residuos sólidos cuando por alguna eventualidad, desastre natural o emergencia no permitan que la habitual celda de confinamiento opere de manera normal. La celda o sitio de emergencia se pretende ubicar a un costado del frente de trabajo. Para garantizar la seguridad ambiental y sanitaria de esta celda de seguridad se instalara de igual manera a la celda de confinamiento.

### Control de emisión del biogás

A medida que la construcción del relleno sanitario vaya avanzando se colocarán los tubos de polietileno de alta densidad (HDPE) de 8" de diámetro para permitir la salida del gas.

La instalación de los pozos de venteo se desplantarán mediante una perforación de 1.20 m de diámetro en la masa existente de residuos, se colocará una losa de cimentación de  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$

con un espesor de 0.10 m que será armado con malla electrosoldada 6,6–10, 10 (para garantizar una superficie tersa de acabado, baja absorción, resistencia a la humedad y peso a que se someterá, resistencia a los esfuerzos del varillado para compactación, durabilidad para varios usos y resistencia a las grasas o aceites) posteriormente se colocará un cilindro a base de geomalla como soporte de la torre de crecimiento.

En la base de la excavación, después de la losa de concreto se rellenará con un medio filtrante de grava limpia (grava triturada de 1"1/2 1"3/4 1/2" 3/4" y 1"1/8). Cuando esté llena con el filtro hasta una altura de 0.3 mm se colocará en el interior un tubo de HDPE de 8" colocado sobre arena para permitir el paso del gas a través del tubo, se realizarán barrenos de 0.01 m de diámetro a cada 90 ° del tubo, separados entre sí a cada 15 cm.

Esta tubería estará confinada con un filtro de grava (no caliza) de 1 1/2" a 3" de diámetro siendo esta la estructura de conducción con una capacidad permeable mayor de  $1 \times 10^{-7}$  cm/s. Este material será el medio libre para permitir que ascienda el biogás, hasta el exterior del confinamiento de un medio de menor densidad o mayor permeabilidad.

Para complementar la seguridad de mantenimiento del pozo, se colocará una sección de tubería sin ranura de PVC de 4" de diámetro, para posteriormente instalar una reducción de la tubería a un diámetro de 2" el cual quedara confinado por lo menos 0.50 m.

De acuerdo a los cálculos realizados, los 11 pozos se colocarán a una distancia aproximada de 44.98 m entre cada uno. Los dispositivos de venteo generarán un efecto de arrastre y succión que hará efectiva la actuación del radio de influencia de cada pozo, tanto en sentido horizontal como vertical, brindando la certeza de su efectividad.

De acuerdo a las estimaciones de generación a través del Modelo Mexicano de Biogás, la producción máxima se presentará un año después de su clausura (2032) y la producción pico aproximada será de 251 m<sup>3</sup>/h, lo cual generará 2,198,760 m<sup>3</sup>/año de acuerdo a las estimaciones resultantes.

#### *II.2.3.4 Operación y mantenimiento*

##### *a) Operación*

Registro y control de acceso: La caseta de control supervisa y controla los vehículos que ingresan a la planta, así como el contenido de los Residuos para que no exista material peligroso.

Báscula: Se pesan los residuos para llevar un control de toneladas diarias entrantes a la planta de compactación.

Separación de voluminosos: Se separan los desechos voluminosos (llantas, muebles y otros difíciles de compactar).

Descarga de RSU: Conocida como zona de tiro o de descarga, esta tendrá un área pequeña para minimizar la atracción de aves y fauna indeseable, considerando un adecuado control sobre los materiales volátiles, así como la producción polvo y olores.

Separación de voluminosos: Cuando se termina con el pesado del camión y se registra los datos, el camión deposita los residuos sólidos urbanos en el área de tiro, proceso en el cual se seleccionarán los residuos que debido a sus características tales como tamaño, composición química, etc, no pueden llevarse a la cinta transportadora, o puedan compactarse para su posterior traslado a la celda de confinamiento. Tal es el caso como las llantas, muebles, colchones, etc).

Los residuos voluminosos separados, son destruidos manualmente para su disposición que dependiendo sus características podrían ser incorporados al proceso de compactación, o ser dispuestos a empresas capacitadas para su disposición final, como es el caso de las llantas, las cuales son ocupadas como fuente calorífica en hornos cementeros.

Tromel o Criba: Una vez retirados los materiales voluminosos, los residuos sólidos urbanos restantes son llevados por el mini payloader a la cinta de alimentación transportadora que dirigirá los residuos hacia el tromel.

El tromel consta de un tambor giratorio que gira sobre un bastidor fijo y que tiene una ligera pendiente decreciente entre sus extremos de entrada y salida, se encuentra equipado con cuchillas interiores destinadas a la rotura y abertura de las bolsas de plástico que contiene los residuos sólidos urbanos. Las dimensiones del tromel son de altura 3.70 m, el ancho será de 3.70 m y la longitud total será de 12 m.

Los residuos entrantes serán cribados, dicha criba estará dividida en tres secciones en donde cada sección contara con un diámetro de criba diferente. El diámetro correspondiente a la primera sección será de 80 mm, para la segunda sección 250 mm y para la última sección será de 150 mm. Con esta criba se prevé contener principalmente los residuos orgánicos, el resto de los residuos sólidos urbanos continuaran avanzando por el tromel, hasta llegar a una cinta transportadora en donde se llevará a cabo la selección de materiales recuperables.

Selección de la fracción reciclable: La selección de subproductos de residuos sólidos será con base a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-22-1985. Para la selección de dichos materiales se construirá una línea de bandas las cuales serán operadas por personal calificado y con experiencia en la separación de los diferentes subproductos de los RSU, el personal será en la primera fase alrededor de 40 personas, las cuales separarán el material susceptible a reciclaje.

Posteriormente los residuos seleccionados, se colocarán en contenedores de 400 L de capacidad y serán llevados al área de almacén de acopio correspondiente, donde serán compactados o preparados para su posterior comercialización, después se colocarán en el área de producto terminado donde serán finalmente vendidos a centros que se encargarán de su reciclaje.

En el caso específico de encontrar residuos peligrosos durante la separación, se ordenará apartar estos residuos en contenedores especiales, se contará con un almacén temporal para posteriormente entregarlos a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.

Cada una de las áreas de la planta, contará con señalamiento alusivo a las actividades y riesgos que representan, además se implementará una bitácora para el control de los residuos que ingresan a la planta y equipo de protección personal a los empleados.

Compactación: Después de la selección de los reciclables, el resto de los residuos sólidos seguirán pasando por la banda hasta llegar a la prensa hidráulica de alta compactación<sup>3</sup>. Posteriormente las pacas serán dirigidas a un túnel, donde serán atadas automáticamente con 8 flejes de poliéster con remate térmico, de esta manera las pacas mantendrán su forma y la presión ejercida a los residuos, evitando que estas se puedan expandir con el paso del tiempo.

Tabla 11. Características del equipo de alta compactación

Concepto	Descripción
Fuerza de la primera compactación	140 Ton.
Carrera del cilindro de primera	2.00 m
Tolva de carga vertical	Frente 1.60 m
	Fondo 1.10 m.
	Altura 1.50 m.
Cámara de compactación primera compresión	Frente 2.00 m.
	Fondo 1.12 m.
	Altura 0.71 m.
Fuerza de la segunda compactación	80 t
Carrera del cilindro de primera	1.20 m.
Cámara de compactación primera compresión	Frente 1.12 m.
	Fondo 1.12 m.
	Altura 0.71 m.
Túnel para amarre deslizable	Frente 1.12 m.
Concepto	Fondo 2.20 m.
Puerta corrediza lateral	Frente 1.12 m.
	Altura 0.71 m.
Tina de recepción de líquidos (lixiviados)	Parte inferior de la máquina

Lixiviados: Los lixiviados que se generen por el prensado, se captarán y conducirán a un sistema de drenaje interno, el cual se ubicará lo largo y por debajo del sistema de bandas de selección y de la compactadora; y consiste en canales a una altura de 15 m y 0.50 m de ancho, con pendientes del 2 % para que por efecto de la gravedad, los líquidos se conduzcan hacia afuera de la planta las cuales se comunicarán directamente a la laguna de lixiviados.

Este sistema de captación de lixiviados, consistirá en canales con una altura de 15 m por 50 m de ancho, con pendientes del 2 % para que por efecto de la gravedad, los líquidos se conduzcan hacia afuera de la planta, las cuales se comunicarán directamente a la laguna de evaporación de lixiviados. Cabe mencionar que los canales contarán con rejilla de protección, para impedir que residuos sólidos, entren al canal y obstruyan el paso de los líquidos y se generen encharcamientos o derrames de los

<sup>3</sup> Modelo HTR-240. FAESPAALGROUP ®

mismos. Así mismo en la zona de tiro de los RSU (previa a la alimentación de las tolvas) también se construirá este sistema de drenaje.

Traslado a la celda de confinamiento: Ya compactados en forma de pacas, serán acomodados en capas dentro de las celdas de confinamiento

Conformación de celda diaria: Al término de cada día de operación, las pacas compactadas serán acomodadas en el área de disposición final. Sobre las pacas, se colocará material de cubierta utilizando para ello equipo pesado, con la finalidad de eliminar huecos en la celda y reducir el riesgo de anidación de roedores, de producción de fuego y sobre todo la función de ahorrar espacio dentro del relleno.

Una serie de celdas adyacentes en forma lateral o transversal y con una misma altura, formarán las plataformas. Una serie de plataformas, forman una celda y finalmente varias celdas conforman una macrocelda que conformarán el proyecto.

Se realizará el acomodo de las pacas sobre el área que conformará el correspondiente frente de trabajo del día, la altura de celda se considera de 4.6 - 5 m. Al extender y compactar el material de cobertura, se mantendrá un espesor mínimo de 20 cm y un máximo de 40 cm.

El número de celdas diarias que se podrán unir para formar una celda de confinamiento es variable. El sentido de su construcción ira de extremo a extremo y de la parte más baja a la parte más alta de la superficie en operación.

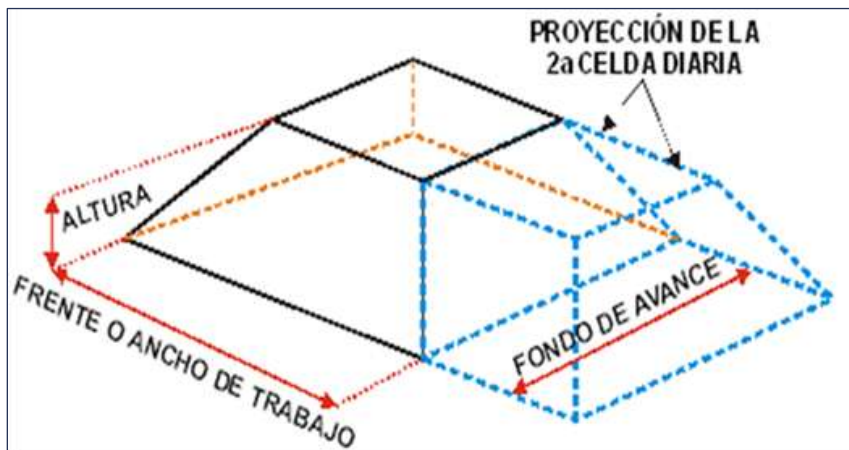


Imagen 18. Conformación de la celda diaria

Material de cubierta: De manera constante se tendrá disponibilidad de material de cubierta cerca del frente de trabajo, cuando menos para la jornada diaria, este material provendrá de la excavación para conformación de taludes. Igualmente existirá disponibilidad en el sitio del relleno sanitario del material de cubierta necesario para temporadas definidas.

Agua requerida para la compactación: Como se menciona en el inciso II.2.5.4, el agua requerida para la compactación del material de cubierta será adquirida por medio de pipas a través de una empresa particular.



Particularidades de la cobertura en temporada de lluvias: Durante toda la temporada de lluvias, se habilitará cerca del área de operación una celda de seguridad, sólo si fuera necesario se buscará un banco de material provisional que cubra la demanda diaria de material de cubierta.

Así mismo, el material de cobertura que ya haya sido colocado en el frente de vertido para su uso durante el día, será protegido con lonas, para al final de la jornada retirarlas y permitir al operador del tractor comenzar con los trabajos de cobertura. Esta actividad depende de las condiciones meteorológicas prevalecientes a dicha hora y la decisión sobre la cobertura o su aplazamiento, está sujeta al juicio del jefe de servicio.

Si algún día la lluvia no permite cubrir con material de cobertura diaria las pacas, estas se cubrirán con lonas en la corona del talud, para evitar la infiltración de agua a la masa, procediendo a su cobertura definitiva tan pronto como las condiciones climatológicas lo permitan, aún en jornada nocturna.

### *b) Mantenimiento*

Estas actividades se implementará preferentemente cuando terminen las dos temporadas importantes de lluvia y estiaje marcadas a lo largo del año, este tipo de mantenimiento será del tipo preventivo, es decir, se realizará con el fin de prevenir un mayor deterioro con el paso del tiempo, cualquier tipo de fallas o causas presentadas en el sitio de confinamiento.

Tabla 12. Programación de actividades de mantenimiento

Concepto	Acciones	Frecuencia
Grietas	Detección y reparación	Cada 6 meses
Hundimientos	Detección y reparación	Cada 6 meses
Erosión	Detección de efectos y reparación	Cada 6 meses
Pozos de biogás	Detección de daños y reparación	Cada 6 meses
Caminos internos	Detección de daños y reparación	Cada 6 meses

#### Reparación de grietas.

El mantenimiento a mediano plazo, tiene el objetivo de resolver problemas provocados por acción de las lluvias y del viento, como las depresiones, grietas y erosiones. Es importante que en caso de que dichos problemas existan, se reparen lo más pronto posible, para evitar que los residuos queden al descubierto y puedan provocar problemas ambientales.

Las grietas se originan por efecto de los cambios de temperatura o por la mala calidad del material de cobertura. El procedimiento de reparación es el siguiente:

- Se descubrirá a cada lado de la grieta 20 cm aproximadamente y a la profundidad que tenga la misma, posteriormente se humedecerá.
- Se colocará material de cubierta húmedo y se procederá a compactar con pisón de mano hasta llegar a la superficie original.

### Hundimientos.

Los hundimientos (asentamientos uniformes o fallas) del Relleno Sanitario, ocurren lentamente con el tiempo y esto es causado por: el peso del relleno (con respecto a la altura), la descomposición de los residuos sólidos (disminución del volumen) o la compactación deficiente. La reparación de hundimientos tiene como objetivo el evitar la acumulación del agua de lluvia y por consiguiente, la infiltración de ésta a las capas de residuos. Para realizar las reparaciones correspondientes, se deberá seguir el procedimiento que a continuación se presenta:

- Escarificar con pala, rastrillo o zapapico; el área afectada a la profundidad de 10 cm, en caso de que sea un área extensa se puede usar la escarificadora de la moto niveladora.
- Colocar material de cubierta en capas de 20 hasta alcanzar 40 cm como máximo y compactar cada capa con material húmedo, hasta lograr la superficie original.

### Reparación de erosiones.

La erosión provocada por la acción de la lluvia y el viento, ocasiona que en taludes y terraplenes del Relleno Sanitario, queden al descubierto los residuos sólidos. El procedimiento de reparación es el siguiente:

- Escarificar 10 cm, en la zona erosionada, ya sea con maquinaria o con herramientas manuales.
- Humedecer el área erosionada.
- Reparar con material de cubierta hasta llegar a la superficie original

### Programa de conservación de caminos.

Los caminos interiores, son imprescindibles para el buen funcionamiento del Relleno Sanitario, es por eso que se debe procurar un adecuado mantenimiento, para que estén siempre transitables. Con el fin de evitar el desgaste de los caminos internos del sitio, se realizarán las siguientes acciones:

- Riego periódico de los caminos con agua tratada sin lixiviados, preferentemente en las horas pico de operación, para disminuir la emisión de polvo y partículas.
- Rellenar los baches, para después compactar con pistón de mano.
- Las cunetas de los caminos, deberán estar siempre libres de rocas, arena o residuos para evitar su azolvamiento.
- Mantenimiento de las condiciones de rodamiento de los caminos, preferentemente en horas inhábiles, para aprovechar el equipo pesado con el que dispone.

### Limpieza de zonas aledañas

Se realizará limpieza en las áreas colindantes al sitio en una franja de ancho mínimo de 50 m, en todo el perímetro del área con residuos. Esta tarea será manualmente por medio de cuadrillas de personas dotadas con bolsas grandes de plástico, un punzón para levantar plásticos, papeles, y cualquier otro material ligero, sin necesidad de agacharse demasiado, aumentando el rendimiento de cada trabajador, se les dotará de guantes para evitar lesiones. Las bolsas llenas de residuos se colocarán a

intervalos regulares para posteriormente pasar con una camioneta tipo pick up, para levantarlas y disponerlas en el frente de trabajo en operación.

### *II.2.3.5 Plan de contingencias*

Es importante mencionar que dentro del manual de operaciones con el cual contará el Relleno Sanitario, se contempla la realización e implementación de planes de contingencia y de emergencia, para el control de riesgos que pudiesen ocurrir dentro del sitio de disposición final del predio, en el que se contemplan las siguientes actividades.

#### Programa de contingencias

La operación del sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, lleva consigo riesgos inherentes a la ejecución los trabajos de disposición, los cuales se pueden presentar durante el manejo de los residuos sólidos. Es por ello la importancia de identificarlos, con el fin de prever la ocurrencia de los mismos, así como de contar con los recursos necesarios para el control de la emergencia, y evitar daños o la salud o vida del personal involucrado, al ambiente e instalaciones.

El objetivo del plan de contingencias, es establecer las medidas de seguridad que se deberán implementar en el sitio de disposición final, cuando se presenten situaciones extraordinarias cuya atención, requiera de la ejecución de un plan que integre las medidas preventivas, la estimación de la evolución del evento y la probable intensidad de sus efectos.

Las acciones a tomar en caso de que se presente un evento de riesgo, se dividen en tres rubros, que son pre-emergencia, emergencia y post-emergencia, las cuales se detallan a continuación:

- Pre-emergencia.

Las acciones de pre-emergencia, están encaminadas a la prevención de riesgos y se realiza a través del establecimiento de acciones de inspección y vigilancia en los procesos de operación, mantenimiento e instalación de dispositivos de seguridad, así como de la capacitación del personal involucrado en el manejo de los residuos sólidos. En el caso de eventos naturales, la prevención de la emergencia se realiza a través de la identificación de las zonas vulnerables del sistema, que puede ser afectado, con la idea de prever los posibles riesgos o consecuencias y establecer mecanismos y acciones que permitan evitar o mitigar los efectos destructivos.

- Emergencia.

Una vez que la emergencia se presenta y es declarada, las acciones a tomar, están encaminadas al control de la misma, mediante sistemas y equipos que permitan su vigilancia y mitigación, así como la reducción de efectos negativos, que impacten la operación del sitio de disposición final.

- Post-emergencia.

Estas actividades, se aplican una vez que la emergencia ha sido controlada y mitigada, e incluye la evaluación de daños y rehabilitación, así como el restablecimiento de las condiciones normales de operación.

Los riesgos identificados, que se pueden presentar en un sitio de disposición final, se clasifican en tres tipos: eventos provocados por error humano, eventos naturales y riesgos de operación.

a) Eventos provocados por error humano.

Los riesgos generados por error humano, suceden cuando no se lleva a cabo la aplicación de los procedimientos operativos como son, la inspección de los residuos que ingresan, cuando el mantenimiento efectuado a la maquinaria o equipo no se realiza en forma periódica, o se incumple con el reglamento interior del sitio de disposición final. Los eventos de riesgo que se pueden presentar, son entre otros: accidentes personales provocados principalmente por fuentes de ignición como son, el fumar en el interior de las celdas, ingresar con vehículos en mal estado y operar sin medidas de protección y seguridad.

Las acciones preventivas que se deberán tomar para evitar las situaciones de riesgo son:

Establecer un programa de capacitación, que incluya la difusión de los procedimientos operativos del sitio de disposición final, el empleo de herramientas, maquinaria y equipo, mantenimiento a la maquinaria y equipo utilizado en el sitio, ropa y equipo de seguridad, así como las precauciones que deben tomarse para el manejo de los residuos no peligrosos. La capacitación deberá ser proporcionada en los diferentes niveles operativos (mandos altos, medios y bajos).

Establecer los procedimientos para la revisión física de los residuos antes de ingresar al sitio de disposición final, dicho procedimiento debe señalar los tipos de residuos que se pueden disponer y los cuales, por definición, son residuos peligrosos; asimismo deberá señalar los documentos que el generador debe presentar al responsable de la operación del sitio, para la disposición de los residuos.

Establecer un programa de supervisión diaria de las operaciones que se realizan en el sitio, llevando sus registros de control en bitácora.

Establecer un programa de mantenimiento preventivo, donde se incluya la maquinaria y equipo utilizado en la operación diaria del sitio, así como aquellos que se utilizan en forma intermitente, con el fin de mantenerlos siempre disponibles en caso de una emergencia.

Elaborar un inventario del equipo y maquinaria con el que cuenta el sitio de disposición final para la operación del mismo, como parte del mantenimiento y en caso de una emergencia, que incluya las especificaciones de éste, el estado en que se encuentra y la ubicación del mismo.

b) Eventos naturales

Para el control de las aguas pluviales, considera en su diseño obras de captación externas e internas, las cuales consisten en lo siguiente:

Manejo de aguas externas: se construirán obras de desvío, que consisten en canales abiertos y atraques (donde se conjuntan más de dos canales), y que descargarán en el punto más bajo, fuera del predio. Para el diseño del sistema hidráulico, se tomarán en cuenta periodos de retorno de precipitación de 100 años, de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003.

El sistema de captación de agua pluvial (avenidas y escurrimientos) será perimetral, con arreglos longitudinales al predio y aguas arriba del mismo.

Manejo de aguas internas. Estas se captarán en el interior del sitio mediante canales y bermas de desvío. Previo a su adecuación para la rehabilitación se construirá un cauce en la periferia del sitio de disposición final, el cual tendrá la tarea de conducir las aguas pluviales que se drenan de la zona de disposición. Estas aguas no estarán contaminadas y se conducirán al exterior del predio.

El manejo de las aguas pluviales generadas cuando los residuos ya han sido dispuestos, se divide en tres tipos:

- Aguas limpias. Este tipo de aguas no han tenido contacto con los residuos, son las que escurren sobre el material de banco limpio.
- Aguas que se encuentran potencialmente contaminadas. Son aquellas que escurren superficialmente sobre los residuos o aquellas que se han infiltrado y que al salir de la capa de los residuos, no muestran por inspección visual, aroma o color.
- Aguas que forman parte de los lixiviados o que se han mezclado con éstos.

Estas dos últimas, se manejarán con el mismo criterio de seguridad y disposición como se menciona a continuación: las aguas que se infiltran son percoladas en las capas de basura, serán captadas por un sistema de contención y conducidas a un cárcamo para su extracción, posteriormente serán transferidas a la laguna de lixiviados, para su evaporación.

#### Acciones de control en caso de una emergencia.

En caso de que se presenten lluvias torrenciales en la zona del sitio de disposición final, se contará con bombas sumergibles portátiles, para el desalojo del agua, así como medios para su conducción o transferencia a la laguna de lixiviados.

#### Acciones posteriores a la emergencia.

Una vez que ha cesado la precipitación pluvial, se realizará una evaluación física del área del sitio y se realizarán las siguientes actividades:

En el caso que el tiempo sea corto y no se colocó la cubierta diaria (arcilla o material producto de la excavación), existirá durante la emergencia arrastre de material de los frentes de tiro, hacia un área de captación temporal de lixiviados. Debido a ello, se deberán contar con herramientas de limpieza como son palas de PVC y escobas de polietileno (manuales), con el fin de levantar el material que fue arrastrado e incorporarlo al frente de trabajo.

En caso de que el tirante de ésta zona de almacenamiento temporal de lixiviados sea alto, se deberá hacer un achique por medio de la bomba sumergible, hasta abatir el tirante, el líquido se incorporará al frente de trabajo o se enviará a la laguna de evaporación.

c) Riesgos de operación

Residuos de manejo especial

Con el fin de evitar riesgos generados por la disposición de residuos peligrosos, se deberá realizar una inspección física a los residuos que van a ser depositados en el sitio, en el caso de los residuos industriales que se tenga duda de su procedencia o del tipo de residuo que se trate (de manejo especial), se solicitará su certificado de no peligrosidad, no se les permitirá la entrada al sitio de los residuos peligrosos.

Prevención de incendios y/o explosiones

Un incendio en un sitio de disposición final puede ser provocado por descuido del personal en el frente de trabajo, o bien por la refracción de los rayos solares, los cuales inciden en los pedazos de vidrios, que a su vez funcionan como pequeñas lupas, y que pueden provocar la ignición propagándose éstas, debido al gas que se genera durante la fermentación de los residuos. Este tipo de incendios son los que con mayor frecuencia se presentan en los sitios de disposición final.

Para el control de un incendio en un sitio de disposición final, se debe contar con equipo pesado y material de cubierta, por ello se recomienda contar con bancos de material para estas eventualidades. Los trabajos se realizan mediante el aislamiento de la zona incendiada por medio de excavaciones con equipo pesado y por consiguiente se dará parte al Municipio, para que por medio de su grupo de protección civil, ya sea cuerpo de bomberos y cuerpo policiaco, conjuntamente coordinen los trabajos de acuerdo a la magnitud del mismo.

Para reducir la probabilidad de incendios en el sitio de disposición final, a través de un buen manejo general del sitio, se considera lo siguiente:

- Prohibir en todas sus formas el fuego deliberado dentro del sitio.
- Capacitar al personal del sitio, desde el inicio.
- Inspeccionar y controlar el ingreso de residuos.
- Cerrar las cajas de transferencia después de cada descarga.
- No acumular grandes cantidades de materiales secos o combustibles sin cubrir
- Prohibir que se realice soldadura en el sitio o aislando el equipo, para prevenir que se convierta en una fuente de la ignición.
- Aislar todos los equipos eléctricos, antes de comenzar a utilizarlos.
- Prohibir la pepena.
- Prohibir que se fume en el sitio.
- Establecer la vigilancia del sitio

Control de biogás.

Se instalará una red de pozos de venteo del biogás, por lo que se permitirá un medio adecuado para la conducción del gas generado por efecto de la descomposición de los residuos.

El mantenimiento preventivo, consiste en limpieza de las basuras y polvos que puede obstruir el libre paso del biogás y verificar la verticalidad del tubo. Así mismo se realizarán pruebas de explosividad en los pozos de extracción.

### Explosiones.

Como consecuencia del ingreso de sustancias y residuos reactivos, inflamables, o bien por el encapsulamiento de los gases, producto de la fermentación de la materia orgánica, pueden producirse explosiones de gran magnitud, las cuales deberán ser prevenidas mediante la inspección y vigilancia de los pozos de monitoreo, así como de la medición de explosividad de los mismos. En el caso de que se presente la emergencia, se analizará la causa mediante el apoyo de personal especializado, en coordinación con los encargados de la operación del sitio.

El personal participante en la operación de disposición de los residuos (acomodador), deberá estar capacitado para reconocer residuos de características dudosas, como recipientes o sustancias, entre otros.

### Programa de emergencias

El personal que labore en el relleno sanitario formará brigadas para la atención de emergencias, debiendo ser capacitado en: primeros auxilios, prevención y extinción de incendios, evacuación y vigilancia. Por su parte se identifican como principales riesgos, los siguientes:

- Fuga de biogás.
- Descarga eléctrica por alteraciones atmosféricas y/o corto circuito.
- Fuga de lixiviados.
- Atropellamiento de personas.
- Precipitación pluvial extraordinaria (Tormenta).

Para los cuales se tendrán las siguientes acciones de respuesta:

En caso de fuga de biogás a lo largo de una tubería o conexión se procederá a cerrar las válvulas de paso del área en la que se haya identificado la fuga, se realizarán las reparaciones necesarias por parte del personal de la empresa especializado y una vez que se tenga la certeza de que la reparación ha sido exitosa, se verificará con el explosímetro para poder restablecer el servicio.

En caso de descarga eléctrica por alteraciones atmosféricas y/o corto circuito, automáticamente se desconectarán los equipos de trabajo de la línea de CL y FC para evitar daños al sistema, la conexión se restablecerá una vez verificados los equipos y se tenga plena certeza de que no sufrieron daño alguno, en caso contrario se reparará la falla y después de ello se restablecerá el servicio.

En caso de fuga de lixiviados, se identificará y aislará la zona de la fuga, dependiendo del origen de ésta, se realizarán reparaciones de inmediato, canalizando estos líquidos hacia la zona más cercana que cuente con impermeabilización.

Si se trata del atropello de personas, se prestará al afectado los primeros auxilios, aislándolo de las áreas de trabajo o bien interrumpiendo momentáneamente el servicio, hasta la llegada de los cuerpos de auxilio, para ello se cuenta en las instalaciones con una enfermería dotada con los equipos necesarios. El sobrestante topógrafo es el encargado de dar aviso al jefe del sitio de disposición final de estas eventualidades.

Se contará con señalizaciones y restricción física del acceso a zonas de riesgo, por medio de una cerca de malla ciclónica, una brigada para atención de emergencias, así como con listado telefónico de los cuerpos de emergencia.

Para el caso de precipitación pluvial extraordinaria, en primer lugar, se deberá contar con la señalización adecuada para que en su trayecto al sitio, los vehículos cuenten con la información clara, aun con mal clima sea legible y entendible por los usuarios. Así mismo el acceso contará con iluminación suficientes y el camino o caminos que conduzcan hasta el frente de descarga, contarán con un programa de mantenimiento continuo, de acuerdo a los diferentes periodos estacionales y sus características, a manera de permitir en todo momento, el fácil acceso durante cualquier época del año, especialmente en los días en los que por las condiciones climatológicas aumente, el riesgo y la dificultad de maniobras para los vehículos.

Para la disposición de residuos en temporada de lluvia, se destinará un área preparada para recibir en cualquier época del año los residuos sólidos, su característica principal será la de limitar su espacio y uso únicamente durante los turnos en los que las condiciones climatológicas (básicamente por lluvias en exceso), no permita llegar hasta el frente de trabajo o represente un riesgo mayor para los vehículos usuarios, el llegar hasta el mismo, siendo el Jefe del sitio en conjunto con el gerente de proyecto, quienes tomen la decisión de utilizar el área de la cual se hace mención.

Existirá una cuadrilla de tráfico dirigida por el Jefe del sitio de disposición final, para organizar tanto el ingreso al frente de descarga, como el acomodo de los vehículos dentro del área, con la finalidad de evitar posibles accidentes y congestionamientos vehiculares dentro del frente de descarga.

Cuando ocurran vientos fuertes, el área ordinaria de descarga en la zona de tiro previa a la tolva de alimentación del sistema de cintas transportadoras, estará provista de un sistema de captura de residuos ligeros, la cual constará de un conjunto de bastidores que soportan una malla o red de 2.50 m de altura, que funcionará a manera de trampa de los residuos susceptibles de ser dispersos o por el viento, cuando éste rebasa los 15 km/hr, contando además con una cuadrilla de operarios designados para la limpieza de dicha trampa. Esta trampa se coloca respecto al frente de tiro, en dirección contraria al viento y en posición normal a la dirección de éste

#### *II.2.3.5 Descripción de las obras asociadas al proyecto*

- Caseta de vigilancia registro y control de acceso: Es donde se lleva a cabo el control de acceso sobre registro en bitácoras, para el ingreso de RSU, material, vehículos, personal y visitantes.



- Área administrativa: Se construirá una edificación con muros de block, piso y losa de concreto, herrería de aluminio e instalaciones eléctricas. Se contará con estacionamiento que dará cabida a los vehículos del personal que labore dentro del Relleno Sanitario y a los visitantes.
- Comedor, enfermería, vestidores: Se instalarán instalaciones básicas para las necesidades del personal.
- Sanitarios secos ecológicos: Se implementará un sistema para el tratamiento de descargas sanitarias, sin necesidad de consumir ni contaminar el agua, consiste en recuperar y reciclar nutrientes y materia orgánica para las plantas y evita la propagación de enfermedades.
- Línea de electrificación o subestación eléctrica: durante la etapa de operación y vida útil del proyecto, se considera contar con una planta eléctrica siendo necesario contar con la dotación de energía eléctrica, con la capacidad suficiente para el funcionamiento de la planta de compactación, que garantiza la propuesta del proyecto de alta compactación.
- Caminos de acceso e internos: Debido a la existencia de un camino para llegar al área de construcción con una extensión de 400 m aproximadamente, no es necesaria la apertura de nuevos caminos.

La apertura de los caminos internos dentro de la etapa de construcción, cumplirán la función de permitir una circulación vial dentro del Relleno Sanitario, en cualquier época del año. Por ser caminos internos no hay una normatividad determinada para su rehabilitación, es por eso, que el ancho de los caminos será de 4 a 7 m respecto a las medidas de los vehículos y maquinarias que ingresen al relleno.

- Caseta de pesaje: Estará destinada para controlar el peso del ingreso de los residuos sólidos urbanos municipales al Relleno Sanitario, mediante un registro electrónico de pesaje.
- Bascula de pesaje: Se ha considerado tenga una capacidad seccional de 30,000 kg y dimensiones de 18.0 X 3.05 m con registro electrónico de pesaje, sin fosa y funcionamiento a base de celdas de pesaje. Esta báscula se encontrará dentro de la caseta de pesaje y estará destinada para controlar peso, el ingreso y egreso de los residuos sólidos municipales al Relleno Sanitario.
- Áreas verdes: A manera de medida de compensación y zona de amortiguamiento, de la superficie total del sitio se dejarán 28,866.47 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal original, como áreas verdes y zona de amortiguamiento.
- Franja de amortiguamiento: Servirá como barrera natural, que evite la dispersión de residuos fuera del predio, la salida de ruido por el uso de los equipos y maquinaria pesada, la posible emanación de olores y evitar el acceso de personas ajenas.
- Cerca perimetral: Se propone cuenta con los siguientes elementos, malla ciclónica de 5 x 5 cm de abertura, calibre 11, dicha cerca tendrá una altura de 2.5 m, con 3 hiladas de alambre de púas en la parte superior, abarcando todo el perímetro del predio del proyecto, con postes

de 48 mm colocados en intervalos de 3 m, postes esquineros de 60 mm, postes intermedios de 48 mm, calibre 20, refuerzo horizontal calibre 20 y para la cimentación, bases de concreto  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  instaladas sobre el terreno natural.

También se instalará un portón de acceso de malla ciclónica 4" x 4", de 2.20 m de altura, con 2 hojas abatibles de 4.0 m cada una y correderas metálicas, con 3 hiladas de alambre de púas en la parte superior, con estructura a base de tubo galvanizado de 3" de diámetro. El portón de acceso estará fijado a un pórtico de acceso, construido a base de muros de block y estructura de acero recubiertos con aplanado de mortero cemento-arena y pintura vinílica, rematando en la parte superior con moldura aparente fabricada con cemento blanco.

- Franja de amortiguamiento: Se implementará una franja de amortiguamiento en la periferia del sitio, la cual servirá como barrera natural que evite la dispersión de residuos fuera del predio, la salida de ruido debido al uso de maquinaria pesada y de la planta. Dicha franja se establecerá por plantación de especies arbóreas nativas, las cuales serán sembrados en un anillo periférico al sitio, con espesor de 10 m en un arreglo conocido como tres bolillo.

### *II.2.3.6 Abandono del sitio*

La etapa de desmantelamiento y abandono se realizará en 3 partes:

- a) Programa de mantenimiento post clausura, para todas las instalaciones del sitio de disposición final.
- b) Programa de monitoreo por la emisión de biogás y de lixiviados.

El programa de clausura del Relleno Sanitario de alta compactación, estará bajo la responsabilidad de profesionales de la empresa. Serán los encargados de coordinar permanentemente los trabajos de abandono y restauración del área ocupada por el proyecto.

En su momento se presentará a la autoridad correspondiente, un programa de acciones específicas y tiempos relacionado con el desmantelamiento y abandono de las instalaciones, a continuación se presenta los pasos generales que se seguirán en la clausura del relleno.

- a) **Programa de mantenimiento post clausura para todas las instalaciones del sitio de disposición final**

El primer paso será el cierre de celda de confinamiento del Relleno Sanitario de Alta Compactación, se iniciará con la comunicación de este hecho a las autoridades correspondientes y a la comunidad del municipio, posteriormente se llevarán a cabo las acciones convenientes a la etapa de abandono del sitio y clausura del proyecto, con base a lo establecido en la NOM-083-SEMARNAT-2003, para lo cual se realizarán las siguientes acciones.

### *Cobertura final de clausura.*

La principal función de la cobertura, es aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo de biogás generado, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado.

Cabe mencionar que las celdas que queden conformadas a lo largo del proyecto, serán cubiertas conforme al avance de los trabajos y de acuerdo al diseño específico del sitio.

Antes de realizar la cubierta final del sitio, se necesita preparar la celda al realizar la colocación de capas de suelo de diferentes texturas uniformemente.

La primera capa se denomina capa amortiguadora, esta será de 30 cm de espesor. Esta se colocará sobre los residuos sólidos, para cubrirlos y así evitar su contacto con las siguientes capas del suelo, esta capa estará compuesta por el material que se obtuvo para conformar la celda.

La segunda capa se denomina filtro, esta consiste en colocar material granular con menos de 21% de material fino como son arenas y gravas, esta tendrá un espesor de 15 a 20 cm. Sirve para proteger a las siguientes capas de objetos punzo cortantes, como rocas, ramas, etc.; además permite el drenaje de líquidos y gases generados por la descomposición de la materia orgánica, contenida en los residuos sólidos.

La cubierta final no debe ser menos de 60 cm y consiste en suelo con una permeabilidad de al menos  $1 \times 10^{-7}$  cm/s, como las arcillas moriloníticas; o algún material geosintético; los cuales eviten o minimicen la infiltración de agua. De manera adicional es conveniente que se coloque una capa de material natural que proteja al geosintético, optimizando de esta manera la impermeabilización.

La capa superficial puede ser limo o arcilla o bien limoarcillosa; en el caso del proyecto se recomienda usar arcilla con suficiente materia orgánica, para estabilizar la vegetación o un suelo con suficiente cantidad de nutrientes y pH.

Capa Vegetal: Para la colocación de la capa vegetal, se sugieren los siguientes pasos:

- Conformar la capa de suelo, asegurando que el espesor sea el adecuado.
- Compactar todas las capas excepto la superficial.
- Cubrir las capas para evitar que se presente la erosión o la formación de grietas.
- Construir áreas pequeñas que permitan que se concluya con mayor rapidez.
- Prevenir que el suelo se disgregue sembrando el pasto lo antes posible.

#### b) Programa de monitoreo por la emisión de biogás y de lixiviados

Después de clausurar el Relleno Sanitario de Alta Compactación, habrá que controlar los gases durante todo el tiempo que dure su generación. El sistema utilizado para controlar el biogás durante la operación, también se usa para controlar el biogás después de la clausura del Relleno Sanitario.

Se controlará el biogás a través de pozos de funcionamiento pasivo, los cuales se construirán desde el inicio de la operación, dicho sistema ya se ha descrito en el apartado correspondiente a generación y control de biogás.

El programa de monitoreo de lixiviados, servirá para evaluar el funcionamiento de los sistemas de impermeabilización y conducción de lixiviados.

En el caso de que el sistema impermeable presente alguna fisura, que permita la infiltración de lixiviados en los pozos de monitoreo, se detectará la presencia de los líquidos contaminantes (lixiviados). Esta detección permitirá tomar las medidas necesarias y oportunas para el control de la posible contaminación, hacia el subsuelo y los mantos acuíferos.

Este proceso se repetirá para cada celda hasta el cierre del sitio, incluyendo el período de mantenimiento pos clausura. Estas actividades se volverán a repetir 4 meses, antes de concluir la vida útil de la celda en operación y de acuerdo a las cantidades de obra establecidas en el proyecto.

## II.2.4 Otros insumos

### II.2.4.1 Sustancias o materiales no peligrosos

Requerimiento de agua: El agua será suministrada mediante pipas de 9 m<sup>3</sup> de capacidad; esta será usada para la construcción de obras civiles, como compactación de los caminos y la construcción de la celda de confinamiento y la de seguridad. A continuación en la tabla se presenta los cálculos aproximados de volumen de agua requeridos para esta etapa.

Tabla 13. Volumen de Agua requeridos para la etapa de construcción del sitio.

Etapa	Material	Volumen	Forma de almacenamiento	Fuente de Abastecimiento
Construcción	Agua	10,000 litros	Pipas	Empresa particular de la zona
	Agua potable	19 litros	Garrafrones	Empresa particular de la zona

Para abastecer de agua se contratará el servicio de una empresa particular de la zona.

Requerimientos de energía: La energía que se requiera para esta etapa del proyecto, será mediante una planta de energía.

Suministro del Material de Cubierta: De manera constante se tendrá disponibilidad de material de cubierta cerca del frente de trabajo, cuando menos para la jornada diaria. Igualmente existirá disponibilidad en el sitio del relleno sanitario, del material de cubierta necesario para temporadas definidas.

Suministro de Agua requerida para la Compactación: Se utilizará agua tratada para el riego en el frente de trabajo, con el fin de evitar la dispersión de partículas y asegurar un mejor nivel de compactación. El agua será obtenida a través de pipas contratada por una empresa particular.

Se enlistan los materiales necesarios para la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla 14. Materiales no peligrosos para la etapa de operación.

Etapa	Material	Volumen	Forma de almacenamiento	Fuente de Abastecimiento
Operación	Agua	10,000	Pipas	Empresa particular de la zona
	Agua potable	19	Garraiones	Empresa particular de la zona
	Jabón	5 litros	Garrafas	Jarcería de la zona
	Papel	20 piezas	En caja	Jarcería de la zona
	Bolsas	2 piezas	Almacén	Jarcería de la zona
	Desinfectante	3 litros	Garrafa	Jarcería de la zona
	Trapos	5 piezas	Almacén	Jarcería de la zona
	Escobas	7 piezas	Almacén	Jarcería de la zona
	Trapeadores	7 piezas	Almacén	Jarcería de la zona
	Recogedor	7 piezas	Almacén	Jarcería de la zona
	Vasos para agua	100 piezas	Comedor	Centro comercial de la zona
	Cubetas	7 piezas	Almacén	Jarcería de la zona

#### II.2.4.2 Sustancias o materiales peligrosos

En este caso se contempla a los combustibles y aceites requerido para la operación de la maquinaria que opera en la nave de separación de residuos, así como la utilizada para la compactación y acomodo de las pacas de RSU, además del requerido para el funcionamiento de la planta de energía eléctrica.

Tabla 15. Sustancias o materiales peligrosos para la etapa de operación.

Etapa	Material	Volumen	Forma de almacenamiento	Fuente de Abastecimiento
Operación	Combustible diésel	50 litros	Garrafa	Gasolinera de la zona
	Combustible gasolina	45 litros	Garrafa	Gasolinera de la zona
	Grasa y Aceites	10 litros	Garrafa	Gasolinera de la zona

## II.2.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

### II.2.5.1 Preparación del sitio

- Emisión de partículas: Durante la etapa se producirán polvos por el movimiento de tierra y emisiones moderadas de gases de combustión provenientes de la maquinaria, estas afectaciones serán mínimas y por tiempos cortos ya que la operación de la maquinaria, será restringida a un horario laboral.

- Generación de ruido: La generación de ruido durante la etapa, se ocasionará por la maquinaria empleada en las actividades, estas emisiones se restringirán a un horario.
- En ésta etapa se generarán aguas residuales de tipo sanitarias por el personal laborante, para lo cual se contratará el servicio de una empresa especializada, en sanitarios móviles.
- Generación de residuos peligrosos provenientes de la operación de maquinaria y equipo.

#### *II.2.5.2 Operación y mantenimiento*

- Emisiones a la atmósfera: En la etapa de operación, se producirán algunos polvos por el movimiento de tierra en la zona de confinamiento, así como por el paso de la maquinaria.

Además se esperan algunas emisiones de gases de combustión, provenientes de la maquinaria y de los vehículos recolectores, las cuales generarán afectaciones mínimas, debido a que operarán en espacios abiertos y la operación de la maquinaria será restringida a un horario laboral.

- Generación de ruido: La generación de ruido será ocasionado por la maquinaria empleada en las diversas actividades, estas emisiones se restringirán a un horario laboral.
- Generación de lixiviados: Se espera la producción de lixiviados, para los cuales se cuenta con un sistema de recolección y tratamiento, que tendrá mantenimiento continuo y que asegure su buen funcionamiento.
- Generación de biogás: Se controlará el biogás a través de pozos de funcionamiento pasivo, los cuales se construirán desde el inicio de la operación, dicho sistema ya se ha descrito en el apartado correspondiente a generación y control de biogás. El cual se considera suficiente de acuerdo a las estimaciones realizadas.
- Generación de residuos peligrosos, ya sea que entren al proceso de separación con los camiones recolectores, o bien, los generados por la operación de la maquinaria y equipo.

#### *II.2.5.3 Desmantelamiento y abandono.*

- Emisiones a la atmósfera: Durante la etapa de clausura, se producirán polvos por el movimiento de tierra y por el tránsito de maquinaria, que opere en la conformación final del sitio. Además de emisiones de gases de combustión provenientes únicamente de la maquinaria y de los vehículos recolectores.
- Generación de ruido: La única fuente de generación de ruido durante la etapa de clausura, será la maquinaria empleada en las actividades de clausura, estas emisiones se restringirán a un horario laboral.
- Control de biogás: Después de clausurar el Relleno Sanitario, habrá que controlar los gases durante todo el tiempo que dure su generación. El sistema utilizado para controlar el biogás

del Relleno Sanitario durante la operación, también se usa para controlar el biogás después de su clausura.

### *II.2.5.1 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos*

Materia orgánica: El material producto del desmonte y despalden, suelo, ramas pequeñas y hojas, será vertido en la conformación de la franja de amortiguamiento.

Así también, el material producto de las excavaciones, será almacenado en un área del predio para su posterior uso para cobertura de las celdas.

Residuos sólidos urbanos: Estos residuos serán separados y clasificados, de forma que se incorporen al Relleno Sanitario.

En el caso de la etapa de abandono, se calcula la generación de 100 m<sup>3</sup> de material de construcción por el desmantelamiento de la plancha de concreto y de 80 m<sup>3</sup> de materiales ferrosos, por las estructuras metálicas de la techumbre, estos materiales serán confinados a una empresa autorizada, en tanto que los materiales ferrosos serán vendidos a un centro de acopio de materiales reciclados.

Residuos peligrosos: Se prevé su almacenamiento temporal en tambos con tapa y en un almacén con las características indicadas en la normatividad correspondiente, para su posterior entrega a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	2
III.1 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN MATERIA AMBIENTAL.	2
III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).	2
III.1.3 Plan Estatal de Desarrollo Puebla.	10
III.1.4 Plan de Desarrollo Municipal de Huauchinango	12
III.1.5 Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Huauchinango.	12
III.1.6 Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos. Huauchinango, Puebla.	14
III.2 REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN MÉXICO.	17
III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP).	17
III.2.2 Regiones Terrestres Prioritarias.	20
III.2.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).	30
III.2.4 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad (SPTCB).	32
III.2.5 Categoría de prioridad para la conservación del bosque mesófilo de montaña en México.	33
III.3 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	35
III.3.1 Leyes y Reglamentos Federales.	35
III.3.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	35
III.3.1.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	41
III.3.1.3 Ley General de Vida Silvestre.	51
III.3.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	53
III.3.1.5 Ley de Aguas Nacionales.	53
III.3.1.6 Ley General de Cambio Climático.	55
III.3.1.7 Normas Oficiales Mexicanas.	56
III.3.2 Leyes y Reglamentos Estatales.	71
III.3.2.1 Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla.	71
III.3.2.2 Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla.	76
III.4 CONCLUSIONES	81



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

#### III.1 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN MATERIA AMBIENTAL.

##### III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

De conformidad con lo dispuesto por los artículos 2 fracción I, 3 fracción XXIV, y 20 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como con los artículos 19 y 22 de su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico; el POEGT es un programa de observancia obligatoria en todo el territorio nacional cuyo objetivo es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción. El POEGT determina lineamientos y estrategias ecológicas para orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, al tiempo de promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas y la biodiversidad.

Aunado a lo anterior, el POEGT también tiene como objetivo fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, apoyar la resolución de los conflictos ambientales, promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los diferentes sectores de la Administración Pública Federal. Para lograr sus objetivos, el POEGT parte del diagnóstico de las características de disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que se desarrollan en las distintas regiones del país y de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes. El proyecto incide en la Región Ecológica 18.32 y dentro de ésta en la Unidad Ambiental Biofísica 117 denominada "Karst Huasteco Sur", lo cual se puede apreciar en la imagen siguiente.

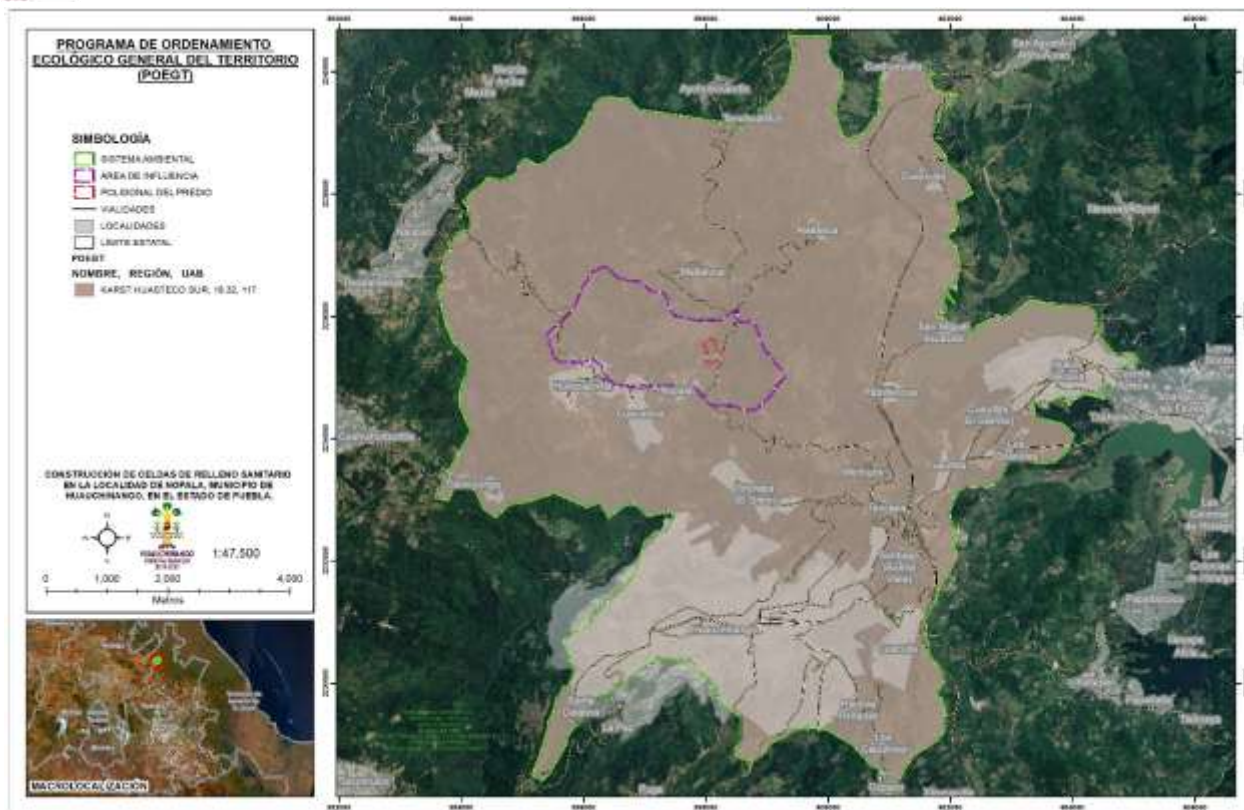


Imagen 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.

A continuación, en la siguiente tabla se muestran las características generales de ésta UAB 117 "Karst Huasteco Sur", tal como son descritas en el POEGT.

Tabla 1. Características generales de la UAB 117 "Karst Huasteco Sur."

Unidad Ambiental Biofísica 117 "Karst Huasteco Sur."	
Estado del Medio Ambiente en 2008	Inestable
Conflicto sectorial	Nulo
Población indígena	Huasteca
Escenario al 2033	Inestable a crítico
Política Ambiental	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de Atención	Media
Superficie de Áreas Naturales Protegidas	No presenta superficie de ANP's
Degradación de los suelos	Media
Degradación de la vegetación	Muy Alta
Degradación por desertificación	Sin degradación
Modificación antropogénica	Baja
Longitud de carreteras (km)	Media
Porcentaje de zonas urbanas	Muy baja
Porcentaje de cuerpos de agua	Muy baja
Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> )	Baja
Uso del suelo	Agrícola y Forestal

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Unidad Ambiental Biofísica 117 "Karst Huasteco Sur."	
Disponibilidad de agua superficial	Si
Disponibilidad de agua subterránea	Si
Porcentaje de zona funcional alta	35.8
Marginación social	Alta
Índice medio de educación	Muy bajo
Índice medio de salud	Bajo
Hacinamiento en la vivienda	Alto
Indicador de consolidación de la vivienda	Bajo
Indicador de capitalización industrial	Medio
Porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal	Medio
Porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por	Muy Alto
Actividad agrícola	De carácter campesino
Importancia de la actividad minera	Alta
Importancia de la actividad ganadera	Media

A continuación, se presentan las estrategias sectoriales, así como los aspectos rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo en la UAB 117 "Karst Huasteco Sur".

Tabla 2. Aspectos del desarrollo y estrategias sectoriales aplicables en la UAB 117 "Karst Huasteco Sur".

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
117	Preservación de Flora y Fauna	Forestal - Minería	Agricultura - Ganadería - Poblacional	CFE-Desarrollo Social -PEMEX -Turismo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44.

En la tabla 3, a continuación, se describen las estrategias sectoriales aplicables en la UAB 117, así como su vinculación con el proyecto.

Tabla 3. Vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales aplicables en la UAB 117.

Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 117 del POEGT, que se vinculan con el proyecto.	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	Vinculación con el proyecto
A) Preservación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.</li> <li>2. Recuperación de especies en riesgo.</li> <li>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los</li> </ol> <p>En observancia de lo que establecen las citadas estrategias 1, 2 y 3 de este grupo, se deberán ejecutar en tiempo y forma las acciones tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos al ambiente, que se detallan en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. Entre dichas acciones, se incluye la conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden</p>

Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 117 del POEGT, que se vinculan con el proyecto.

	<p>ecosistemas y su biodiversidad.</p>	<p>consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>Los muestreos de herpetofauna arrojaron el hallazgo de una sola especie para la poligonal del predio (PP), aunque se encontraron otras cinco especies en el sistema ambiental, pero en las cercanías a la PP, de tal forma que es altamente posible la presencia de dichas especies en la PP. En función de lo anterior, se proponen acciones de rescate y reubicación dirigidas a todas las especies de herpetofauna, que pudieran encontrarse durante las actividades del proyecto.</p> <p>Como medida de prevención, se contempla la capacitación al personal operativo del proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento, una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre, evitando en todo momento realizar actos y omisiones, que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria.</p> <p>Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética, para prevenir y reducir la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre de baja movilidad o de desplazamiento terrestre, como son anfibios, reptiles y mamíferos en las zonas de acceso vehicular al área del proyecto.</p> <p>La totalidad de las medidas y acciones contempladas para la prevención y mitigación de los impactos negativos del proyecto, sobre la fauna silvestre, se pueden consultar en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. En este sentido, se considera que siempre, que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente, generados por el proyecto, no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, y tampoco para la diversidad biológica que el mismo alberga.</p>
<p>B) Aprovechamiento Sustentable</p>	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>	<p>En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con las estrategias 4, 5 y 7, toda vez que no pretende el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes, recursos naturales, suelos agrícolas o pecuarios, ni recursos forestales.</p> <p>Por otro lado, el proyecto tampoco presenta vinculación con la estrategia 6, ya que no está relacionado con la infraestructura agrícola.</p> <p>Finalmente, respecto a la estrategia 8, se considera que, en función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no afecta la provisión de los servicios ambientales del ecosistema en que se inserta, siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y formas, las acciones tanto preventivas, como de mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente, generados por el proyecto. Dichas acciones pueden consultarse a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p>C) Protección de los recursos naturales</p>	<p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el</p>	<p>En observancia de lo que establece la estrategia 12, para contribuir a la protección de los ecosistemas, se deberán ejecutar en tiempo y forma, las acciones tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos al ambiente, que se</p>

Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 117 del POEGT, que se vinculan con el proyecto.	
	<p>uso de biofertilizantes. detallan en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>Respecto a la estrategia 13, el proyecto, no pretende el uso de agroquímicos o biofertilizantes, por lo que no presenta vinculación con esta estrategia.</p>
D) Restauración	<p><b>14.</b> Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas</p> <p>En función de su ubicación, características y alcances, se considera que el proyecto, no afecta de forma significativa al ecosistema forestal, siempre y cuando se lleven a cabo las acciones descritas en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental, enfocadas a reducir y compensar los impactos negativos del proyecto, sobre los ecosistemas forestales de la zona. Cabe mencionar que entre dichas acciones, se incluye la conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción, pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p><b>15.</b> Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p><b>15 bis.</b> Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p><b>18.</b> Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.</p> <p><b>19.</b> Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p><b>20.</b> Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio</p> <p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con las estrategias 15bis, 18, 19, 20 y 21, 22 y 23.</p>

Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 117 del POEGT, que se vinculan con el proyecto.

	<p>Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.</p> <p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).</p>	
<p><b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b></p>		<p><b>Vinculación con el proyecto.</b></p>
<p>A) Suelo urbano y vivienda</p>	<p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta estrategia.</p>
<p>C) Agua y Saneamiento</p>	<p>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</p> <p>29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</p>	<p>En relación con estas estrategias, se tienen contempladas medidas de prevención y mitigación para evitar su contaminación. Dichas medidas se detallan en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental, entre las cuales se encuentra la capacitación al personal involucrado en el proyecto para que evite en todo momento, arrojar o depositar en el suelo; basura, materiales, lodos u otros desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar el suelo y los escurrimientos hidrológicos, presentes en el área de influencia del proyecto. MEDIDAS PARA PREVENIR LIXIVIADOS.</p>
<p>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional</p>	<p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p>32. Frenar la expansión desordenada de las</p>	<p>En relación con la estrategia 31, el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango, señala que: "la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal". Aunado a lo anterior, el mismo Programa citado, menciona que: "A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía,</p>

Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 117 del POEGT, que se vinculan con el proyecto.

	<p>ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p> <p>debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio, provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días, para ser recolectados, generando focos de infección y molestias, por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos, deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos, con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas". En función de lo anterior, de las características, ubicación y alcances del proyecto, el mismo coincide con la estrategia 31, ya que con su ejecución se contribuiría a impulsar un desarrollo sustentable, competitivo y menos costoso, del municipio de Huauchinango.</p> <p>Por otro lado, en función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con la estrategia 32.</p>
<p>E) Desarrollo social</p>	<p><b>33.</b> Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</p> <p><b>34.</b> Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.</p> <p><b>35.</b> Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p><b>36.</b> Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p><b>37.</b> Integrar a mujeres, indígenas y grupos</p> <p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con estas estrategias.</p>

Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 117 del POEGT, que se vinculan con el proyecto.

vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.

**38.** Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

**39.** Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.

**40.** Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

**41.** Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	Vinculación con el proyecto.
A) Marco Jurídico	<p><b>42.</b> Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p> <p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta estrategia.</p>
B) Planeación del ordenamiento territorial	<p><b>44.</b> Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p> <p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con esta estrategia.</p>



### III.1.3 Plan Estatal de Desarrollo.

El Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla, se define como: *la hoja de ruta sobre la que transita el actuar de las instancias gubernamentales al servicio de la ciudadanía.* Este plan establece objetivos, estrategias y metas para desarrollar acciones que pongan en práctica las políticas y programas en beneficio de la ciudadanía. El Plan Estatal de Desarrollo está estructurado en 5 ejes estratégicos:

1. Igualdad de Oportunidades.
2. Prosperidad y Empleos.
3. Sustentabilidad y Medio Ambiente.
4. Tranquilidad para tu Familia.
5. Buen Gobierno.

Aunado a los ejes arriba citados, este Plan establece tres estrategias de carácter transversal: Protección integral a niñas, niños y adolescentes, Desarrollo Equitativo de las Regiones, y Sociedad con Igualdad de Género. El proyecto en comento se vincula con el Eje 3 "Sustentabilidad y Medio Ambiente", cuyo objetivo es: *Fortalecer el desarrollo territorial del estado para un mejor desarrollo humano, mediante criterios de equilibrio que vinculen el medio ambiente y la red policéntrica de ciudades, en aliento a sus vocaciones productivas e infraestructuras. Todo ello bajo una visión de habitabilidad, competitividad, cohesión social, diversidad económica y conservación sustentable del medio ambiente.*

A continuación, se presentan los objetivos, estrategias, metas y línea de acción del Plan Estatal de Desarrollo, que se vinculan con el proyecto.

Tabla 4. Vinculación del proyecto con los objetivos, estrategias, metas y línea de acción del Plan Estatal de Desarrollo Puebla.

Programa	Objetivo	Estrategia	Meta	Líneas de acción
Programa Desarrollo integral 17 local	Contar con centros urbanos con potencial regional.	Detonar proyectos productivos y urbanos conforme a vocaciones económicas y aptitud de habitabilidad en suelo urbanizable.	Contar con una legislación acorde con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.	1. Promover acciones en beneficio de los centros de población con resonancia regional, en seguimiento a la Estrategia para el Desarrollo Equitativo de las Regiones.
programa 18 "Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales", y de manera particular con el objetivo,	Promover el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas naturales para el bienestar humano.	Utilizar de manera sostenible para el desarrollo urbano, los recursos del agua, bosque y	Diseñar un modelo integral de aprovechamiento sustentable de los recursos renovables y no	2. Realizar acciones de educación ambiental para que los niños, jóvenes y adultos respeten el entorno natural, y que permitan una mayor concientización sobre el uso responsable de los recursos naturales, en el marco del Sistema de Protección Integral de Niñas, Niños y

Programa	Objetivo	Estrategia	Meta	Líneas de acción
estrategia, meta y línea de acción citados en la tabla siguiente.		selva, bajo principios de resiliencia y habitabilidad.	renovables del estado.	Adolescentes (Sipinna). 3. Coordinar acciones para reducir la contaminación en las zonas metropolitanas de Puebla. 15. Realizar acciones para prevenir incendios forestales y la degradación del suelo. 20. Promover la restauración y conservación de corredores biológicos y ecosistemas naturales.

### Vinculación con el proyecto:

Tomando en consideración que el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango, señala que: "la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal". Aunado a lo anterior, el mismo Programa citado, menciona que: "A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas". En función de lo anterior, se considera que el proyecto presenta una vinculación positiva con la línea de acción 1 arriba citada, misma que se desprende del Programa 17, así como con la línea de acción 3 del programa 18.

En relación con la estrategia 2, se contempla impartir un curso de capacitación en educación ambiental, al personal involucrado en la obra, para que el mismo, entre otras cosas, conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, así como evitar arrojar al suelo, cauces o cuerpos de agua aledaños al proyecto, cualquier tipo de residuo o material que constituya un contaminante.

En relación con la línea de acción 15, quedará estrictamente prohibido al personal realizar fogatas o quema de cualquier tipo de residuo o material. Al mismo tiempo es importante mencionar que el proyecto no requiere del uso del fuego en momento alguno.

Finalmente, respecto a la línea de acción 20, como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren una superficie de 4.4ha, con lo cual se contribuirá a proteger y conservar el ecosistema de la zona y mantener nichos ecológicos aprovechables para la fauna silvestre.

### III.1.4 Plan de Desarrollo Municipal de Huauchinango

De acuerdo con lo plasmado en el Plan de Desarrollo Municipal de Huauchinango, este Plan es “la hoja de ruta que seguirá el Municipio durante toda la presente administración. En este plan se manifiesta lo siguiente: “La ciudad y el Municipio que deseamos dependerán de seguir este plan y complementarlo con una eficiente y eficaz administración.” A continuación, se presenta la línea de acción, estrategias y objetivo de este Plan, que se encontró vinculante con el proyecto.

Tabla 5. Vinculación del proyecto con Plan de Desarrollo Municipal de Huauchinango.

Eje	Objetivo	Estrategia	Línea de acción
4. Desarrollo Sostenible	<b>Objetivo 4.3</b> Disminuir el impacto ambiental de las actividades de los huauchinanguenses.	<b>Estrategia 4.3.1</b> Disposición correcta de residuos de actividad humana.	Disposición de residuos conforme a norma.

#### Vinculación con el proyecto:

En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo coincide de manera positiva con la línea de acción arriba citada, que se desprende de la estrategia 4.3.1, toda vez que con su ejecución se dotaría al municipio de un sitio para disponer de manera adecuada los residuos sólidos urbanos generados por su población.

### III.1.5 Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Huauchinango.

En el apartado 4.1 del subtema IV Políticas Públicas”, del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Huauchinango se menciona que este programa “marca los lineamientos para lograr un crecimiento ordenado del municipio, que incida directamente en el desarrollo de su actividad económica. De ahí que se considere necesaria la dotación de equipamiento e infraestructura, que se realice de manera coordinada entre las diferentes instancias, de tal forma que la dotación de los servicios corresponda con las zonas urbanas consideradas”.

A continuación, en la imagen siguiente se presenta la ubicación del proyecto respecto a la zonificación secundaria mencionada en el PMDUS del municipio de Huauchinango.

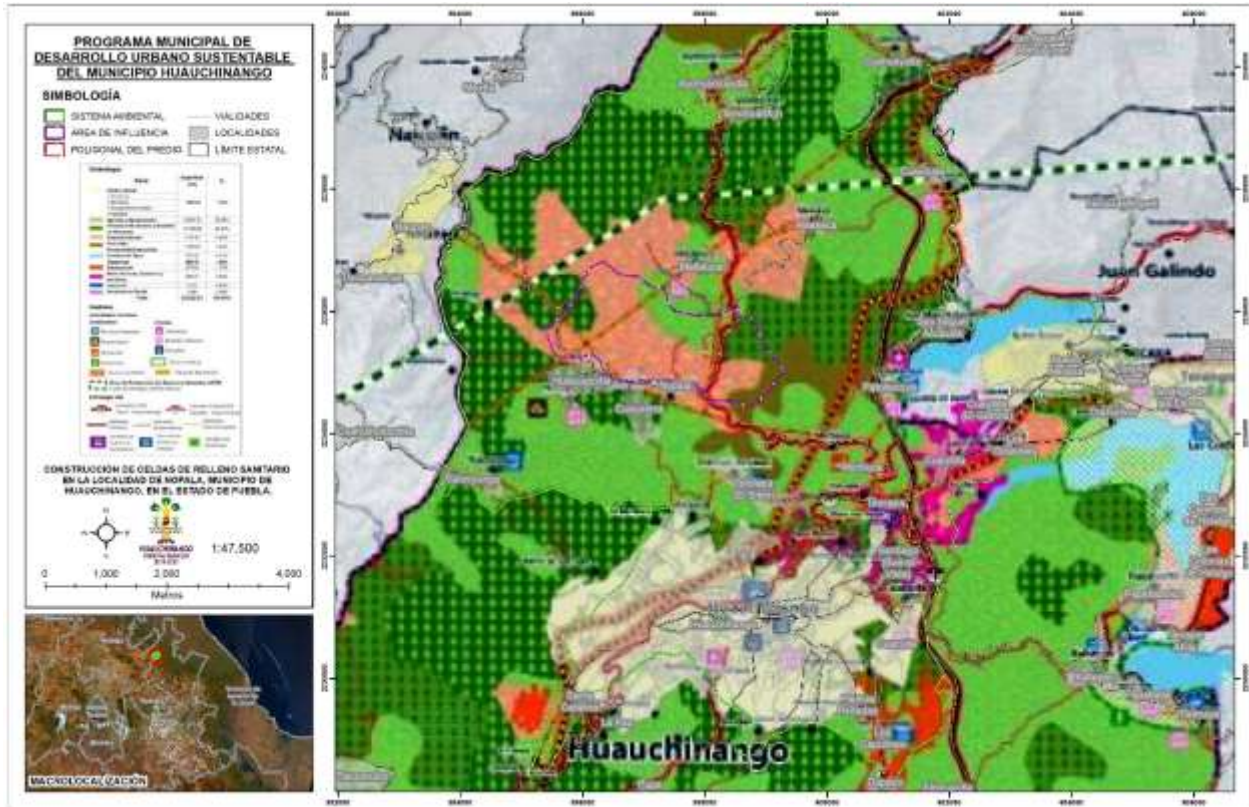


Imagen 2. Ubicación del proyecto respecto a la zonificación secundaria establecida por el PMDUS de Huauchinango.

El proyecto incide en el uso de suelo marcado en el mapa de la zonificación secundaria como "pastizal inducido" y "agrícola y agropecuario". Es importante mencionar que el documento disponible del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Huauchinango, no indica una política ambiental, criterio o regulación particular para este uso de suelo. Por otro lado, el PDU del municipio de Huauchinango, no marca obras o actividades ya sea permitidas o prohibidas que apliquen en los usos de suelo antes referidos.

### Vinculación con el proyecto:

En función de las condiciones particulares de conservación del predio en donde pretende desarrollarse el proyecto, se estima que el mismo no representa una amenaza a los objetivos de conservación de la región, ni al equilibrio funcional de sus ecosistemas, y tampoco a la diversidad biológica que los habita; siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma la medidas de mitigación y compensación de los impactos al ambiente, que se describen a detalle en el capítulo VI del presente estudio. Entre las medidas arriba mencionadas destacan la propuesta de protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha; los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.

Por otro lado, cabe mencionar que el municipio de Huauchinango, presenta actualmente la necesidad de contar con un relleno sanitario dentro de su circunscripción, ya que, como menciona el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango: "la falta de un relleno sanitario para el

Municipio de Huauchinango ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal". Aunado a lo anterior, el mismo Programa citado, menciona que: "A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio, provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas". En función de lo anterior, el proyecto contribuiría a impulsar un desarrollo sustentable, competitivo y menos costoso, del municipio de Huauchinango, beneficiando así a sus habitantes.

Finalmente, y toda vez que el proyecto requiere de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.17ha, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente estudio técnico justificativo ante la SEMARNAT. Asimismo, deberán tomarse las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir al mínimo la generación de contaminantes al agua, aire y suelo.

### III.1.6 Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos. Huauchinango, Puebla.

Este programa fue publicado en el Periódico Oficial del Estado el lunes 19 de diciembre de 2016, número 13, Séptima Sección, Tomo D.) El objetivo general del Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos del municipio de Huauchinango, Puebla es "optimizar el manejo integral de residuos sólidos urbanos (RSU) teniendo en consideración el cuidado del medio ambiente, así como un mejor desarrollo social y económico en el municipio de Huauchinango". En cuanto a su visión, el programa en comento menciona lo siguiente: "Ser en 2018 un Municipio líder a nivel estatal en materia de gestión integral de residuos, bajo los principios de sustentabilidad, eficiencia y rentabilidad".

De acuerdo con el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango, en su sección de "Problemática actual", el mismo menciona lo siguiente:

*"la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal con una suma que asciende a \$311, 542.00 MN mensual". Así como problemas con la recolección, ya que el horario de trabajo del relleno es de 8:00 - 16:00.*

*A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos*

*ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas.*

En relación con lo anterior, el programa en comento menciona que el relleno sanitario del Municipio de Zacatlán, se encuentra a 55 km., por carretera federal y la entrega de RSU se realiza dos veces al día, la primera vez a las 8 am, hora en que el relleno es abierto y la segunda a partir de las 2 pm y hasta antes de las 16 hrs.

Por otro lado, el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango, menciona en su sección "Planeación estratégica para la prevención y gestión de los residuos sólidos urbanos", como uno de sus objetivos el siguiente:

*Objetivo III: Gestionar los espacios necesarios para la disposición final de RSU en el Municipio de Huauchinango.*

Para lograr el objetivo arriba citado, el programa en comento señala la siguiente estrategia:

*1. Diseño e implementación de un relleno sanitario con las siguientes características:*

- El confinamiento final de los residuos sólidos, generados en el Municipio de Huauchinango debe cumplir y de ser posible superar las normas correctas de funcionamiento, este relleno sanitario teniendo un tiempo de funcionamiento de 5 a 8 años y se planea el ingreso de 100 toneladas diarias de residuos generales. La selección del método a utilizar para la operación del relleno sanitario se deberá basar en las condiciones topográficas, geomorfológicas y geohidrológicas del terreno elegido, de acuerdo a lo estipulado en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. El diseño de la celda se realizará de acuerdo a la topografía existente en el sitio seleccionado, puede ser a base de bordos de tierra compactada superior al 95% proctor, recubriendo el fondo y taludes interiores con una membrana de geotextil y sobre ésta una cubierta de polietileno de alta densidad de 60 milésimas de espesor, garantizando el 100 % de impermeabilidad.
- La operación puede ser de dos modos, una de alta densidad; la cual consiste en extender y compactar los residuos con maquinaria especialmente diseñada, obteniéndose densidades iguales o superiores a 1:1, es decir un metro cúbico de residuos compactados pesaran una tonelada o más. La otra manera seria extendiendo y compactando diariamente los residuos, formando celdas, las cuales se cubrirán diariamente con una capa de tierra. Una vez concluida la vida útil de las celdas del relleno sanitario, estas se cubrirán con capas de tierra y se sembrarán especies nativas de la región de raíces poco profundas, contemplando la construcción de áreas verdes recreativas, canchas deportivas, viveros, etc., nunca siendo habitacionales.
- Área de separación fina de residuos.  
Para poder realizar la correcta gestión final de los residuos reciclables, es necesario tener una bodega de aproximadamente 500 m<sup>2</sup>, con conexión de luz trifásica, en la cual se instalara la maquinaria que ya se tiene: una banda de separación pequeña, en la cual posterior al depósito de los residuos reciclables por parte de las camionetas de recolección, se separa vía

manual, el plástico en sus diversas clasificaciones, el papel por calidades, el tetrabrik, el vidrio, las latas y el fierro; la prensa compactadora de cartón y papel que hace pacas de 1.50x.75x1.20 m de 450-600 kg y la máquina trituradora en hojuela de 250 kg/hr;150-250 kg, así mismo se cuenta con un montacargas pequeño que realiza las maniobras de acomodo y carga de los residuos reciclables ya empacados.

Esta bodega debe contar con toma de agua potable, drenaje, baño y diversas conexiones eléctricas de acuerdo al voltaje requerido, así mismo debe ser pertinente para el almacenaje de los residuos ya compactados e impedir que se mojen.

- Composta municipal

Prevía a la recolección diferenciada de los residuos orgánicos, se buscara un predio adecuado para la realización de una composta municipal, la cual debe tener características de poca inclinación para poder realizar una excavación de aproximadamente 1.5 m de profundidad por 10 m de largo, así mismo se lanzara una convocatoria donde personas interesadas en la realización de composteo y con previa acreditación de terrenos prudentes para esta actividad, puedan tener acceso gratuito de los residuos orgánicos recolectados en el Municipio, los cuales se entregaran de manera diferenciada, estos son restos de comida, sin cocinar y sin que contengan aceites, así como restos de chapeo, poda y jardinería en general, no se podrán aceptar maderas ya tratadas y heces de animales, pues estos residuos necesitan otro tratamiento.

- Resguardo del Parque Vehicular

Se requiere un espacio específico para el resguardo del parque vehicular del servicio público de manejo integral de residuos, el cual debe contar con un sistema de drenaje y alcantarillado propio para el lavado de los vehículos compactadores, camionetas y rejillas. Es recomendable que se encuentre próximo a la Cabecera Municipal para hacer más eficiente el desplazamiento de los camiones y del personal.

- Área destinada al personal

Sanitarios, regaderas, vestidores, comedor y casilleros para las necesidades básicas, aseo y resguardo de pertenencias durante el horario de trabajo para el personal del Servicio de Limpia Municipal.

### Vinculación con el proyecto:

En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto se vincula de manera positiva con el objetivo III del Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos del municipio de Huauchinango, toda vez que se refiere a la construcción de un relleno sanitario, con las características que marca la estrategia 1 del citado objetivo. De la misma manera, el proyecto contribuiría a solucionar la problemática identificada por el programa, ya que, con su ejecución, el municipio de Huauchinango contaría con un sitio apropiado de disposición final de los residuos sólidos urbanos que se generan en el municipio.

## III.2 REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN MÉXICO.

### III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP).

El polígono del proyecto incide en la **Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada "Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa"**, la cual fue recategorizada como tal el 9 de septiembre del año 2002. Lo anterior puede apreciarse en la imagen presentada a continuación.

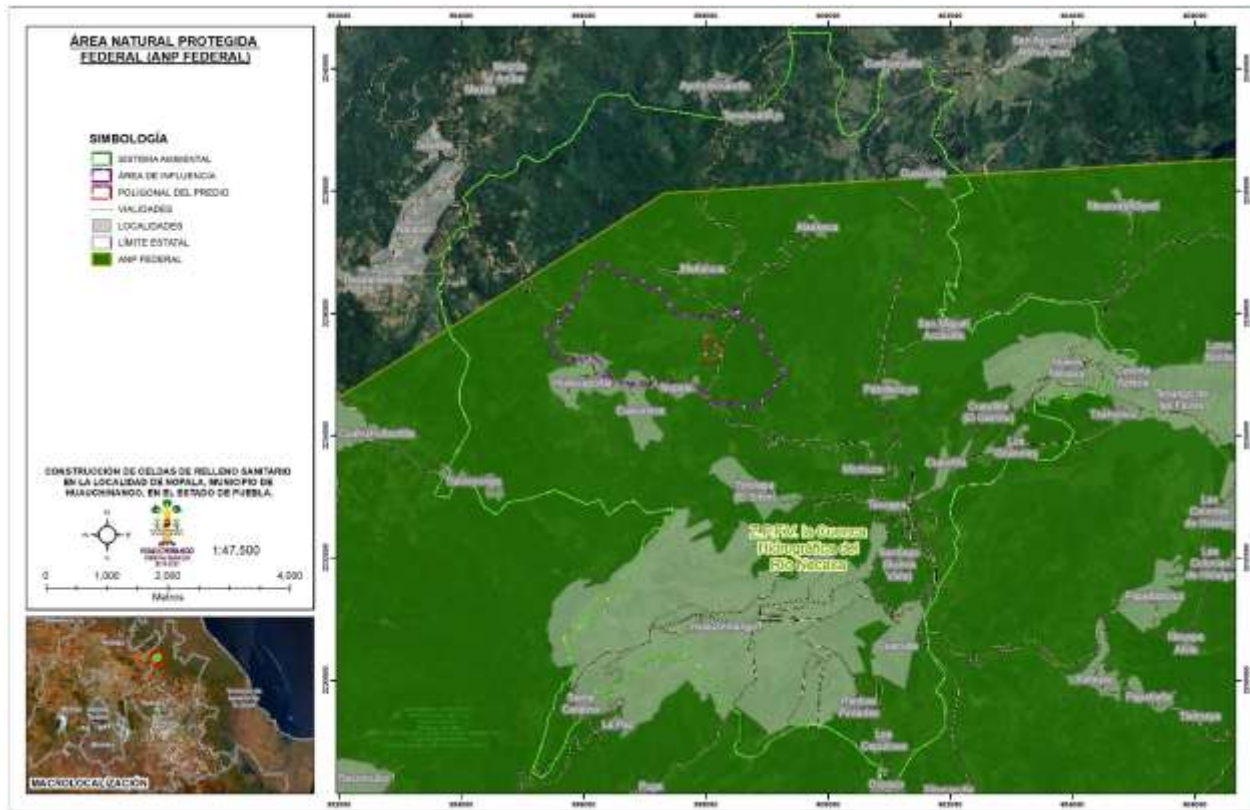


Imagen 3. Ubicación del proyecto en relación con el Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada "Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa."

Es importante mencionar que el Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada "Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, no cuenta a la fecha de elaboración de esta manifestación de impacto ambiental, con el programa de manejo correspondiente. En este sentido, se revisó el decreto de creación de la misma, respecto al cual se realizó la siguiente vinculación con el proyecto.



Tabla 6. Vinculación del proyecto con el Decreto de creación del Área Natural Protegida “Área de Protección de Recursos Naturales, la Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa.”

Artículo- Decreto de creación del Área Natural Protegida “Área de Protección de Recursos Naturales, la Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa	Vinculación con el proyecto.
<p><b>Artículo primero.</b> Se declara Zona Protectora Forestal Vedada los terrenos comprendidos dentro de los límites siguientes que corresponden a la Cuenca Hidrográfica del río Necaxa: Partiendo del cerro de Zempoala, situado al N.W. del poblado del mismo nombre, el lindero continúa con dirección S.W. hasta llegar al cerro de Cuachichiquila; de este punto se continúa con dirección W. para llegar al cerro de Tlalchaloya; de aquí se continúa con rumbo N.W. hasta llegar al paraje denominado Agua Linda, que se encuentra sobre el río de Los Reyes; de Agua Linda se continúa con rumbo N.W. hasta llegar a Acaxochitlán; de aquí se continúa con dirección N.E. hasta el cerro de Matlalucan, continuando la línea después con rumbo N.E. hasta llegar al paraje denominado Patla; de este punto se continúa con rumbo S.E. hasta llegar al cerro de Zempoala, que fue el punto de partida.</p>	<p>En relación con este artículo, el proyecto y su área de influencia se encuentran insertos en su totalidad dentro del polígono definido para el Área Natural Protegida “Área de Protección de Recursos Naturales, la Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa.</p>
<p><b>Artículo segundo.</b> Dentro de los límites fijados en el artículo anterior, se establecen zonas protectoras vedadas para cada uno de los vasos de almacenamiento en la extensión correspondiente a su cuenca alimentadora; fijándose, además una zona protectora con radio de un kilómetro alrededor de las plantas generadoras de energía eléctrica y obras conexas; quedando las referidas zonas protectoras sujetas a trabajos de reforestación.</p>	<p>Como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. Aunado a lo anterior, y en relación con la protección del ecosistema forestal dentro del área de influencia del proyecto, se propone capacitar al personal que trabajará en la obra, para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre, evitando en todo momento, realizar actos y omisiones que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria. Al mismo tiempo, se instruirá al personal para que evite en todo momento, arrojar o depositar en el suelo; basura, materiales, lodos u otros desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar el suelo y los escurrimientos hidrológicos presentes en el área de influencia del proyecto. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente provocados por el proyecto, puede consultarse a detalle en el</p>

<p>Artículo- Decreto de creación del Área Natural Protegida "Área de Protección de Recursos Naturales, la Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa</p>	<p>Vinculación con el proyecto.</p>
	<p>capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>En relación con la zona protectora de radio de 1 km alrededor de las plantas generadoras de energía eléctrica y obras conexas, se pudo corroborar durante la visita de campo, que el proyecto no se ubica, dentro de un radio de 1 km, en las cercanías de alguna planta generadora de energía eléctrica u obra conexas a la misma. Esta información recabada en campo coincide con la información proporcionada por la Unidad de Transparencia y Acceso a la información Pública en respuesta a la solicitud de información con número de folio 1816400134918 de fecha 4 de junio de 2018, mediante la cual se solicitó conocer la ubicación de las plantas generadoras de energía eléctrica y obras conexas dentro de la cuenca hidrográfica del Rio Necaxa. La mencionada Unidad de Transparencia informó que la Dirección Corporativa de Administración de la Comisión Federal de Electricidad señaló que: "una vez revisada la información contenida en el Sistema de Control y Administración de Bienes Inmuebles (SICABIN), así como la relación de los inmuebles cuya posesión física y jurídica fue entregada el 7 de octubre de 2015 por el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales a la Comisión Federal de Electricidad, no se encontraron registradas plantas generadoras y obras conexas ubicadas dentro de la cuenca hidrográfica del Río Necaxa". Aunado a lo anterior, las Empresas Productivas Subsidiarias de la CFE: Generación I y Generación VI mencionaron respectivamente lo siguiente: "Esta EPS Generación I, no cuenta con centrales u obras dentro de Cuenca Hidrográfica Rio Necaxa", "en el ámbito de la EPS CFE Generación VI, no se cuenta con plantas generadoras de energía eléctrica u obras conexas dentro de la cuenca hidrográfica del río Necaxa".</p>
<p><b>Artículo tercero.</b> Dentro de la zona protectora establecida, no se permitirán aprovechamientos forestales de carácter comercial, concretándolos únicamente a las necesidades domésticas y utilizando maderas muertas.</p>	<p>En relación con este artículo, es importante mencionar que el proyecto no pretende aprovechamiento forestal alguno. Por otro lado, cabe señalar que el proyecto requiere de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.17 ha, las cuales se encuentran actualmente cubiertas por vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se ha</p>

<p>Artículo- Decreto de creación del Área Natural Protegida "Área de Protección de Recursos Naturales, la Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa</p>	<p>Vinculación con el proyecto.</p>
	<p>regenerado secuencialmente; en estas áreas. Por otro lado, como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente provocados por el proyecto, puede consultarse a detalle en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p>
<p><b>Artículo cuarto.</b> El departamento Forestal y de Caza y Pesca, con la cooperación de las autoridades locales y los particulares, procederá a elaborar el programa de trabajos para la reforestación de dicha zona protectora.</p>	<p>Como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente provocados por el proyecto, puede consultarse a detalle en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p>
<p><b>Artículo quinto.</b> Con objeto de resolver los problemas económicos de los campesinos de la región, se procederá a integrar una comisión con un representante de las Secretarías de Agricultura y Fomento, de Economía Nacional, Departamento Agrario y Departamento Forestal y de Caza y Pesca, con objeto de estudiar y resolver los referidos problemas, formulándose un plan de trabajos para impulsar el cultivo de frutales preferentemente.</p>	<p>Toda vez que el proyecto se refiere a la construcción y operación de un Relleno Sanitario, se brindará trabajo a los lugareños, generando con ello derrama económica en el ámbito regional</p>

### III.2.2 Regiones Terrestres Prioritarias.

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tiene como objetivo determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que contengan una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, junto con una integridad ecológica funcional relevante y cuyas oportunidades de conservación sean reales. El proyecto se inserta dentro de la RTP 102 denominada "Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental", tal como se puede apreciar en la siguiente imagen.

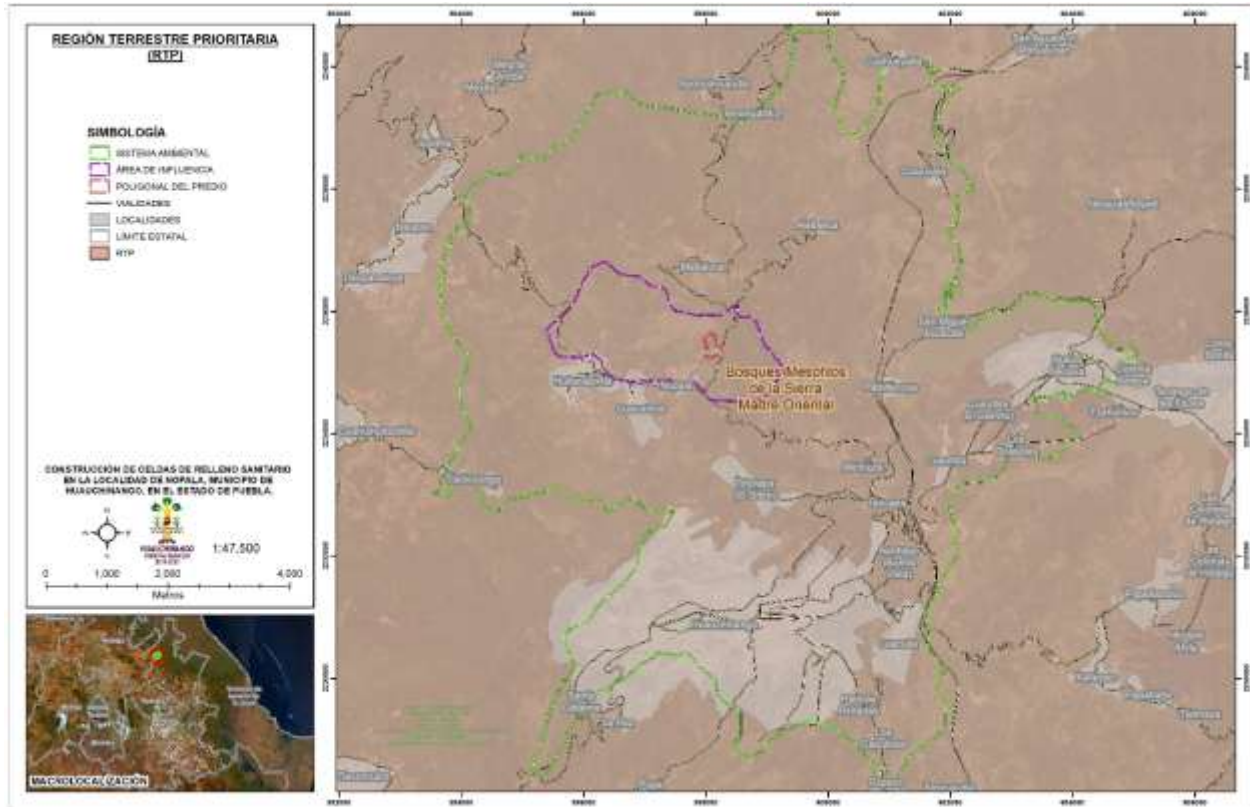


Imagen 4. Ubicación del proyecto respecto a la RTP 102 "Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental".

La ficha informativa de la RTP 102, menciona que, la región que abarca es prioritaria para la conservación debido a que integra a los bosques mesófilos representativos de la Sierra Madre Oriental. Las áreas de bosques mesófilos de montaña más integrados se encuentran al norte del área, al sur se encuentran fragmentos de bosque mesófilo de montaña, pero con vegetación secundaria y con pastizales inducidos. La parte central de esta RTP presenta mayor fragmentación del bosque mesófilo hacia la zona de Huayacocotla en donde se reporta *Magnolia macrophylla* var. *dealbata* (especie amenazada y de distribución restringida). Esta especie se localiza en las áreas de vegetación de bosque de pino-encino. Presenta además poblaciones grandes de helechos arborescentes, así como algunas turberas asociadas con flora rara.

A Continuación, se presentan los aspectos bióticos de ésta RTP, tal como son descritos en la ficha técnica.

Tabla 7. Aspectos bióticos de la RTP 102 y su valor para la conservación.

RTP 102 - Aspecto Biótico	Valor para la Conservación	Vinculación con el proyecto
<p><b>Diversidad ecosistémica.</b> Bosque mesófilo, encinares y bosques de <i>Pinus patula</i>. La parte sur de esta RTP está conformada por la cuenca alta del río Necaxa. Se ha descrito que, en las laderas medias, entre los 400 y los 800 msnm se encuentran selva lluviosa de</p>	<p>1. (Bajo)</p>	<p>En relación con la flora, se registraron en el sistema ambiental definido para el proyecto, las especies <i>Alsophila firma</i>, <i>Sphaeropteris horrida</i> y <i>Ostrya virginiana</i>, mismas que se encuentran sujetas a Protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT2010. Es importante mencionar que ninguna de las especies antes citadas, se registró en el polígono donde se pretende instalar la obra.</p>

RTP 102 - Aspecto Biótico	Valor para la Conservación	Vinculación con el proyecto
<p>montaña que involucra elementos de la selva alta, con la aparición de géneros de lauráceas. Cabe mencionar la abundancia de equisetos en los terrenos inundables de las vegas. A partir de los 800 msnm se inicia una interdigitación de bosques mesófilos con <i>Liquidambar</i> sp. y helechos arborecentes del género <i>Cyathea</i>, con bosques de pino y mixtos de pino-encino. En las cumbres, cerca de Pahuatlán, el bosque presenta muchos elementos de origen neártico. Hacia el sotavento de la sierra, existe otra interdigitación de bosques de pino, encino y mixtos de carácter subhúmedo. Cabe señalar que en las zonas xéricas de los cañones se encuentran relictos de cactáceas, <i>Cephalocereus</i> sp. y posiblemente <i>Neobuxbaumia</i> sp., que parecen ser especies nuevas y microendémicas.</p>		<p>Por otro lado, como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>De igual manera, es importante mencionar que el proyecto requiere la remoción de vegetación forestal, misma que corresponde a vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña. En este sentido, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente estudio técnico justificativo, para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.</p> <p>Finalmente, siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, enfocadas a la prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos del proyecto sobre la vegetación; se considera que el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del bosque mesófilo de montaña, ni para la diversidad de especies de flora y fauna que el mismo alberga.</p>
<p><b>Integridad Ecológica Funcional.</b> Los parches de vegetación natural tienen aún especies indicadoras de un buen estado de conservación de los hábitats.</p>	<p>4. (Alto)</p>	<p>En relación con este aspecto, cabe señalar que dentro de las 1.17 ha que requieren cambio de uso de suelo, la vegetación ahí presente ha sufrido a través de los últimos años una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico, como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural en forma de acahual.</p>
<p><b>Función como Corredor Biológico.</b> Es un corredor biológico por presentar bosques mesófilos interconectados entre la sierra Norte de Puebla y la región de Tlalchinol en Hidalgo.</p>	<p>3. (Alto)</p>	<p>En relación con este aspecto, se considera que, en función de las características, ubicación y alcances del proyecto, el mismo no representa una barrera significativa a los desplazamientos de la fauna que habita en la zona.</p> <p>Como medida de prevención, se contempla la capacitación al personal operativo del proyecto, para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre, evitando en todo momento realizar actos u omisiones, que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria.</p> <p>Como medida de protección de la fauna silvestre, se prevé el rescate y reubicación de ejemplares herpetofauna, antes y</p>

RTP 102 - Aspecto Biótico	Valor para la Conservación	Vinculación con el proyecto
		<p>durante las actividades de desmonte y despalme. Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética, para prevenir y reducir la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre de baja movilidad o de desplazamiento terrestre, como son anfibios, reptiles y mamíferos en las zonas de acceso vehicular al área del proyecto.</p> <p>Por otro lado, se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto, mismos que se encuentran descritas en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio ecosistémico del ecosistema en que se inserta, y tampoco para la diversidad biológica que el mismo alberga. Cabe destacar que dentro de las medidas propuestas, se incluyen acciones de protección y conservación de una superficie de 4.4 ha dentro de la poligonal del predio, con las cuales se contribuiría a genera y mantener nichos ecológicos aprovechables por la fauna local.</p>
<p>Fenómenos Naturales Extraordinarios. La cañada de Patla es una de las zonas más diversas en especies de lepidópteros papilionideos y alberga 80% de las especies conocidas en Puebla. Se presentan relictos xéricos en las cañadas.</p>	<p>2. <b>(Importante)</b></p>	<p>En relación con este aspecto, el proyecto no se ubica dentro o en las cercanías de una cañada.</p>
<p>Presencia de Endemismos. Principalmente para plantas y vertebrados terrestres.</p>	<p>2. <b>(Medio)</b></p>	<p>Durante la visita de campo no se registraron especies endémicas. Por otro lado, se tienen contemplada acciones para prevenir, mitigar y compensar la afectación al a vegetación causada por los impactos negativos del proyecto. Entre estas acciones destacan las acciones de protección y conservación de una superficie de 4.4 ha dentro de la poligonal del predio, con las cuales se contribuiría a generar y mantener nichos ecológicos aprovechables por la fauna local. Aunado a lo anterior, quedará prohibido al personal involucrado en el proyecto, la extracción de flora silvestre, principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En relación con lo anterior, se prevé la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo observe en todo momento, una actitud de respeto y protección de la flora y fauna silvestre.</p> <p>Finalmente, se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto, mismos que se encuentran descritas en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio ecosistémico del ecosistema en que se inserta, y tampoco para la diversidad</p>

RTP 102 - Aspecto Biótico	Valor para la Conservación	Vinculación con el proyecto
<p><b>Riqueza Específica.</b> Sobre todo, para plantas, principalmente en el bosque mesófilo, y vertebrados terrestres. En la parte sur se presentan 800 especies de mariposas diurnas, 300 especies de aves. Se reportan 19 especies de mamíferos. Se encuentran también las siguientes especies con estatus de protección especial: <i>Ostrya virginiana</i>, <i>Carpinus caroliniana</i>, <i>Cupressus montana</i>, <i>Ceratozamia mexicana</i>, <i>Magnolia schiedeana</i>, <i>Lontra longicaudis</i>, <i>Leopardus pardalis</i>, <i>Ramphastos sulfuratus</i>, <i>Pteroglossus torquatus</i>, <i>Penelope purpurascens</i> y <i>Boa constrictor</i>.</p>	<p>2. (Medio)</p>	<p>biológica que el mismo alberga.</p> <p>En relación con la flora, se registraron en el sistema ambiental definido para el proyecto, las especies <i>Alsophila firma</i>, <i>Sphaeropteris horrida</i> y <i>Ostrya virginiana</i>, mismas que se encuentran sujetas a Protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT2010. Es importante mencionar que ninguna de las especies antes citadas se registró en el polígono donde se pretende instalar la obra.</p> <p>Cabe mencionar que como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>En relación con la fauna, durante la visita de campo se registró la presencia de las siguientes especies: <i>Sceloporus grammicus</i> y <i>Barisia imbricata</i>, ambas sujetas a protección especial, así como la especie <i>Abronia graminea</i> considerada como amenazada, en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a la ornitofauna, se registraron las especies: <i>Accipiter striatus</i>, <i>Buteo albonotatus</i> y <i>Myadestes occidentalis</i>, todas sujetas a protección especial.</p> <p>Los muestreos de herpetofauna arrojaron el hallazgo de una sola especie para la poligonal del predio (PP), aunque se encontraron otras cinco especies en el sistema ambiental, pero en las cercanías a la PP, de tal forma que es altamente posible la presencia de dichas especies en la PP. En función de lo anterior, se proponen acciones de rescate y reubicación dirigidas a todas las especies de herpetofauna, que pudieran encontrarse durante las actividades del proyecto.</p> <p>Como medida de prevención, se contempla la capacitación al personal operativo del proyecto, para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre, evitando en todo momento realizar actos u omisiones que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria.</p> <p>Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética, para prevenir y reducir la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre de baja movilidad o de desplazamiento terrestres como son anfibios, reptiles y mamíferos en las zonas de acceso vehicular al área del proyecto.</p> <p>La totalidad de las medidas y acciones contempladas para la prevención y mitigación de los impactos negativos del proyecto sobre la fauna silvestre, se pueden consultar en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. En este sentido, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos</p>

RTP 102 - Aspecto Biótico	Valor para la Conservación	Vinculación con el proyecto
		negativos al ambiente generados por el proyecto, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, y tampoco para la diversidad biológica que el mismo alberga. Cabe destacar que dentro de las medidas propuestas se incluyen acciones de protección y conservación de una superficie de 4.4 ha dentro de la poligonal del predio, con las cuales se contribuiría a generar y mantener nichos ecológicos aprovechables por la fauna local.
<b>Función como centro de origen y diversificación natural.</b> Información no disponible.	<b>0. (Se desconoce)</b>	En relación con este aspecto, toda vez que la RTP 102 no señalara información al respecto, el proyecto no presenta vinculación con el mismo.

Respecto a los aspectos antropogénicos, la problemática ambiental identificada, de acuerdo a la ficha técnica de esta RTP, es la siguiente: "Existe una alta fragmentación de los hábitats debido a tasas altas de desmonte. Aparentemente, uno de los principales problemas es la extracción inmoderada de madera de pino." A continuación, se citan los aspectos antropogénicos de la RTP 102 "Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental." y su valor para la conservación.

Tabla 8. Aspectos antropogénicos de la RTP 102 y su valor para la conservación

RTP 102 - Aspecto Antropogénico	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto
<b>Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.</b> Para la especie <i>Pinus patula</i>	<b>2. (Importante)</b>	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este aspecto.
<b>Pérdida de superficie original.</b> La pérdida de la superficie original se considera de hasta 60%.	<b>2. (Medio)</b>	En relación con este aspecto, es importante mencionar que el proyecto requiere la remoción de vegetación forestal en una superficie de 1.17 ha, misma que corresponde a vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña. En este sentido, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente estudio técnico justificativo para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente. Cabe señalar que dentro de las 1.17 ha que requieren cambio de uso de suelo, la vegetación ahí presente ha sufrido a través de los últimos años, una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente en estas áreas, es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la



RTP 102 - Aspecto Antropogénico	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto
		<p>poligonal del proyecto, un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural en forma de acahual.</p> <p>Por otro lado, como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>En función de lo arriba citado, se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad e las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto, enfocadas a la protección y conservación de la vegetación, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad de plantas que en el mismo existen.</p>
<p><b>Nivel de fragmentación de la región.</b> Actualmente sólo hay parches aislados de bosques mesófilos por lo que es importante conservarlos.</p>	<p>3. (Alto)</p>	<p>Toda vez que el proyecto requiere la remoción de vegetación forestal en una superficie de 1.17 ha, se deberá presentar en tiempo y forma, el correspondiente estudio técnico justificativo para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.</p> <p>Cabe señalar que dentro de las 1.17 ha que requieren cambio de uso de suelo, la vegetación ahí presente ha sufrido a través de los últimos años, una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural en forma de acahual.</p> <p>Por otro lado, como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción, pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>En función de lo arriba citado, se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto, enfocadas a la protección y conservación de la vegetación, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad de plantas que en el mismo existen.</p>
<p>Cambios en la densidad poblacional.</p>	<p>1. (Estable)</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, se considera que el mismo no presenta vinculación con este</p>

RTP 102 - Aspecto Antropogénico	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto
El crecimiento de la población se mantiene estable		criterio.
<p><b>Presión sobre especies clave.</b> La tala ha afectado a especies como <i>Pinus patula</i> en Hidalgo y Puebla.</p>	3. (Alto)	<p>En relación con este criterio, el proyecto requiere la remoción de vegetación forestal en una superficie de 1.17 ha, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente estudio técnico justificativo para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.</p> <p>Cabe señalar que dentro de las 1.17 ha que requieren cambio de uso de suelo, la vegetación ahí presente ha sufrido a través de los últimos años, una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto, un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural en forma de acahual.</p> <p>Por otro lado, como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>En función de lo arriba citado, se considera que, siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto, enfocadas a la protección y conservación de la vegetación, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad de plantas que en el mismo existen.</p>
<p><b>Concentraciones de especies en riesgo.</b> Cabe mencionar a <i>Dendrotyx barbatus</i>, <i>Ara militaris</i> y otras aves de distribución restringida, así como especies de árboles raros y amenazados como <i>Ostrya sp.</i>, <i>Cornus florida</i>, <i>Podocarpus sp.</i>, <i>Fagus mexicana</i>, <i>Magnolia macrophylla</i>.</p>	2. (Medio)	<p>En relación con las especies en riesgo, respecto a la flora, se registraron en el sistema ambiental definido para el proyecto, las siguientes especies listadas en esta norma: <i>Alsophila firma</i> – Sujeta a Protección especial. <i>Sphaeropteris horrida</i> – Sujeta a Protección especial. <i>Ostrya virginiana</i> – Sujeta a Protección especial.</p> <p>Es importante mencionar que ninguna de las especies arriba citadas se registró en el polígono donde se pretende instalar la obra. Por otro lado, como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>Por otro lado, es importante mencionar que el proyecto requiere la remoción de vegetación forestal, misma que</p>

RTP 102 - Aspecto Antropogénico	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto
		<p>corresponde a vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña. En este sentido, se deberá presentar en tiempo y forma, el correspondiente estudio técnico justificativo para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.</p> <p>Cabe señalar que dentro de las 1.17 ha que requieren cambio de uso de suelo, la vegetación ahí presente ha sufrido a través de los últimos años una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural en forma de acahual.</p> <p>Finalmente, se considera que, siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad de especies de flora y fauna que el mismo alberga. Respecto a la fauna, durante la visita de campo, se registraron las siguientes especies listadas en alguna categoría de esta norma.</p> <p><b>Reptiles:</b>  <i>Sceloporus grammicus</i> – Sujeta a Protección Especial.  <i>Barisia imbricata</i> - Sujeta a Protección Especial  <i>Abronia graminea</i> - Amenazada</p> <p><b>Aves</b>  <i>Accipiter striatus</i> - Sujeta a Protección Especial.  <i>Buteo albonotatus</i>- Sujeta a Protección Especial.  <i>Myadestes occidentalis</i> - Sujeta a Protección Especial.</p> <p>Los muestreos de herpetofauna arrojaron el hallazgo de una sola especie para la poligonal del predio (PP), aunque se encontraron otras cinco especies en el sistema ambiental, pero en las cercanías a la PP, de tal forma que es altamente posible la presencia de dichas especies en la PP. En función de lo anterior, se proponen acciones de rescate y reubicación dirigidas a todas las especies de herpetofauna, que pudieran encontrarse durante las actividades del proyecto.</p> <p>Como medida de prevención, se contempla la capacitación al personal operativo del proyecto, para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre, evitando en todo momento realizar actos u omisiones que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria.</p>

RTP 102 - Aspecto Antropogénico	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto
		<p>Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética, para prevenir y reducir la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre de baja movilidad o de desplazamiento terrestre como son anfibios, reptiles y mamíferos en las zonas de acceso vehicular al área del proyecto.</p> <p>La totalidad de las medidas y acciones contempladas para la prevención y mitigación de los impactos negativos del proyecto sobre la fauna silvestre, se pueden consultar en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. En este sentido, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, y tampoco para la diversidad biológica que el mismo alberga. Cabe destacar que dentro de las medidas propuestas, se incluyen acciones de protección y conservación de una superficie de 4.4 ha dentro de la poligonal del predio, con las cuales se contribuiría a generar y mantener nichos ecológicos aprovechables por la fauna local.</p>
<p><b>Prácticas de manejo inadecuado.</b> Principalmente debido a la ganadería.</p>	3. (Alto)	En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con este aspecto.

Finalmente se presentan a continuación los aspectos de conservación de la RTP 102 "Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental." Así como su respectivo valor para la conservación.

Tabla 9. Aspectos de conservación de la RTP 102 y su valor para la conservación.

RTP 102 - Aspecto de Conservación	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto
<p><b>Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.</b> Probablemente media, pues, aunque uno de los principales problemas es la tala para construir potreros, sí existen programas de manejo para el bosque de <i>Pinus patula</i>.</p>	2. (Medio)	<p>En relación con este aspecto, es importante mencionar, que, si bien el proyecto y su área de influencia inciden el Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada "Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa", misma que a la fecha no cuenta con el programa de manejo correspondiente.</p> <p>Por otro lado, el proyecto no pretende la construcción de potreros, sin embargo, si requiere cambio de uso de suelo en una superficie de 1.17 ha que corresponden a vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña, por lo cual deberá presentarse en tiempo y forma la correspondiente solicitud mediante un estudio técnico justificativo.</p> <p>Finalmente, cabe señalar que durante la visita de campo no se registro la presencia de la especie <i>Pinus patula</i>, sino de este género únicamente se observó la presencia de <i>Pinus pseudostrobus</i>.</p>

RTP 102 - Aspecto de Conservación	Valor para la conservación	Vinculación con el proyecto
<p><b>Importancia de los servicios ambientales.</b> Las cuencas hidrológicas de los ríos Tuxpan Madera y Necaxa, generan 3% de la energía eléctrica en México con las represas Los Reyes, El Tejocotal, Necaxa y Tenango.</p>	3. (Alto)	En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con el mismo.
<p><b>Presencia de grupos organizados.</b> Cañada de Patla A.C. La Compañía de Luz y Fuerza del Centro ha realizado acciones de reforestación entre Tepexi y Necaxa.</p>	1. (Bajo)	En función de las características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con el mismo.

### III.2.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

En el año 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició el programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, tomando en consideración las características de biodiversidad así como los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, estableciendo un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de los planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. El programa de las Regiones Hidrológicas Prioritarias es parte de una serie de estrategias elaboradas por la CONABIO para promocionar a nivel nacional el conocimiento y conservación de la biodiversidad del país. El polígono del proyecto no incide en algún RHP, no obstante, su área de influencia incide en la RHP 76 denominada "Río Tecolutla", tal como se puede apreciar en la siguiente imagen.

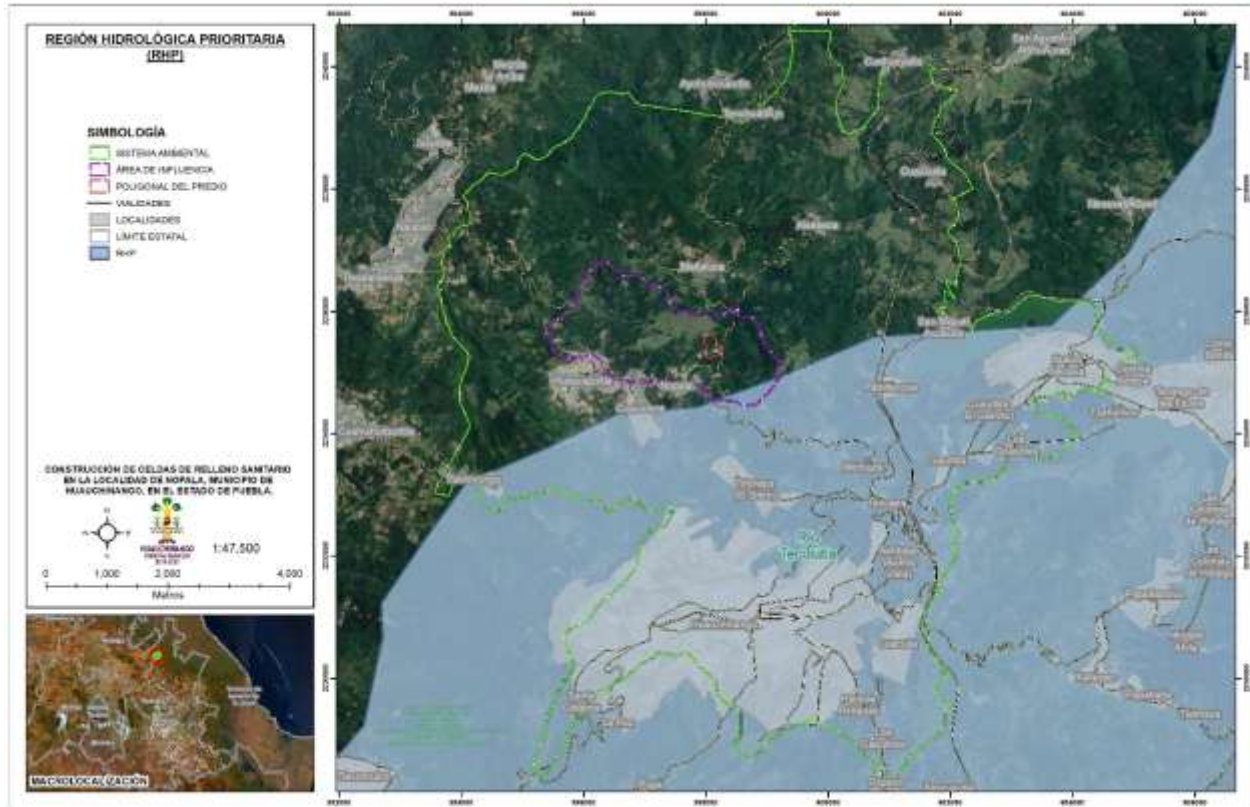


Imagen 5. Ubicación del proyecto respecto a la RHP "Rio Tecolutla".

La ficha informativa de la RHP 76 publicada por la CONABIO, señala la siguiente problemática aspectos de conservación en esta región:

#### Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, modificación de la vegetación excepto en cañadas, ganadería extensiva, pérdida de suelos por deslave, desecación de ríos y mantos freáticos. Monocultivo de maíz y manejo inadecuado del suelo.
- Contaminación: por agroquímicos que afectan el cultivo de la vainilla. Coliformes en la cuenca baja y media.
- Uso de recursos: existen recursos gaseros, abastecimiento de agua y riego.

#### Conservación:

Preocupa la tala inmoderada en la cuenca alta y se requiere de un control de coliformes en la cuenca media y baja. Se considera uno de los ríos mejor conservados de Veracruz. Faltan conocimientos generales de la zona.

#### Vinculación con el proyecto:

Es importante mencionar que el proyecto no incide en algún cuerpo de agua, cauce o escurrimiento. Por otro lado, en función de sus características y alcances, se considera que su ejecución, no

representa una amenaza para los objetivos de conservación de la RHP 76 de nominada "Río Tecolutla", lo anterior siempre y cuando se ejecuten en tiempo y forma las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales negativos del proyecto. Entre dichas medidas, para prevenir la contaminación del suelo y los cuerpos de agua en la región, se prevé la capacitación del personal involucrado en el proyecto, para que el mismo reconozca la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como la obligación de evitar depositar basura, residuos, lodos o desechos en el suelo, o en cualquier otro lugar no autorizado para ello, esto para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos, lodos, o residuos puedan contaminar y/o obstruir cauces o cuerpos de agua en la región. Aunado a lo anterior, se dispondrán contenedores con tapa en los frentes de trabajo, para que el personal a pie de obra deposite en ellos este tipo de residuos, mismos que serán transportados posteriormente al sitio autorizado más cercano, para su recolección y disposición por parte de los servicios de limpia municipales. Como generador de residuos sólidos urbanos, y de manejo especial, se deberán buscar formas para reducir al mínimo la generación de dichos residuos, y siempre que sea posible, procurar que los mismos sean biodegradables en el menor tiempo posible.

### III.2.4 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad (SPTCB).

La definición de los Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad (SPTCB) se realizó con base en el análisis de los elementos de la biodiversidad de interés para la conservación y los factores de presión que los amenazan. Los SPTCB están representados por hexágonos de 256 km<sup>2</sup> y se clasifican en tres niveles de prioridad: alta, extrema y media. Los sitios categorizados como de prioridad extrema y alta, son considerados como irremplazables y de mayor prioridad a escala nacional. Es importante mencionar que más allá de la clasificación de los sitios en categorías de prioridad, los mismos no definen criterios explícitos de conservación para cada una de las categorías.

El proyecto incide en un SPTCB considerando de importancia extrema, tal como se puede apreciar en la imagen siguiente.

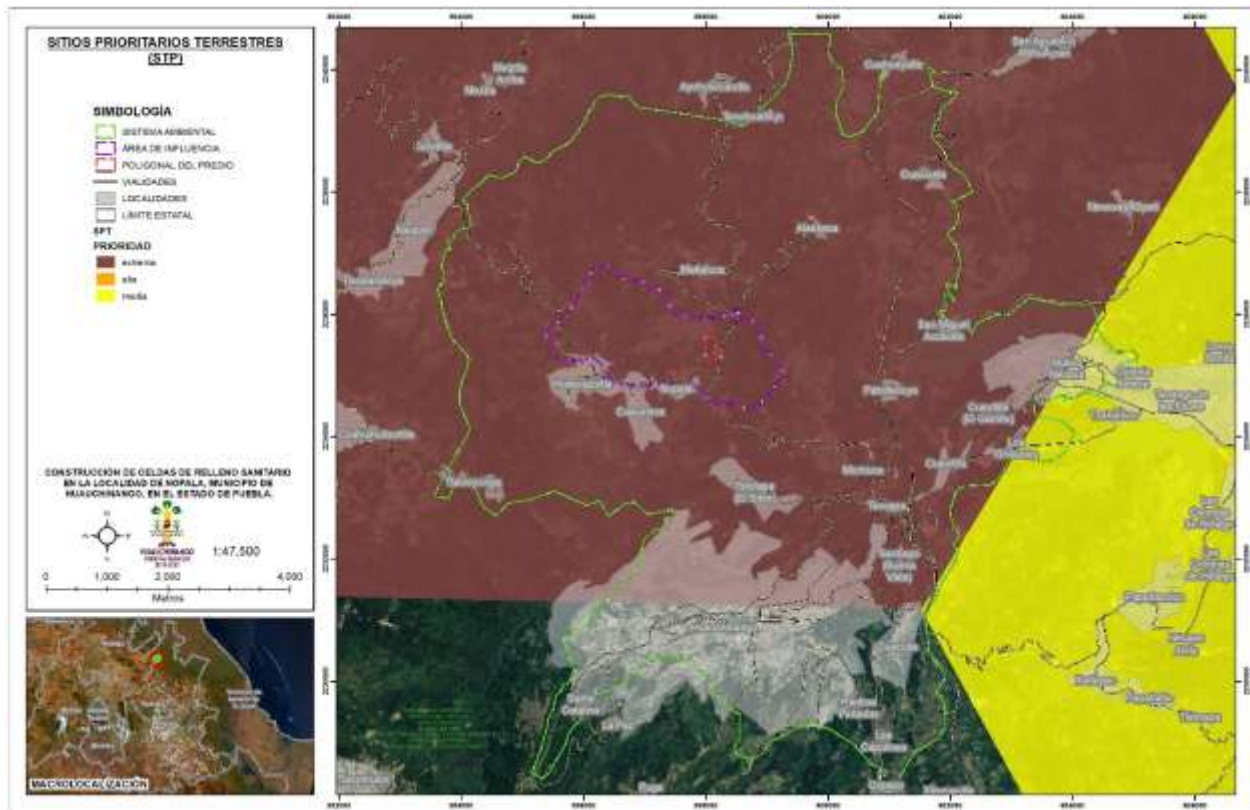


Imagen 6. Ubicación del proyecto respecto a los SPTCB.

### Vinculación con el proyecto:

En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se considera que, siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad de especies de flora y fauna que el mismo alberga.

### III.2.5 Categoría de prioridad para la conservación del bosque mesófilo de montaña en México.

Los bosques de niebla, o mesófilos, son reconocidos mundialmente por ser ecosistemas con elevada biodiversidad. De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 2010), este tipo de ecosistemas están severamente amenazados en México, motivo por el cual, se han identificado regiones de Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) en nuestro país en donde las acciones de conservación y manejo sustentable son más urgentes. En siguiente imagen, se puede observar que el proyecto motivo de este estudio se ubica dentro de la región III denominada "Huasteca Alta Hidalguense", y dentro de ésta en la subregión: 3.2 "Mesofilos de San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan", la cual tiene asignada una prioridad de conservación Alta.



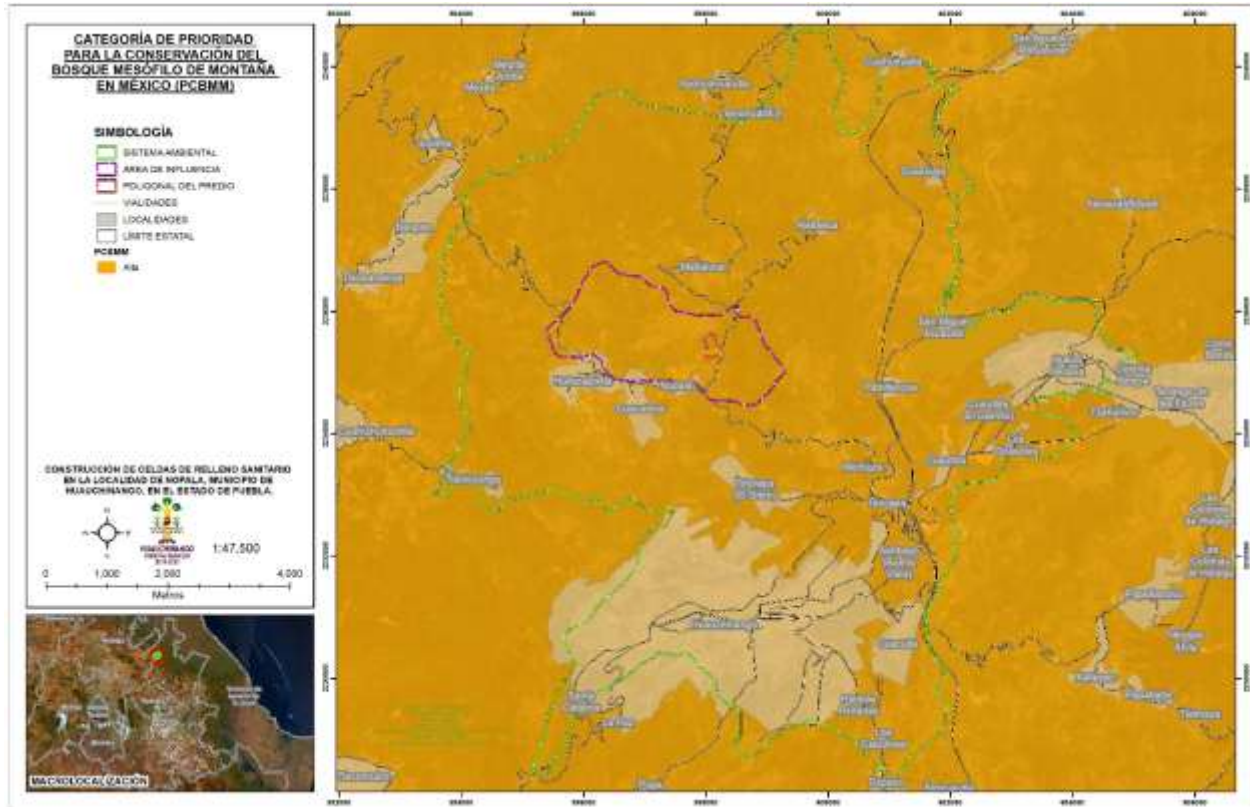


Imagen 7. Ubicación del proyecto respecto a las categorías de prioridad del BMM.

De acuerdo con el estudio publicado por la CONABIO (2010) "El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible", los BMM de la subregión 3.2 son los más fragmentados y degradados de la región III y por consiguiente albergan una menor riqueza biológica, incluyendo especies endémicas y exclusivas del BMM, por lo que su valor de calidad es menor.

El mismo estudio arriba citado de la CONABIO, menciona que los remanentes de Bosque Mesófilo de Montaña de la subregión 3.2 presentan niveles de amenaza altos debido principalmente a la alta densidad poblacional tanto dentro del BMM como en su área de influencia, donde las poblaciones humanas presentan niveles de marginación alto y muy alto. Respecto a este punto, las amenazas a los remanentes de BMM incluyen una fuerte presión en la demanda de recursos maderables y no maderables por parte de los pobladores locales.

El estudio realizado por la CONABIO (2010) presenta una serie de recomendaciones para la conservación del BMM en la región III "Huasteca Alta Hidalguense", de las cuales el proyecto se vincula con la siguiente:

*Establecer estrategias de restauración ecológica en toda la subregión que incluya retención de suelos en sitios con una elevada pendiente y reversión de la erosión. Esto, debido a que la afectación del BMM en la subregión Mesófilos de San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan es generalizada. La*

*cafeticultura de sombra podría representar una estrategia para la restauración de sitios degradados de BMM en los Mesófilos de San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan*

### Vinculación con el proyecto:

En función de sus características y alcances, se considera que el proyecto no representa una amenaza para la conservación del BMM siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma las medidas de mitigación y compensación de los impactos ambientales negativos generados por el proyecto. Entre dichas medidas destaca la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.

Por otro lado, el proyecto requiere la remoción de vegetación forestal en una superficie de 1.17 ha, misma que corresponde a vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña. En este sentido, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente estudio técnico justificativo, para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente. Es importante mencionar que dentro de las 1.17 ha que requieren cambio de uso de suelo, la vegetación ahí presente ha sufrido a través de los últimos años una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural y espontánea en forma de acahual.

Finalmente, durante la visita de campo se registraron en el sistema ambiental definido para el proyecto, las especies *Alsophila firma*, *Sphaeropteris horrida* y *Ostrya virginiana*, mismas que se encuentran sujetas a Protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT2010. En relación con estas especies, es importante mencionar que ninguna de ellas se registró en el polígono donde se pretende instalar la obra y por lo tanto no serán afectadas.

## III.3 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

### III.3.1 Leyes y Reglamentos Federales.

#### *III.3.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.*

Esta Ley, es reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Lo dispuesto por esta Ley es de orden público e interés social.

Tabla 10. Vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

LGEEPA - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 28.</b> La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p><b>VII.-</b> Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas</p> <p><b>XI.</b> Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.</p>	<p>Se presenta esta manifestación de impacto ambiental, en cumplimiento de lo que establece este artículo, y la fracción citada.</p>
<p><b>Artículo 30.</b> Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>La presente manifestación de impacto ambiental tiene por objeto el cumplimiento, en tiempo y forma, de lo establecido en este artículo.</p>
<p><b>Artículo 37 TER.</b> Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.</p>	<p>Se deberán observar las Normas Oficiales Mexicanas, que en materia ambiental resulten aplicables.</p>
<p><b>Artículo 110.</b> Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><b>II.</b> Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>Se deberán llevar a cabo las acciones preventivas y en su caso correctivas, que sean necesarias para reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos, que se generen por la operación del proyecto.</p> <p>Cabe mencionar que, en función de las características del proyecto, se prevé la generación de biogás producto de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos, en este sentido, se tiene prevista la instalación de pozos de venteo mediante la colocación de tubos de polietileno de alta densidad, para permitir la salida de gas; los detalles de estas acciones pueden consultarse en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental. Una vez clausurado el proyecto, será necesario controlar los gases que seguirán emitiéndose, lo cual se hará a través de</p>

LGEEPA - Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p>los pozos de funcionamiento pasivo, mismos que serán construidos desde el inicio de la operación, y cuyo funcionamiento se describe a detalle en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p><b>Artículo 113.</b> No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.</p>	<p>En todo momento se deberá evitar la emisión de contaminantes atmosféricos, que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, observando lo que esta Ley establece, sus reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas en la materia expedidas por la SEMARNAT.</p> <p>Para reducir al mínimo la emisión de contaminantes atmosféricos, producidos por los vehículos utilizados tanto en la etapa constructiva como operativa del proyecto, se realizará el mantenimiento mecánico preventivo y en su caso correctivo, que resulte necesario para que los mismos operen bajo los límites establecidos por la normas oficial mexicana que resulte aplicable, dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p> <p>Por otro lado, toda vez que se prevé la generación de biogás producto de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos, en este sentido, se tiene prevista la instalación de pozos de venteo mediante la colocación de tubos de polietileno de alta densidad para permitir la salida de gas; los detalles de estas acciones pueden consultarse Enel capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental. Una vez clausurado el proyecto, será necesario controlar los gases que seguirán emitiéndose, lo cual se hará a través de los pozos de funcionamiento pasivo, mismos que serán construidos desde el inicio de la operación, y cuyo funcionamiento se describe a detalle, en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p><b>Artículo 117.</b> 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.</p>	<p>En relación con el componente hídrico, es importante señalar que en el predio donde se pretende el desarrollo del proyecto, no se encuentran cuerpos de agua temporales ni intermitentes, que pudieran resultar afectados por las distintas obras pretendidas. No obstante, es importante mencionar que dentro del SA se encuentra la presa de Necaxa; sin embargo, la distancia a ese cuerpo de agua es de 2.9 Km en línea recta, por lo que se reitera que no existirá</p>

LGEEPA - Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p>afectación a cuerpos de agua.</p> <p>Por otro lado, y para para contribuir a la prevención de la contaminación de los escurrimientos presentes en la región, se prevé la capacitación del personal involucrado en el proyecto, para que el mismo reconozca la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como la obligación de evitar depositar basura, residuos, lodos o desechos en el suelo, o en cualquier otro lugar no autorizado para ello, esto para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos, lodos, o residuos puedan contaminar y/o obstruir cauces o cuerpos de agua en la región. Aunado a lo anterior, se dispondrán contenedores con tapa en los frentes de trabajo, para que el personal a pie de obra deposite en ellos este tipo de residuos, mismos que serán transportados posteriormente al sitio autorizado más cercano, para su recolección y disposición por parte de los servicios de limpia municipales.</p>
<p><b>Artículo 134.</b> Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><b>II.</b> Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p> <p><b>III.</b> 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;</p>	<p>En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto contribuiría a regular la disposición final de residuos dentro del municipio de Huauchinango, al proveer al municipio con un relleno sanitario de alta compactación categoría A.</p>
<p><b>Artículo 150.</b> Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría.</p>	<p>Respecto a los residuos peligrosos, en caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos peligrosos, los mismos serán separados y trasladados a un almacén temporal, con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados, considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal, serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior se levantará un reporte para dar aviso a la autoridad correspondiente, y que la</p>

LGEEPA - Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p>misma proceda a identificar el posible origen de estos residuos. Una vez identificado su origen, será la autoridad correspondiente la que se haga cargo de contactar al generador y aplicar las sanciones correspondientes.</p>
<p><b>Artículo 155.</b> 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. 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.</p>	<p>Siempre que se genere ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y contaminación visual; se deberá observar lo establecido en esta Ley y las que resulten aplicables, cumpliendo con los límites establecidos en las mismas, y llevando a cabo las acciones preventivas, y en su caso correctivas, que sean necesarias para evitar los efectos perjudiciales de dichos contaminantes.</p>

- *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.*

Este ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Tabla 11. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo REIA-LGEEPA	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 5.</b> Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: <b>O)</b> Cambio de uso de suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. <b>I.</b> Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal. <b>S)</b> Obras en Áreas Naturales Protegidas: Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.</p>	<p>Toda vez que el proyecto se ubica dentro del Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada "Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa", y que requiere de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 1.17 ha, se presenta esta manifestación de impacto ambiental, en observancia de los incisos citados.</p>
<p><b>Artículo 9.</b> Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.</p>	<p>En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se presenta esta manifestación de impacto ambiental en su modalidad Particular Sin Riesgo</p>

- *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.*

El presente Reglamento, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en lo referente a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

Tabla 12. Vinculación del proyecto con las disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Artículo del RPCCA- LGEEPA	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 13.</b> Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>Se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera, que se generen por efecto de la construcción y operación del proyecto.</p> <p>Se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos que se utilicen durante el proyecto cumplan, con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p> <p>Por otro lado, toda vez que se prevé la generación de biogás producto de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos, en este sentido, se tiene prevista la instalación de pozos de venteo mediante la colocación de tubos de polietileno de alta densidad, para permitir la salida de gas; los detalles de estas acciones pueden consultarse En el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental. Una vez clausurado el proyecto, será necesario controlar los gases que seguirán emitiéndose, lo cual se hará a través de los pozos de funcionamiento pasivo, mismos que serán construidos desde el inicio de la operación, y cuyo funcionamiento se describe a detalle en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p><b>Artículo 28.</b> Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes</p>	<p>Siempre que se emitan olores, gases, partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se deberá atender a los límites máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que la Secretaría expide a tal efecto, en coordinación con las secretarías de Economía y Energía.</p> <p>Se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites</p>

Artículo del RPCCA- LGEEPA	Vinculación con el proyecto
en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).

### III.3.1.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Esta Ley es reglamentaria de lo que dispone la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de los residuos en el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social. A continuación, en la tabla siguiente se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones de esta Ley.

Tabla 13. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su vinculación con el proyecto.

LGPGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 2.</b></p> <p>En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:</p> <p><b>I.</b> El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar;</p> <p><b>II.</b> Sujetar las actividades relacionadas con la generación y manejo integral de los residuos a las modalidades que dicte el orden e interés público para el logro del desarrollo nacional sustentable;</p> <p><b>VIII.</b> La disposición final de residuos limitada sólo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada.</p> <p><b>IX.</b> La selección de sitios para la disposición final de residuos de conformidad con las normas oficiales mexicanas y con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano;</p>	<p>En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto, y siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto; se considera que el mismo contribuiría a mejorar la calidad ambiental del municipio de Huauchinango, al proveer al mismo con un sitio adecuado y moderno para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, generados por la población de este municipio, reduciendo con ello la problemática detectada por el municipio respecto a la ineficiente disposición de residuos que existe al interior del municipio, al no contar el mismo con un relleno sanitario apropiado, dentro de su jurisdicción.</p> <p>Por otro lado, se tienen contempladas acciones de separación de los residuos que sean susceptibles de reciclaje, a través de una selección de subproductos de residuos sólidos con base a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-22-1985. Para lo cual se construirá una línea de bandas, las cuales serán operadas por personal calificado y con experiencia en la separación de los diferentes subproductos de los RSU, el personal será en la primera fase alrededor de 40 personas, las cuales separarán el material susceptible a reciclaje. Los detalles de estas acciones pueden consultarse en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental. Con base en lo arriba citado, se considera que el proyecto se atiene a lo estipulado por la fracción VIII del artículo citado.</p>



LPGGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p>En observancia de lo que establece la fracción, IX de este artículo, la selección del sitio para la construcción y operación del proyecto, se realizó con base en los estudios y criterios que indican las normas aplicables al caso. Por otro lado, en este mismo capítulo, se presenta la vinculación del proyecto con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano aplicables.</p>
<p><b>Artículo 5.</b> Para los efectos de esta Ley se entiende por:</p> <p>V. Disposición Final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;</p> <p>XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo se define como una obra de construcción de una instalación para la correcta disposición final de residuos sólidos urbanos, toda vez que su diseño contempla las características necesarias para confinar permanentemente de manera segura y eficiente, los residuos sólidos urbanos que se generen dentro del municipio de Huauchinango.</p>
<p><b>Artículo 10.</b> Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.</p> <p>III. Controlar los residuos sólidos urbanos;</p> <p>IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta Ley y la legislación estatal en la materia</p> <p>X. Coadyuvar en la prevención de la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos y su remediación</p>	<p>El promovente de la presente manifestación de impacto ambiental, es precisamente el municipio de Huauchinango, mismo que, de acuerdo con lo que establece este artículo, es el encargado de el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, en donde se incluye la disposición final de los mismos.</p> <p>El proyecto representa el esfuerzo del gobierno municipal de Huauchinango, por dar cumplimiento a la responsabilidad de proveer el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, contribuyendo de esta manera, a la prevención de la contaminación del municipio que pudiera darse a falta de un sitio adecuado para la disposición segura y eficiente de los residuos sólidos urbanos.</p>
<p><b>Artículo 16.</b> La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo</p>	<p>Se deberá observar lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligroso. En caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos peligrosos, los mismos serán separados y trasladados a un almacén temporal, con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas, de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán</p>

LGPGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p>almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal, serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior, se levantará un reporte para dar aviso a la autoridad correspondiente, y que la misma proceda a identificar el posible origen de estos residuos. Una vez identificado su origen, será la autoridad correspondiente la que se haga cargo de contactar al generador y aplicar las sanciones correspondientes.</p>
<p><b>Artículo 18.</b></p> <p>Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.</p>	<p>En relación con lo que dispone este artículo, el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos. Huauchinango, Puebla, establece dentro de sus objetivos el siguiente:</p> <p><i>II. Generar estrategias que permitan el aprovechamiento de residuos potencialmente reciclables y orgánicos.</i></p> <p>Como estrategia para lograr el objetivo arriba citado, se menciona lo siguiente:</p> <p>1. <i>Limitar la disposición de RSU en un relleno sanitario para aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuado con el diseño e implementación de campaña "Juega limpio" para la separación de RSU entre la ciudadanía dando difusión a través de pláticas, talleres, capacitaciones y campañas publicitarias a cada segmento de la sociedad.</i></p> <p>En función de lo arriba citado, así como de los alcances del proyecto sometido a evaluación de impacto ambiental, se espera que los residuos sólidos urbanos recolectados para su disposición final en el relleno sanitario objeto de este proyecto, sean únicamente aquellos cuya valorización o tratamiento, sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuado.</p>
<p><b>Artículo 22.</b></p> <p>Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.</p>	<p>En caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos que sean identificados como peligrosos con base en las Normas Oficiales Mexicanas, serán separados y trasladados a un almacén temporal con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas, de tal</p>

LPGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p>manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal, serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior se levantará un reporte para dar aviso a la autoridad correspondiente, y que la misma proceda a identificar el posible origen de estos residuos. Una vez identificado su origen, será la autoridad correspondiente, la que se haga cargo de contactar al generador y aplicar las sanciones correspondientes.</p>
<p><b>Artículo 40.</b> Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</p>	<p>El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos, se hará conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas.</p>
<p><b>Artículo 42.</b> Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	<p>En caso de que durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos que sean identificados como peligrosos con base en las Normas Oficiales Mexicanas, serán separados y trasladados a un almacén temporal con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas, de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal, serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior se levantará un reporte para dar aviso a la autoridad correspondiente, y que la misma proceda a identificar el posible origen de estos residuos. Una vez identificado su origen, será la autoridad correspondiente la que se haga cargo de contactar al generador y aplicar las sanciones correspondientes.</p> <p>Siempre que se contraten los servicios de empresas o gestores para el manejo de residuos peligrosos, se deberá corroborar que dichas empresas cuentan con la debida autorización vigente expedida por la</p>

LPGGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para llevar a cabo ese servicio.
<p><b>Artículo 43.</b> Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.</p>	<p>Toda vez que se prevé la posibilidad de encontrar residuos considerados peligrosos con base en las Normas Oficiales Mexicanas, se contará dentro de las instalaciones con un almacén temporal con las características necesarias para garantizar la seguridad de las personas, de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p>
<p><b>Artículo 54.</b> Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>	<p>En caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos que sean identificados como peligrosos con base en las Normas Oficiales Mexicanas, serán separados y trasladados a un almacén temporal con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas, de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal serán, recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior se levantará un reporte para dar aviso a la autoridad correspondiente, y que la misma proceda a identificar el posible origen de estos residuos. Una vez identificado su origen, será la autoridad correspondiente la que se haga cargo de contactar al generador y aplicar las sanciones correspondientes.</p> <p>En todo momento, se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos, mismos que deberán clasificarse de conformidad con lo que establece la NOM-052-SEMARNAT-2005, evitando la mezcla de los mismos con otros materiales y con otros residuos, que de acuerdo a la citada norma sean incompatibles.</p>

LPGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 55.</b></p> <p>La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.</p> <p>Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.</p> <p>En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.</p>	<p>En caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos que sean identificados como peligrosos, con base en las Normas Oficiales Mexicanas, serán separados y trasladados a un almacén temporal con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas, de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal, serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior se levantará un reporte para dar aviso a la autoridad correspondiente, y que la misma proceda a identificar el posible origen de estos residuos. Una vez identificado su origen, será la autoridad correspondiente la que se haga cargo de contactar al generador y aplicar las sanciones correspondientes.</p> <p>Los embalajes y envases que se utilicen para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos, no deberán ser utilizados para un fin diferente al mismo. Dichos envases y embalajes deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos al final de su vida útil.</p> <p>Bajo ninguna circunstancia se utilizarán envases o embalajes que hayan sido previamente utilizados para contener materiales y/o residuos peligrosos, para contener agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.</p>
<p><b>Artículo 56.</b></p> <p>La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p> <p>Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos</p>	<p>En caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos que sean identificados como peligrosos con base en las Normas Oficiales Mexicanas, serán separados y trasladados a un almacén temporal con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas, de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal serán recolectados</p>

LGPGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>que establezca el Reglamento.</p>	<p>antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior se levantará un reporte para dar aviso a la autoridad correspondiente, y que la misma proceda a identificar el posible origen de estos residuos. Una vez identificado su origen, será la autoridad correspondiente la que se haga cargo de contactar al generador y aplicar las sanciones correspondientes.</p> <p>El almacenamiento temporal de residuos peligrosos, previo a su recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto; deberá cumplir con las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la presente Ley. Las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas y derrames.</p> <p>Los residuos peligrosos no deberán permanecer en el almacén temporal por más de 6 meses.</p>
<p><b>Artículo 95.</b></p> <p>La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>En relación con los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se atenderá a lo que dispone este artículo respecto a la observación de las disposiciones que al efecto dicten las autoridades tanto estatales como municipales. Cabe mencionar que la operación del proyecto actualmente incluye la separación in situ de residuos de Polietileno Tereftalato (PET), Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y aluminio, para su recolección periódica por parte de la asociación civil ECOSE A.C.</p>
<p><b>Artículo 96.</b></p> <p>Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, con el propósito de promover la reducción de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por su manejo, deberán llevar a cabo las siguientes acciones:</p> <p>I. El control y vigilancia del manejo integral de residuos en el ámbito de su competencia. Cada entidad federativa podrá coordinarse con sus municipios para formular e implementar dentro de su circunscripción territorial un sistema de gestión integral de residuos que deberá asegurar el manejo, valorización y disposición final de los residuos a que se refiere este artículo. Asimismo, dichas autoridades podrán convenir entre sí el establecimiento de centros de disposición final local o regional que den servicio a dos o más entidades federativas</p>	<p>En relación con lo que establece este artículo, el municipio de Huauchinango, Puebla cuenta con el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos. Huauchinango, Puebla, el cual establece dentro de sus objetivos el siguiente:</p> <p><i>II. Generar estrategias que permitan el aprovechamiento de residuos potencialmente reciclables y orgánicos.</i></p> <p>Como estrategia para lograr el objetivo arriba citado, se menciona lo siguiente:</p> <p><i>1. Limitar la disposición de RSU en un relleno sanitario para aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuado con el diseño e implementación de campaña "Juega limpio" para la separación de RSU entre la ciudadanía dando difusión a través de pláticas, talleres, capacitaciones y campañas publicitarias a cada segmento de la sociedad.</i></p>

LGPGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo responde a la necesidad de contar con un relleno sanitario dentro de su circunscripción, ya que, como menciona el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango: "la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango, ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal". Aunado a lo anterior, el mismo Programa citado, menciona que: "A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio, provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas". En función de lo anterior, el proyecto contribuiría a impulsar un desarrollo sustentable, competitivo y menos costoso, del municipio de Huauchinango, beneficiando así a sus habitantes.</p>
<p><b>Artículo 97.</b></p> <p>Las normas oficiales mexicanas establecerán los términos a que deberá sujetarse la ubicación de los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados.</p> <p>Las normas especificarán las condiciones que deben reunir las instalaciones y los tipos de residuos que puedan disponerse en ellas, para prevenir la formación de lixiviados y la migración de éstos fuera de las celdas de confinamiento. Asimismo, plantearán en qué casos se puede permitir la formación de biogás para su aprovechamiento. Los municipios regularán los usos del suelo de conformidad con los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano, en los cuales se considerarán las áreas en las que se establecerán los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se presenta más adelante en este mismo capítulo, la vinculación del proyecto con la NOM-083-SEMARNAT-2003, <i>Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</i></p>

LPGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 99.</b> Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, considerando:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Las obligaciones a las que se sujetarán los generadores de residuos sólidos urbanos;</li> <li>II. Los requisitos para la prestación de los servicios para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos.</li> </ol>	<p>En relación con lo que establece este artículo, el municipio de Huauchinango, Puebla cuenta con un Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos, cuyo objetivo es <i>Optimizar el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) teniendo en consideración el cuidado del medio ambiente, así como un mejor desarrollo social y económico en el Municipio de Huauchinango.</i></p> <p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo responde a la necesidad de contar con un relleno sanitario dentro de su circunscripción, ya que, como menciona el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango: "la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal". Aunado a lo anterior, el mismo Programa citado, menciona que: "A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio, provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas". En función de lo anterior, el proyecto contribuiría a impulsar un desarrollo sustentable, competitivo y menos costoso, del municipio de Huauchinango, beneficiando así a sus habitantes.</p>

- *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.*

Este ordenamiento es reglamentario de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, siendo de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.



Tabla 14. Vinculación del proyecto con las disposiciones del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Reglamento LGPGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 2.</b> Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por:</p> <p><b>XIX.</b> Relleno sanitario, instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial,</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto se define como un relleno sanitario, en función de lo que establece este artículo en la fracción citada.</p>
<p><b>Artículo 35.</b> Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p><b>I.</b> Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p><b>II.</b> Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:</p> <p>a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y</p> <p>b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y</p> <p><b>III.</b> Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.</p> <p>Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p>	<p>En caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos que sean identificados como peligrosos con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como las Normas Oficiales Mexicanas, serán separados y trasladados a un almacén temporal con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas, de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior se levantará un reporte para dar aviso a la autoridad correspondiente, y que la misma proceda a identificar el posible origen de estos residuos. Una vez identificado su origen, será la autoridad correspondiente la que se haga cargo de contactar al generador y aplicar las sanciones correspondientes.</p>
<p><b>Artículo 83.</b> El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:</p> <p><b>I.</b> En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;</p> <p><b>II.</b> En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el</p>	<p>En caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos que sean identificados como peligrosos, con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como las Normas Oficiales Mexicanas, serán separados y trasladados a un almacén temporal con las características necesarias para garantiza la seguridad de las</p>

Reglamento LGPGIR - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>suelo, y</p> <p>III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.</p>	<p>personas, de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior se levantará un reporte para dar aviso a la autoridad correspondiente, y que la misma proceda a identificar el posible origen de estos residuos. Una vez identificado su origen, será la autoridad correspondiente la que se haga cargo de contactar al generador y aplicar las sanciones correspondientes.</p>
<p><b>Artículo 84.</b></p> <p>Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.</p>	<p>En caso de que se almacenen residuos peligrosos de forma temporal, éstos no serán almacenados por un periodo mayor a 6 meses.</p>
<p><b>Artículo 87.</b></p> <p>Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos</p>	<p>Los envases utilizados para el manejo y transporte de los residuos peligrosos encontrados en el proceso de selección y separación, se reutilizarán para el mismo propósito siempre y cuando mantengan las características indispensables para evitar la liberación de los materiales y/o residuos peligrosos que debieran contener.</p> <p>Bajo ninguna circunstancia, se utilizarán envases o embalajes que hayan sido previamente utilizados para contener materiales y/o residuos peligrosos, para contener agua, alimentos o productos de consumo humano o animal</p> <p>Cunado los envases ya no puedan servir al propósito de contener residuos peligrosos, serán manejados y entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT, para su disposición como residuos peligrosos.</p>

### III.3.1.3 Ley General de Vida Silvestre.

De acuerdo con lo que establece su artículo 1, la presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y

aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla 15. Vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 4.</b> Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación</p>	<p>Todo el personal involucrado en el proyecto, en todas sus fases, deberá observar una actitud de respeto hacia la vida silvestre, evitando cualquier acto que la destruya, dañe o perturbe. Para cumplir con esto, se llevará a cabo un programa de educación ambiental que se impartirá al personal involucrado en el proyecto.</p>
<p><b>Artículo 5.</b> El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.</p>	<p>Como medida de prevención, se contempla la capacitación al personal operativo del proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre, evitando en todo momento realizar actos y omisiones que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria.</p> <p>Como medida de protección de la fauna silvestre, se prevé el rescate y reubicación de ejemplares herpetofauna, antes y durante las actividades de desmonte y despalme.</p> <p>Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética, para prevenir y reducir la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre de baja movilidad o de desplazamiento terrestre como son anfibios, reptiles y mamíferos en las zonas de acceso vehicular al área del proyecto.</p> <p>La totalidad de las medidas y acciones contempladas para la prevención y mitigación de los impactos negativos del proyecto sobre la fauna silvestre, se pueden consultar en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. En este sentido, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, y tampoco para la diversidad biológica que el mismo alberga. Cabe destacar que dentro de las medidas propuestas se incluyen acciones de protección y conservación de una superficie de 4.4 ha dentro de la poligonal del predio, con las cuales se contribuiría a generar y mantener, nichos ecológicos aprovechables por la fauna local.</p>
<p><b>Artículo 122.</b> Son infracciones a lo establecido en esta Ley: I. Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley. XXIII. Realizar actos que contravengan las disposiciones de trato digno y respetuoso a la fauna silvestre, establecidas en la presente Ley y en las disposiciones que de ella se deriven.</p>	<p>Se evitará en todo momento, realizar actos u omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo.</p>

### III.3.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Esta Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional. El objeto de la LGDFS es regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México.

Tabla 16. Vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

LGDFS - Artículo	Descripción
<p><b>Artículo 4.</b> Se declara de utilidad pública: I. La conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrográficas.</p>	<p>Como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p><b>Artículo 7.</b> Para los efectos de esta Ley se entenderá por: <b>VI.</b> Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales; <b>LXXI.</b> Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas. <b>LXXX.</b> Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.</p>	<p>Toda vez que el proyecto requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en una superficie de 1.17 ha, se deberá presentar en tiempo y forma el estudio técnico justificativo correspondiente ante la SEMARNAT. Cabe señalar que dentro de las 1.17 ha que requieren cambio de uso de suelo, la vegetación ahí presente ha sufrido a través de los últimos años una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que muestra claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural en forma de acahual.</p>

### III.3.1.5 Ley de Aguas Nacionales.

Esta ley es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, lo que dispone tiene carácter de público e interés social, y su objeto es regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su control y distribución, así como la preservación de su calidad y cantidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla 17. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Ley de Aguas Nacionales - Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 7.</b> Se declara de utilidad pública:</p> <p><b>VII.</b> El mejoramiento de la calidad de las aguas residuales, la prevención y control de su contaminación, la recirculación y el reúso de dichas aguas, así como la construcción y operación de obras de prevención, control y mitigación de la contaminación del agua, incluyendo plantas de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>Es importante mencionar que el proyecto no incide en algún cuerpo de agua, cauce o escurrimiento. Por otro lado, no se generarán descargas de aguas residuales, debido a que durante la etapa constructiva del proyecto, se instalarán sanitarios móviles (contrato de una empresa autorizada para su manejo). Para la operación del proyecto, se construirán sanitarios secos ecológicos.</p> <p>Para prevenir la contaminación del suelo y los cuerpos de agua en la región, se prevé la capacitación del personal involucrado en el proyecto, para que el mismo reconozca la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como la obligación de evitar depositar basura, residuos, lodos o desechos en el suelo, o en cualquier otro lugar no autorizado para ello, esto para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos, lodos, o residuos puedan contaminar y/o obstruir cauces o cuerpos de agua en la región. Aunado a lo anterior, se dispondrán contenedores con tapa en los frentes de trabajo, para que el personal a pie de obra deposite en ellos este tipo de residuos, mismos que serán transportados posteriormente al sitio autorizado más cercano, para su recolección y disposición por parte de los servicios de limpia municipales. Como generador de residuos sólidos urbanos, y de manejo especial, se deberán buscar formas para reducir al mínimo la generación de dichos residuos, y siempre que sea posible, procurar que los mismos sean biodegradables en el menor tiempo posible.</p> <p>La totalidad de las acciones de prevención y mitigación de los impactos del proyecto al componente agua, se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p>
<p><b>Artículo 86 BIS 2.</b> Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se capacitará al personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, residuos, lodos o desechos en el suelo así como en cualquier lugar no autorizado para ello, esto para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos, lodos, o residuos contaminen y/o obstruyan algún cauce o cuerpo de agua en la región.</p> <p>Es recordar que no se pretende la descarga de aguas residuales. Para cubrir la necesidad de servicios sanitarios en el frente de trabajo, se contratarán sanitarios portátiles con una empresa autorizada para la prestación de tal servicio.</p>

### III.3.1.6 Ley General de Cambio Climático.

De acuerdo a lo que establece en su artículo 1, la presente Ley es de orden público, interés general y observancia obligatoria en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. El objeto de esta Ley es establecer disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Así mismo, esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Tabla 18. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

LGCC – Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 26.</b> En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:</p> <p><b>VIII.</b> Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;</p> <p><b>XI.</b> Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y</p> <p><b>XII.</b> Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.</p>	<p>En observancia a lo que establece este artículo, los vehículos que sean utilizados en la construcción y operación del proyecto, deberán recibir el mantenimiento mecánico preventivo y en su caso correctivo que sea necesario, para asegurar que los mismos cumplen con los límites de emisión de contaminantes atmosféricos que establecen las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p> <p>En relación con el principio de conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, se considera que, se siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad de especies de flora y fauna que el mismo alberga.</p>
<p><b>Artículo 33.</b> Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:</p> <p><b>I.</b> Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;</p> <p><b>II.</b> Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo- eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico;</p>	<p>Respecto a las emisiones de contaminantes atmosféricos que provocan el cambio climático, durante la construcción del proyecto se tomarán las medidas preventivas, realizando el mantenimiento mecánico de la maquinaria, equipo y vehículos utilizados, para reducir al mínimo la emisión de éstos contaminantes atmosféricos y cumplir con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018).</p>

### III.3.1.7 Normas Oficiales Mexicanas.

De acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas son regulaciones técnicas de observancia obligatoria, expedidas por las dependencias facultadas para ello y que establecen entre otras cosas lo siguiente: Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales.

- Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor.
- Las especificaciones y/o procedimientos de envase y embalaje de los productos que puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud de las mismas o el medio ambiente.
- Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.
- Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales.
- Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radioactivas.

A continuación, se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que tienen vinculación con el proyecto. Respecto a la NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, la vinculación con la misma se presenta en una tabla separada debido a su extensión.

Tabla 19. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo que resulte necesario, a los vehículos que se utilicen para los fines del proyecto y que utilicen gasolina como combustible, con el propósito de éstos operen bajo los límites establecidos en esta norma.
NOM-045-SEMARNAT-2017. Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Deberá realizarse el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo, a todos los vehículos que utilicen diésel como combustible, para cumplir establecido en esta norma.
NOM-050 SEMARANT-2018. Que establece los límites máximos	Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo a los vehículos que utilicen gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos como combustible, para que las emisiones de gases

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
<p>permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.</p>	<p>contaminantes que emitan se encuentren por debajo de los límites máximos permitidos por esta norma.</p>
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>Siempre que generen residuos peligrosos durante la etapa constructiva, o se encuentren residuos peligrosos entre los residuos sólidos urbanos recibidos en el relleno durante la etapa operativa, se atenderá en todo momento a las disposiciones que marca esta norma.</p>
<p>NOM-054- SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.</p>	<p>Siempre que generen residuos peligrosos durante la etapa constructiva, o se encuentren residuos peligrosos entre los residuos sólidos urbanos recibidos en el relleno durante la etapa operativa, se atenderá en todo momento a las disposiciones que marca esta norma.</p>
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010. Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.</p>	<p>En relación con la flora, se registraron en el sistema ambiental definido para el proyecto, las siguientes especies listadas en esta norma: <i>Alsophila firma</i> – Sujeta a Protección especial. <i>Sphaeropteris horrida</i> – Sujeta a Protección especial. <i>Ostrya virginiana</i>- Sujeta a Protección especial.</p> <p>Es importante mencionar que ninguna de las especies arriba citadas, se registró en el polígono donde se pretende instalar la obra. Por otro lado, como medida de prevención y compensación dentro de la poligonal del predio, se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. Los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>Por otro lado, es importante mencionar que el proyecto requiere la remoción de vegetación forestal, misma que corresponde a vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña. En este sentido, se deberá presentar en tiempo y forma, el correspondiente estudio técnico justificativo para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.</p> <p>Cabe señalar que dentro de las 1.17 ha que requieren cambio de uso de suelo, la vegetación ahí presente ha sufrido a través de los últimos años una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que muestra claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural en forma de acahual.</p> <p>Finalmente se considera que siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma, la totalidad de las medidas y acciones referidas en el capítulo VI de</p>



Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
	<p>la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad de especies de flora y fauna que el mismo alberga.</p> <p>Respecto a la fauna, durante la visita de campo se registraron las siguientes especies listadas en alguna categoría de esta norma.</p> <p>Reptiles:</p> <p><i>Sceloporus grammicus</i> – Sujeta a Protección Especial.</p> <p><i>Barisia imbricata</i> - Sujeta a Protección Especial</p> <p><i>Abronia graminea</i> - Amenazada</p> <p>Aves</p> <p><i>Accipiter striatus</i> - Sujeta a Protección Especial.</p> <p><i>Buteo albonotatus</i>- Sujeta a Protección Especial.</p> <p><i>Myadestes occidentalis</i> - Sujeta a Protección Especial.</p> <p>Los muestreos de herpetofauna arrojaron el hallazgo de una sola especie para la poligonal del predio (PP), aunque se encontraron otras cinco especies en el sistema ambiental, pero en las cercanías a la PP, de tal forma que es altamente posible la presencia de dichas especies en la PP. En función de lo anterior, se proponen acciones de rescate y reubicación dirigidas a todas las especies de herpetofauna que pudieran encontrarse durante las actividades del proyecto.</p> <p>Como medida de prevención, se contempla la capacitación al personal operativo del proyecto, para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre, evitando en todo momento realizar actos y omisiones que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria.</p> <p>Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética, para prevenir y reducir la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre de baja movilidad o de desplazamiento terrestre como son anfibios, reptiles y mamíferos en las zonas de acceso vehicular al área del proyecto.</p> <p>La totalidad de las medidas y acciones contempladas para la prevención y mitigación de los impactos negativos del proyecto sobre la fauna silvestre, se pueden consultar en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. En este sentido, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto, el proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, y tampoco para la diversidad biológica que el mismo alberga. Cabe destacar que dentro de las medidas propuestas se incluyen acciones de protección y conservación de una superficie de 4.4 ha dentro de la poligonal del predio, con las cuales se contribuiría a generar y mantener nichos ecológicos aprovechables por la fauna local.</p>
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994. Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido, proveniente del escape de los</p>	<p>Deberá realizarse el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo que sea necesario, a los vehículos que se utilicen para el desarrollo del proyecto, con el fin de cumplir con los límites máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma.</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	

Debido a su relevancia y extensión, se presenta por separado la vinculación del proyecto con la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Tabla 20. Vinculación del proyecto con la NOM-083-SEMARNAT-2003.

NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.											
5. Disposiciones generales	Vinculación con el proyecto										
5.1 Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que no sean aprovechados o tratados, deben disponerse en sitios de disposición final con apego a la presente Norma.	En función de las características y alcances del proyecto, el mismo está diseñado para cumplir con las características que marca la presente norma, para la disposición adecuada de residuos sólidos urbanos.										
5.2 Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, los sitios de disposición final se categorizan de acuerdo a la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que ingresan por día, como se establece en la Tabla No. 1.	En función de lo que establece esta disposición, y toda vez que el proyecto contempla tener la capacidad para recibir 66.5 toneladas diarias de RSU, el mismo se categoriza como B, de acuerdo con la tabla No.1 de esta norma.										
<p style="text-align: center;">TABLA No. 1 Categorías de los sitios de disposición final</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>TONELAJE RECIBIDO TON/DÍA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Mayor a 100</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>50 hasta 100</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>10 y menor a 50</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Menor a 10</td> </tr> </tbody> </table>		TIPO	TONELAJE RECIBIDO TON/DÍA	A	Mayor a 100	B	50 hasta 100	C	10 y menor a 50	D	Menor a 10
TIPO	TONELAJE RECIBIDO TON/DÍA										
A	Mayor a 100										
B	50 hasta 100										
C	10 y menor a 50										
D	Menor a 10										
6. Especificaciones para la selección del sitio	Vinculación con el proyecto										
6.1 Restricciones para la ubicación del sitio Además de cumplir con las disposiciones legales aplicables, las condiciones mínimas que debe cumplir cualquier sitio de disposición final (tipo A, B, C o D) son las siguientes.	6.1.1 En un radio de 13 km alrededor del polígono del predio donde se pretende la construcción del proyecto, no se encuentra algún aeródromo o aeropuerto. Cabe señalar que el aeropuerto más cercano al polígono del proyecto es el Aeropuerto Local de Poza Rica, el cual se ubica a más de 70 km en línea recta del predio del proyecto.										
6.1.1 Cuando un sitio de disposición final se pretenda ubicar a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio al público o aeropuerto, la distancia elegida se determinará mediante un estudio de riesgo aviario.	6.1.2 Si bien el proyecto se ubica dentro de la poligonal del ANP Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada "Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa", Es importante mencionar que esta ANP, no cuenta a la fecha de elaboración de esta manifestación de impacto ambiental, con el programa de manejo correspondiente. En este sentido, se revisó el decreto de creación de la misma, respecto al cual se encontró que el proyecto no contraviene lo dispuesto por dicho Decreto (apartado III.2.1 en este capítulo).										
6.1.2 No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el Plan de manejo de éstas.	Por otro lado, cabe mencionar lo que el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango Puebla, menciona por un lado que la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado										
6.1.3 En localidades mayores de 2.500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 m (quinientos metros) contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano.											
6.1.4 No debe ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.											
6.1.5 El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años.											

En caso de no cumplir lo anterior, se debe demostrar que no existirá obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afecten la estabilidad física de las obras que integren el sitio de disposición final.

6.1.6 La distancia de ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 m (quinientos metros) como mínimo.

6.1.7 La ubicación entre el límite del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero, tanto en operación como abandonados, será de 100 metros adicionales a la proyección horizontal de la mayor circunferencia del cono de abatimiento. Cuando no se pueda determinar el cono de abatimiento, la distancia al pozo no será menor de 500 metros.

altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal con una suma que asciende a \$311, 542.00 MN mensual". Así como problemas con la recolección, ya que el horario de trabajo del relleno es de 8:00 - 16:00. Por otro lado, el mismo programa citado resalta lo siguiente: A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas.

En función de lo anterior, se considera que, siempre que se lleven a cabo la totalidad de las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto (mismas que se detallan en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental), el mismo no solo no constituye una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, y tampoco para la diversidad biológica que en el mismo habita, sino que contribuiría a dotar al municipio de infraestructura necesaria para la correcta disposición final de residuos sólidos urbanos, ayudando así a prevenir la disposición inadecuada de estos residuos en sitios no apropiados, como barrancas o terrenos baldíos, lo cual degrada la calidad de los ecosistemas en detrimento de las poblaciones de flora y fauna silvestres.

6.1.3 En función de su ubicación, el proyecto cumple con lo señalado en este punto, toda vez que se ubica a aproximadamente 4 km en línea recta al norte de la cabecera municipal de Huauchinango y 2 km al norte de la localidad Nopala.

6.1.4 El proyecto no se ubica en alguna de las zonas listadas en este punto, lo cual es respaldado por los estudios geotécnicos, geofísicos, geológicos e hidrológicos que se anexan a la presente manifestación de impacto ambiental.

6.1.5 El proyecto no se ubica en una zona de riesgo de inundación (imagen 9, al final de esta tabla). Directamente en la PPE y PPE no se encuentran cuerpos de agua temporales ni intermitentes que podrían resultar afectados por las distintas obras pretendidas; vale la pena mencionar que dentro del SA se encuentra la presa de

Necaxa; sin embargo, la distancia a ese cuerpo de agua es de 2.9 km en línea recta, por lo que se reitera que no existirá afectación a cuerpos de agua. Como medida de prevención de posibles inundaciones por lluvias, se construirán una serie de obras de desvío y pendientes que disminuirán la velocidad del agua que escurra sobre ellas, y así evitar que el agua de lluvia incremente la cantidad de lixiviados, se encharque en zonas bajas y dificulte la operación del relleno o provoque la erosión de las capas de cubierta intermedia, taludes, caminos y en general todas las áreas expuestas del proyecto.

Las obras de desvío de aguas pluviales externas a la zona de operación del relleno dada la topografía del terreno, así como las características permeables del suelo, consistirán en canales y cunetas de intercepción y canalización de los escurrimientos posibles en los puntos más alejados de la zona de disposición de residuos y orientados hacia el perímetro del sitio. Para esto, se propusieron secciones rectangulares, todos los canales serán de concreto armado.

6.1.6 En relación con esta disposición, el proyecto se ubica a 2.9 km en línea recta de la presa Necaxa, que es el cuerpo de agua perenne más cercano al proyecto. Por otro lado, la corriente hidrológica perenne más cercana al proyecto es el río Texcapa, el cual se encuentra en su punto más cercano a más de 1.6 km del proyecto.

6.1.7 En función de la ubicación del proyecto, y con base en información recabada en la visita de campo, se encontró que en un radio de 500 metros no existen pozos de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego o ganadero, tanto en operación como abandonados (imagen 8 al final de esta tabla).

6.2 Estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio

6.2.1 Estudio geológico

Deberá determinar el marco geológico regional con el fin de obtener su descripción estratigráfica, así como su geometría y distribución, considerando también la identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas. Asimismo, se debe incluir todo tipo de información existente que ayude a un mejor conocimiento de las condiciones del sitio; esta información puede ser de cortes litológicos de pozos perforados en la zona e informes realizados por alguna institución particular u oficial.

6.2.2 Estudios hidrogeológicos

a) Evidencias y uso del agua subterránea

Definir la ubicación de las evidencias de agua subterránea, tales como manantiales, pozos y norias, en la zona de influencia, para conocer el gradiente hidráulico. Asimismo, se debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en la zona de estudio.

b) Identificación del tipo de acuífero

Previo a la selección del sitio, se realizaron los correspondientes estudios geológicos, e hidrogeológicos, los cuales se pueden consultar en el Anexo Seis a de la presente manifestación de impacto ambiental.

Identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero (confinado o semiconfinado) y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que definen el sistema acuífero.

c) Análisis del sistema de flujo

Determinar la dirección del flujo subterráneo regional.

6.3 Estudios y análisis, en el sitio, previos a la construcción y operación de un sitio de disposición final.

La realización del proyecto para la construcción y operación de un sitio de disposición final debe contar con estudios y análisis previos, de acuerdo al tipo de sitio de disposición final especificado en la Tabla 2.

a) Estudio Topográfico

Se debe realizar un estudio topográfico incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final.

b) Estudio geotécnico

Se deberá realizar para obtener los elementos de diseño necesarios y garantizar la protección del suelo, subsuelo, agua superficial y subterránea, la estabilidad de las obras civiles y del sitio de disposición final a construirse, incluyendo al menos las siguientes pruebas:

b.1 Exploración y Muestreo:

- Exploración para definir sitios de muestreo.

- Muestreo e identificación de muestras.

- Análisis de permeabilidad de campo.

- Peso volumétrico In-situ.

b.2 Estudios en laboratorio:

- Clasificación de muestras según el Sistema Unificado de Clasificación de suelos.

- Análisis granulométrico.

- Permeabilidad.

- Prueba Proctor.

- Límites de Consistencia (Límites de Atterberg).

- Consolidación unidimensional.

- Análisis de resistencia al esfuerzo cortante.

- Humedad.

Con las propiedades físicas y mecánicas definidas a partir de los resultados de laboratorio, se deben realizar los análisis de estabilidad de taludes de las obras de terracería correspondientes.

c) Evaluación geológica

c.1 Se deberá precisar la litología de los materiales, así como la geometría, distribución y presencia de fracturas y fallas geológicas en el sitio.

c.2 Se deberán determinar las características estratigráficas del sitio.

d) Evaluación hidrogeológica

d.1 Se deben determinar los parámetros hidráulicos, dirección del flujo subterráneo, características físicas, químicas y biológicas del agua.

d.2 Se deben determinar las unidades hidrogeológicas que componen el subsuelo, así como las características que las

En observancia de lo que establece esta disposición, se realizaron en tiempo y forma los estudios correspondientes de topografía, geotécnica, evaluación geológica, y evaluación hidrogeológica. Dichos estudios se encuentran en el Anexo Seis de la presente manifestación de impacto ambiental.

identifican (espesor y permeabilidad).

#### 6.4 Estudios de generación y composición

a) Generación y composición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Se deben elaborar los estudios de generación y composición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de la población por servir, con proyección para al menos la vida útil del sitio de disposición final.

b) Generación de biogás

Se debe estimar la cantidad de generación esperada del biogás, mediante análisis químicos estequiométricos, que tomen en cuenta la composición química de los residuos por manejar.

c) Generación del lixiviado

Se debe cuantificar el lixiviado mediante algún balance hídrico.

En observancia de lo que establece esta disposición, se realizaron en tiempo y forma los estudios correspondientes a la generación y composición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de la población por servir. Asimismo, se realizaron los estudios correspondientes de generación de biogás y lixiviados. Los estudios citados se pueden consultar en el Anexo X de la presente manifestación de impacto ambiental.

#### 6.5 Cumplimiento de estudios y análisis previos

En la Tabla No. 2, se indican los estudios que se deben realizar, según sea el tipo de sitio por desarrollar.

**TABLA No. 2**  
**Estudios y análisis previos requeridos para la construcción de sitios de disposición final**

Estudios y Análisis	A	B	C
Geológica y Geohidrológica Regional	X		
Evaluación Geológica y Geohidrológica	X	X	
Hidrología	X	X	
Topográfico	X	X	X
Geotécnico	X	X	X
Generación y composición de los RSU y de Manejo Especial	X	X	X
Generación de biogás	X	X	
Generación de lixiviado	X	X	

En función de las características y alcances de la obra proyectada, se llevaron a cabo en tiempo y forma la totalidad de los estudios correspondientes.

### 7. Características constructivas y operativas del sitio de disposición final

#### Vinculación con el proyecto

7.1 Todos los sitios de disposición final deben contar con una barrera geológica natural o equivalente, a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica, de al menos  $1 \times 10^{-7}$  cm/seg sobre la zona destinada al establecimiento de las celdas de disposición final; o bien, garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente.

En cumplimiento de lo que establece esta disposición, el diseño del proyecto contempla la construcción de taludes, así como la instalación de una geomembrana de polietileno de alta densidad (PAD), de calibre 80 MIL (2.0 mm) para Impermeabilizar el área de disposición final y la laguna de lixiviados. Los detalles de estas acciones pueden ser consultados en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.

7.2 Se debe garantizar la extracción, captación, conducción y control del biogás generado en el sitio de disposición final. Una vez que los volúmenes y la edad de los residuos propicien la generación de biogás y de no disponerse de sistemas para su aprovechamiento conveniente, se procederá a su quema ya sea a través de pozos individuales o mediante el establecimiento de una red con quemadores centrales.

En cumplimiento de lo que establece esta disposición, el diseño del proyecto contempla la construcción de pozos de venteo de biogás, así como secciones de tubería para su eficaz control y conducción. Los detalles de estas acciones pueden ser consultados en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.

7.3 Debe construirse un sistema que garantice la captación y extracción del lixiviado generado en el sitio de disposición final. El lixiviado debe ser recirculado en las celdas de residuos confinados en función de los requerimientos de humedad para la descomposición de los residuos, o bien ser tratado, o una combinación de ambas.

En cumplimiento de lo que establece esta disposición, el diseño del proyecto contempla la construcción de un sistema de captación y conducción de lixiviados hacia una laguna de evaporación donde se les dará tratamiento mediante un sistema de floculación. Los detalles de estas acciones pueden ser consultados en el capítulo II de la

<p>7.4 Se debe diseñar un drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y el desalojo del agua de lluvia, minimizando de esta forma su infiltración a las celdas.</p>	<p>presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>En cumplimiento de lo que establece esta disposición, se construirán una serie de obras para el desvío de las aguas pluviales, y así evitar que el agua de lluvia incremente la cantidad de lixiviados, se encharque en zonas bajas y dificulte la operación del relleno o provoque la erosión de las capas de cubierta intermedia, taludes, caminos y en general todas las áreas expuestas del proyecto. Los detalles de estas acciones, pueden ser consultados en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>														
<p>7.5 El sitio de disposición final deberá contar con un área de emergencia para la recepción de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, cuando alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden no permitan la operación en el frente de trabajo; dicha área debe proporcionar la misma seguridad ambiental y sanitaria que las celdas de operación ordinarias.</p>	<p>En cumplimiento de lo que establece esta disposición, se tiene considerado instalar un área de emergencia para recibir los residuos sólidos cuando por alguna eventualidad, desastre natural o emergencia no permitan que la habitual celda de confinamiento opere de manera normal. La celda o sitio de emergencia se pretende ubicar a un costado del frente de trabajo. Para garantizar la seguridad ambiental y sanitaria de esta celda de seguridad, se instalará de igual manera a la celda de confinamiento. Los detalles de estas acciones pueden ser consultados en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>														
<p>7.6 Los sitios de disposición final, de acuerdo a la clasificación antes detallada, deberán alcanzar los siguientes niveles mínimos de compactación:</p> <p style="text-align: center;"><b>TABLA No. 3</b> <b>Requerimientos de Compactación</b></p> <table border="1" data-bbox="191 1209 776 1356"> <thead> <tr> <th>SITIO</th> <th>COMPACTACION DE LOS RESIDUOS KG/M<sup>3</sup></th> <th>RECEPCION DE RESIDUOS SOLIDOS TON/DIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>A1</td> <td>Mayor de 700</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>Mayor de 600</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Mayor de 500</td> <td>50-100</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Mayor de 400</td> <td>10-50</td> </tr> </tbody> </table>	SITIO	COMPACTACION DE LOS RESIDUOS KG/M <sup>3</sup>	RECEPCION DE RESIDUOS SOLIDOS TON/DIA	A	A1	Mayor de 700	A2	Mayor de 600	B	Mayor de 500	50-100	C	Mayor de 400	10-50	<p>En función de las características de su diseño, el proyecto cumple con los requerimientos de compactación y recepción de los residuos, establecidos en la tabla No.3, toda vez que se estima un ingreso bruto de 70 ton de residuos cada día, y contemplando una recuperación de materiales en la planta de separación del 5%, se obtiene que el ingreso neto usado como base de cálculo para el diseño del relleno sanitario es de 66.5 ton/día. Una vez separada la parte reciclable de los residuos, la fracción de rechazo será transportada por una banda que alimentará a una prensa hidráulica de alta compactación (Modelo HTR-240. FAESPAALGROUP), por arriba de los 1000 kg/m<sup>3</sup> de peso volumétrico, formando las pacas. Los detalles de estas acciones pueden ser consultados en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
SITIO	COMPACTACION DE LOS RESIDUOS KG/M <sup>3</sup>	RECEPCION DE RESIDUOS SOLIDOS TON/DIA													
A	A1	Mayor de 700													
	A2	Mayor de 600													
B	Mayor de 500	50-100													
C	Mayor de 400	10-50													
<p>7.7 Se debe controlar la dispersión de materiales ligeros, la fauna nociva y la infiltración pluvial. Los residuos deben ser cubiertos en forma continua y dentro de un lapso menor a 24 horas posteriores a su depósito.</p>	<p>Como parte de las obras asociadas al proyecto, se construirá una franja de amortiguamiento, la cual servirá como barrera natural que evite la dispersión de residuos fuera del predio, la salida de ruido por el uso de los equipos y maquinaria pesada, la posible emanación de olores y evitar el acceso de personas ajenas. Asimismo, se construirá una cerca perimetral, la cual se propone cuente con los siguientes elementos: malla ciclónica de 5 x 5 cm de abertura, calibre 11, dicha cerca tendrá una altura de 2.5 m, con 3 hiladas de alambre de púas en la parte superior, abarcando todo el perímetro del predio del proyecto, con postes de 48 mm colocados en intervalos de 3 m, postes esquineros de 60 mm, postes intermedios</p>														

	<p>de 48 mm, calibre 20, refuerzo horizontal calibre 20 y para la cimentación, bases de concreto <math>f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2</math> instaladas sobre el terreno natural.</p> <p>En relación con el control de la infiltración pluvial se construirán una serie de obras para el desvío de las aguas pluviales, y así evitar que el agua de lluvia incremente la cantidad de lixiviados, se encharque en zonas bajas y dificulte la operación del relleno o provoque la erosión de las capas de cubierta intermedia, taludes, caminos y en general todas las áreas expuestas del proyecto. Los detalles de estas acciones pueden ser consultados en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.</p> <p>Una vez que los residuos han sido descargados en pacas en el frente de trabajo, el operador de la maquinaria mayor acomoda las pacas, hasta alcanzar la altura de diseño de la celda diaria (5 m). Una vez que hayan sido alcanzados los niveles de la capa, el material de cubierta será trasladado hacia el lugar que le indique el sobrestante de relleno, para cubrir la celda diaria con una capa de material producto de las excavaciones cumpliendo con un espesor de aproximadamente 40 cm. Si algún día la lluvia no permite cubrir con material de cobertura diaria las pacas, estas se cubrirán con lonas en la corona del talud para evitar la infiltración de agua a la masa, procediendo a su cobertura definitiva tan pronto como las condiciones climatológicas lo permitan, aún en jornada nocturna.</p> <p>Los detalles de las acciones arriba citadas pueden ser consultados en el capítulo II de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p>7.8 El sitio de disposición final, adoptará medidas para que los siguientes residuos no sean admitidos:</p> <p>a) Residuos líquidos tales como aguas residuales y líquidos industriales de proceso, así como lodos hidratados de cualquier origen, con más de 85% de humedad con respecto al peso total de la muestra.</p> <p>b) Residuos conteniendo aceites minerales.</p> <p>c) Residuos peligrosos clasificados de acuerdo a la normatividad vigente.</p> <p>7.8.1 Los lodos deben ser previamente tratados o acondicionados antes de su disposición final en el frente de trabajo, conforme a la normatividad vigente.</p>	<p>En relación con esta disposición, cabe señalar que el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos. Huauchinango Puebla, establece dentro de sus objetivos el siguiente:</p> <p><i>II. Generar estrategias que permitan el aprovechamiento de residuos potencialmente reciclables y orgánicos.</i></p> <p>Como estrategia para lograr el objetivo arriba citado, se menciona lo siguiente:</p> <p><i>1. Limitar la disposición de RSU en un relleno sanitario para aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuado con el diseño e implementación de campaña "Juega limpio" para la separación de RSU entre la ciudadanía dando difusión a través de pláticas, talleres, capacitaciones y campañas publicitarias a cada segmento de la sociedad.</i></p> <p>En función de lo arriba citado, así como de los alcances del proyecto sometido a evaluación de impacto ambiental, se espera que los residuos sólidos urbanos recolectados para su disposición final en el relleno sanitario objeto de este proyecto, sean únicamente</p>



aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuado.

Por otro lado, se contempla implementar un proceso de selección de subproductos de residuos sólidos con base a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-22-1985. Para la selección de dichos materiales, se construirá una línea de bandas las cuales serán operadas por personal calificado y con experiencia en la separación de los diferentes subproductos de los RSU, el personal será en la primera fase alrededor de 40 personas, las cuales separarán el material susceptible a reciclaje.

Posteriormente los residuos seleccionados, se colocarán en contenedores de 400 L de capacidad y serán llevados al área de almacén de acopio correspondiente, donde serán compactados o preparados para su posterior comercialización, después se colocarán en el área de producto terminado donde serán finalmente vendidos a centros que se encargarán de su reciclaje.

En caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos que sean identificados como peligrosos con base en las Normas Oficiales Mexicanas, serán separados y trasladados a un almacén temporal con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.

Cada una de las áreas de la planta, contará con señalamiento alusivo a las actividades y riesgos que representan, además se implementará una bitácora para el control de los residuos que ingresan a la planta y equipo de protección personal a los empleados.

7.9 Los sitios de disposición final deberán contener las siguientes obras complementarias:

TABLA No. 4  
Obras complementarias requeridas de acuerdo al tipo de disposición final

	A	B	C
Caminos de acceso	X	X	X
Caminos interiores	X	X	
Cerca perimetral	X	X	X
Caseta de vigilancia y control de acceso	X	X	X
Báscula	X	X	
Agua potable, electricidad y drenaje	X	X	
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X
Franja de amortiguamiento (Mínimo 10 metros)	X	X	X
Oficinas	X		
Servicio Médico y Seguridad Personal	X		

En observancia de lo que establece esta disposición, el diseño del proyecto contempla la construcción de las obras complementaria referidas en la tabla No.4

7.10 El sitio de disposición final deberá contar con:

- a) Un manual de operación que contenga:
- Dispositivos de control de accesos de personal, vehículos y

En observancia de lo que establece esta disposición, se elaborará en tiempo y forma el manual de operación con las características referidas en este inciso.

materiales, prohibiendo el ingreso de residuos peligrosos, radiactivos o inaceptables.

- Método de registro de tipo y cantidad de residuos ingresados.

- Cronogramas de operación.

- Programas específicos de control de calidad, mantenimiento y monitoreo ambiental de biogás, lixiviados y acuíferos.

- Dispositivos de seguridad y planes de contingencia para: incendios, explosiones, sismos, fenómenos meteorológicos y manejo de lixiviados, sustancias reactivas, explosivas e inflamables.

- Procedimientos de operación.

- Perfil de puestos.

- Reglamento Interno.

b) Un Control de Registro:

- Ingreso de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, materiales, vehículos, personal y visitantes.

- Secuencia de llenado del sitio de disposición final.

- Generación y manejo de lixiviados y biogás.

- Contingencias.

c) Informe mensual de actividades.

7.11 Para asegurar la adecuada operación de los sitios de disposición final, se deberá instrumentar un programa que incluya la medición y control de los impactos ambientales, además del programa de monitoreo ambiental de dichos sitios y conservar y mantener los registros correspondientes:

7.11.1 Monitoreo de biogás

Se debe elaborar un programa de monitoreo de biogás que tenga como objetivo, conocer el grado de estabilización de los residuos para proteger la integridad del sitio de disposición final y detectar migraciones fuera del predio. Dicho programa debe especificar los parámetros de composición, explosividad y flujo del biogás.

7.11.2 Monitoreo de lixiviado

Se debe elaborar un programa de monitoreo del lixiviado, que tenga como objetivo conocer sus características de Potencial de Hidrógeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y metales pesados.

7.11.3 Monitoreo de acuíferos

Los programas de monitoreo deben contar con puntos de muestreo que respondan a las condiciones particulares del sistema de flujo hidráulico, mismo que define la zona de influencia del sitio de disposición final, y por lo menos, dos pozos de muestreo, uno aguas arriba y otro aguas abajo del sitio de disposición final. Los parámetros básicos que se considerarán en el diseño de los pozos son:

- Gradientes superior y descendente hidráulico.

- Variaciones naturales del flujo del acuífero.

- Variaciones estacionales del flujo del acuífero.

- Calidad del agua antes y después del establecimiento del

7.11.1 En observancia de lo que establece esta disposición, se prevé la ejecución de un programa de monitoreo de biogás. Considerando que después de clausurar el Relleno Sanitario de Alta Compactación habrá que controlar los gases durante todo el tiempo que dure su generación. El sistema utilizado para controlar el biogás durante la operación, también se usa para controlar el biogás después de la clausura del Relleno Sanitario.

7.11.2. El programa de monitoreo de lixiviados servirá para evaluar el funcionamiento de los sistemas de impermeabilización y conducción de lixiviados. En el caso de que el sistema impermeable presente alguna fisura, que permita la infiltración de lixiviados en los pozos de monitoreo se detectará la presencia de los líquidos contaminantes (lixiviados). Esta detección permitirá tomar las medidas necesarias y oportunas para el control de la posible contaminación hacia el subsuelo y los mantos acuíferos.

Este proceso se repetirá para cada celda hasta el cierre del sitio, incluyendo el período de mantenimiento post clausura. Estas actividades se volverán a repetir 4 meses antes de concluir la vida útil de la celda en operación y de acuerdo a las cantidades de obra establecidas en el proyecto.

7.11.3 En relación con el monitoreo de acuíferos, es importante mencionar que en la PPE y PPE no se encuentran cuerpos de agua temporales ni intermitentes que podrían resultar afectados por las distintas obras pretendidas; vale la pena mencionar que dentro del SA se

<p>sitio de disposición final. La calidad de referencia estará definida por las características del agua nativa.</p>	<p>encuentra la presa de Necaxa; sin embargo, la distancia a ese cuerpo de agua es de 2.9 km en línea recta, por lo que se reitera que no existirá afectación a cuerpos de agua. Asimismo, la corriente hidrológica perenne más cercana al proyecto es el río Texcapa, el cual se encuentra en su punto más cercano a más de 1.6 km del proyecto. Por otro lado, en función de la ubicación del proyecto, y con base en información recabada en la visita de campo, se sabe que en un radio de 500 m no existen pozos de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego o ganadero, tanto en operación como abandonados (imagen 8 al final de esta tabla). Por otro lado, de acuerdo a los estudios no hay afectación a la hidrología superficial ni subterránea, pero si fuera necesario se harán los monitoreos requeridos.</p>
<p><b>8. Requisitos mínimos que deben cumplir los Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, tipo D (menos de 10 toneladas diarias).</b></p>	<p><b>Vinculación con el proyecto</b></p>
<p>8.1 Garantizar un coeficiente de conductividad hidráulica de <math>1 \times 10^{-5}</math> cm/seg, con un espesor mínimo de un metro, o su equivalente, por condiciones naturales del terreno, o bien, mediante la impermeabilización del sitio con barreras naturales o artificiales. 8.2 Una compactación mínima de la basura, de 300 kg/m<sup>3</sup>. 8.3 Cobertura de los residuos, por lo menos cada semana. 8.4 Evitar el ingreso de residuos peligrosos en general. 8.5 Control de fauna nociva y evitar el ingreso de animales. 8.6 Cercar en su totalidad el sitio de disposición final.</p>	<p>En función de la características y alcances del proyecto, el mismo no se vincula con esta disposición, toda vez que el proyecto está diseñado para recibir un estimado de 66.5 ton/día de residuos, categorizándose, así como tipo B.</p>
<p><b>9. Clausura del sitio</b></p>	<p><b>Vinculación con el proyecto</b></p>
<p>9.1 Cobertura final de clausura La cobertura debe aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo del biogás generado, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado. Las áreas que alcancen su altura final y tengan una extensión de dos hectáreas, deben ser cubiertas conforme al avance de los trabajos y el diseño específico del sitio.</p>	<p>En relación con esta disposición, se tiene contemplada la cobertura final de clausura, cuya principal función es aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo de biogás generado, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado. Cabe mencionar que las celdas que queden conformadas a lo largo del proyecto serán cubiertas conforme al avance de los trabajos y de acuerdo al diseño específico del sitio. Los de talles de estas acciones se pueden consultar en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p>9.2 Conformación final del sitio La conformación final que se debe dar al sitio de disposición final, debe contemplar las restricciones relacionadas con el uso del sitio, estabilidad de taludes, límites del predio, características de la cobertura final de clausura, drenajes superficiales y la infraestructura para control del lixiviado y biogás.</p>	<p>En observancia de lo que establece esta disposición, se tienen contempladas acciones de conformación final del sitio, como parte de la etapa de clausura, mismas que incluirá la estabilización de taludes, control de biogás y lixiviados. Los detalles de estas acciones, se pueden consultar en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<p>9.3 Mantenimiento Se debe elaborar y operar un programa de mantenimiento de posclausura para todas las instalaciones del sitio de disposición final, por un periodo de al menos 20 años. Este periodo puede ser reducido cuando se demuestre que ya no</p>	<p>En observancia de lo que establece esta disposición, se tiene contemplado un programa de mantenimiento post clausura para todas las instalaciones del sitio de disposición final, así como un programa de monitores por la emisión de biogás y lixiviados y un programa de</p>

<p>existe riesgo para la salud y el ambiente. El programa debe incluir el mantenimiento de la cobertura final de clausura, para reparar grietas y hundimientos provocados por la degradación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como los daños ocasionados por erosión (escurrimientos pluviales y viento).</p>	<p>reforestación. En su momento se presentará a la autoridad correspondiente un programa de acciones específicas y tiempos (con una duración de al menos 20 años), relacionado con el desmantelamiento y abandono de las instalaciones. En el capítulo II de la presenta manifestación de impacto ambiental se pueden consultar las acciones que se contempla incluir en la etapa de clausura y abandono del sitio.</p>
<p>9.4 Programa de monitoreo Se debe elaborar y operar un programa de monitoreo para detectar condiciones inaceptables de riesgo al ambiente por la emisión de biogás y generación de lixiviado, el cual debe mantenerse vigente por el mismo periodo que en el punto 9.3 de la presente Norma.</p>	<p>Después de clausurar el Relleno Sanitario de Alta Compactación, habrá que controlar los gases durante todo el tiempo que dure su generación. El sistema utilizado para controlar el biogás durante la operación, también se usa para controlar el biogás después de la clausura del Relleno Sanitario. Se controlará el biogás a través de pozos de funcionamiento pasivo, los cuales se construirán desde el inicio de la operación, dicho sistema ya se ha descrito en el apartado correspondiente a generación y control de biogás. El programa de monitoreo de lixiviados, servirá para evaluar el funcionamiento de los sistemas de impermeabilización y conducción de lixiviados. En el caso de que el sistema impermeable presente alguna fisura, que permita la infiltración de lixiviados en los pozos de monitoreo se detectará la presencia de los líquidos contaminantes (lixiviados). Esta detección permitirá tomar las medidas necesarias y oportunas para el control de la posible contaminación hacia el subsuelo y los mantos acuíferos. Este proceso se repetirá para cada celda hasta el cierre del sitio, incluyendo el período de mantenimiento post clausura. Estas actividades se volverán a repetir 4 meses antes de concluir la vida útil de la celda en operación y de acuerdo a las cantidades de obra establecidas en el proyecto.</p>
<p>9.5 Uso final del sitio de disposición final: Debe ser acorde con el uso de suelo aprobado por la autoridad competente con las restricciones inherentes a la baja capacidad de carga, posibilidad de hundimientos diferenciales y presencia de biogás.</p>	<p>Toda vez que el polígono del proyecto se ubica dentro de la ANP Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal Vedada "Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa", misma que a la fecha no cuenta con programa de manejo, se buscará que, en la elaboración de dicho programa de manejo, se incluya el predio del proyecto y su actividad dentro de los usos de suelo aprobados dentro de dicho documento.</p>

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

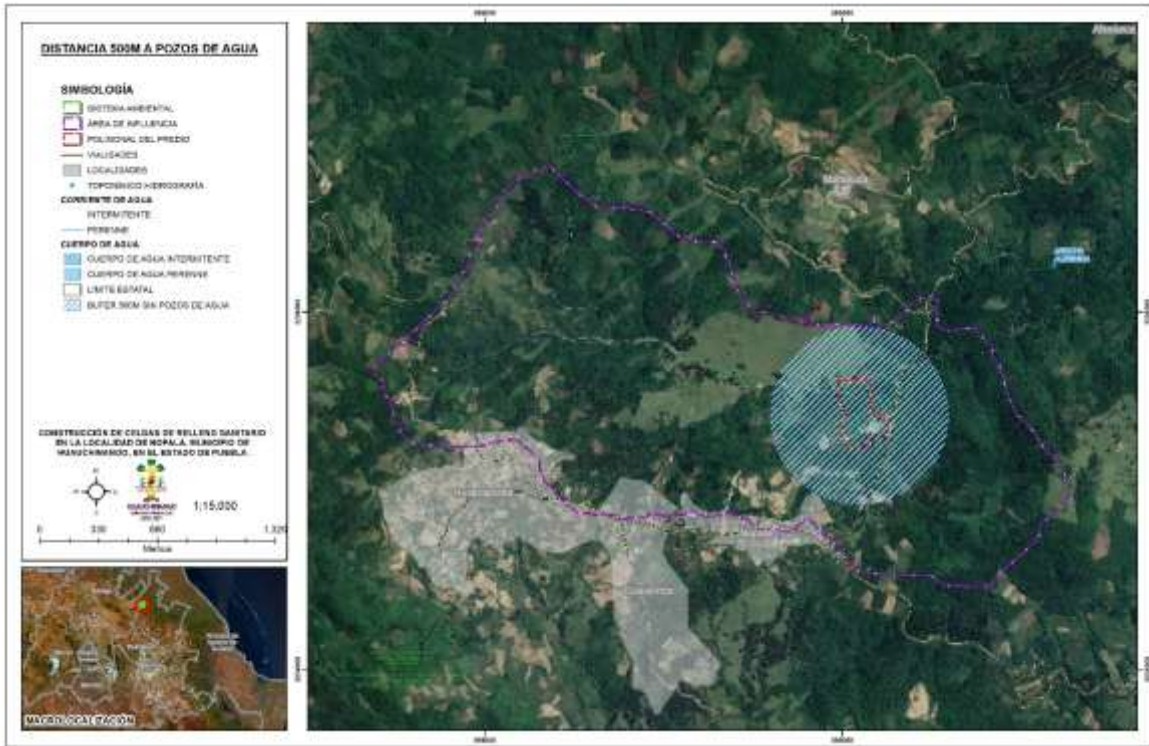


Imagen 8. Ubicación del proyecto respecto a los pozos de extracción de agua.



Imagen 9. Ubicación del proyecto respecto a las zonas de riesgo por inundación, referidas en el atlas de riesgo del estado de Puebla.

### III.3.2 Leyes y Reglamentos Estatales.

#### III.3.2.1 Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla.

Esta ley es de orden público e interés social, lo que ella dispone es de observancia obligatoria en el Estado de Puebla. Tiene por objeto apoyar el desarrollo sustentable a través de la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Tabla 21. Vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla.

Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 2</b> Será de utilidad pública:</p> <p><b>I.</b> La instalación de sistemas y lugares para la disposición final de residuos sólidos municipales no peligrosos y para el saneamiento de las aguas residuales.</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, y de lo que establece la fracción citada de este artículo, el mismo se consider una obra de utilidad pública.</p>
<p><b>Artículo 16.</b> Para la formulación y conducción de la política ambiental en la Entidad, así como la expedición de los instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración de los ecosistemas y de protección al ambiente, se observarán los siguientes principios:</p> <p><b>V.</b> Los que realicen obras o actividades, que afecten o puedan afectar directa o indirectamente el ambiente o la salud de la población, están obligados a evitar, prevenir, minimizar y reparar los daños que cause, así como a garantizar y asumir los costos que dicha afectación implique.</p> <p><b>VII.</b> La responsabilidad respecto de la protección ambiental comprende tanto las condiciones para la preservación de los elementos existentes, así como aquellas para asegurar una adecuada y mejor calidad de vida para las generaciones futuras;</p> <p><b>VIII.</b> Serán prioritarias las actividades de prevención y minimización de las causas que generen o pueden generar daño ambiental o a la salud de los habitantes.</p> <p><b>X.</b> El control y prevención de la contaminación ambiental, la renovabilidad de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural y construido, son elementos fundamentales para elevar la calidad de vida de la población;</p>	<p>En observancia de lo que establecen las fracciones citadas de este artículo, se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir al mínimo la generación de contaminantes al suelo, agua y aire. Los residuos que se generen durante la construcción del proyecto deberán ser controlados, manejados y dispuestos en estricto apego a las normas y disposiciones que resulten aplicables, dependiendo el tipo de residuo.</p> <p>Al mismo tiempo, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma las medidas de mitigación y compensación de los impactos al ambiente, que se detallan en el capítulo VI de la presenta manifestación de impacto ambiental.</p>
<p><b>Artículo 33</b> Se consideran prioritarias, para efectos del otorgamiento de los beneficios y estímulos que se establezca el Gobierno del Estado, las actividades relacionadas con:</p> <p><b>VII.</b> La recuperación, reutilización, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos industriales y municipales,</p>	<p>En función de las características del proyecto, el mismo se encuadra dentro de las actividades consideradas prioritarias, para efectos del otorgamiento de beneficios y estímulos establecidos por el Gobierno del Estado.</p>

Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>siempre y cuando se prevenga y disminuya la contaminación ambiental.</p>	
<p><b>Artículo 96.</b> Para la conservación y el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos, en el ámbito de competencia estatal y municipal, según corresponda, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><b>I.</b> Corresponde al Gobierno del Estado y a los Gobiernos Municipales, así como a la sociedad, la protección de los ecosistemas acuáticos y la conservación.</p> <p><b>II.</b> Para la conservación de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas, y el mantenimiento de caudales básicos ambientales de las corrientes de aguas, así como la capacidad de recarga de los acuíferos.</p>	<p>En relación con el componente hídrico, es importante señalar que en el predio donde se pretende el desarrollo del proyecto, no se encuentran cuerpos de agua temporales ni intermitentes que pudieran resultar afectados por las distintas obras pretendidas. No obstante, es importante mencionar que dentro del SA se encuentra la presa de Necaxa; sin embargo, la distancia a ese cuerpo de agua es de 2.9 km en línea recta, por lo que se reitera que no existirá afectación a cuerpos de agua.</p> <p>Por otro lado, y para para contribuir a la prevención de la contaminación de los escurrimientos presentes en la región, se prevé la capacitación del personal involucrado en el proyecto, para que el mismo reconozca la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como la obligación de evitar depositar basura, residuos, lodos o desechos en el suelo, o en cualquier otro lugar no autorizado para ello, esto para prevenir que, por efecto de disolución o arrastre, los desechos, lodos, o residuos puedan contaminar y/o obstruir cauces o cuerpos de agua en la región. Aunado a lo anterior, se dispondrán contenedores con tapa en los frentes de trabajo, para que el personal a pie de obra deposite en ellos este tipo de residuos, mismos que serán transportados posteriormente al sitio autorizado más cercano, para su recolección y disposición por parte de los servicios de limpia municipales.</p>
<p><b>Artículo 108.</b> Las personas físicas o jurídicas están obligadas a cumplir con los requisitos y límites de emisiones contaminantes a la atmósfera, agua, suelo, redes de drenaje, alcantarillado y cuerpos receptores de aguas Estatales y Municipales, establecidas en esta Ley, las Normas Oficiales Mexicanas y demás normatividad aplicable en la materia.</p>	<p>Se deberán cumplir con los requisitos y límites de emisiones de contaminantes, establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables.</p> <p>Se deberá atender a la regulación que haga la Secretaría de Desarrollo Rural Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial, sobre las fuentes móviles de jurisdicción estatal que originen gases, ruido, olores, vibraciones, residuos líquidos y sólidos, energía térmica y lumínica.</p>
<p><b>Artículo 110.</b> Las fuentes fijas y móviles, directas e indirectas de contaminantes de cualquier clase, serán objeto de verificación y control administrativo por parte de las autoridades competentes, en los términos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas, la presente Ley y sus Reglamentos.</p>	<p>Toda fuente móvil de contaminantes que se utilice para los fines del proyecto, deberá someterse a la verificación y control por parte de las autoridades estatales competentes en los términos que establecen las Normas Oficiales Mexicanas, esta Ley y sus Reglamentos.</p>
<p><b>Artículo 112.</b> Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><b>III.</b> Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean</p>	<p>Se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas, que resulten necesarias y suficientes para reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos, que provengan de las fuentes móviles que se utilicen para los fines del proyecto.</p>

Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>de fuentes fijas o móviles, directas o indirectas, deben ser reducidas y controladas para asegurar una calidad del aire adecuada para el bienestar de los humanos y los ecosistemas de la entidad.</p>	
<p><b>Artículo 119.</b> Los vehículos automotores que circulen en el Estado, deberán contar con los dispositivos para el control de emisiones y observar los niveles de emisiones contaminantes establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas de acuerdo con los programas que para controlar la contaminación y prevenir contingencias ambientales emita la Secretaría.</p>	<p>Los vehículos automotores que se utilicen para la ejecución del proyecto, deberán contar con los dispositivos a que hace referencia este artículo para el control de emisiones de contaminantes y observar los límites de emisión que para los mismos, establecen las Normas Oficiales Mexicanas.</p>
<p><b>Artículo 120.</b> Los vehículos automotores registrados en el Estado, destinados al transporte privado y al servicio público, deberán ser sometidos a verificación conforme esta Ley, su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica y los programas que al efecto formule la Secretaría.</p>	<p>Los vehículos automotores registrados en el estado de Puebla, y que se utilicen para la ejecución del proyecto, deberán ser sometidos al proceso de verificación vehicular conforme a esta Ley y su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, así como los programas que a tal efecto formule la Secretaría de Desarrollo Rural Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial.</p>
<p><b>Artículo 132.</b> Corresponde al Estado, los Municipios y a sus habitantes, la protección ambiental del suelo, a través de las siguientes acciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Prevenir la contaminación del suelo;</li> <li>II. Controlar los materiales y residuos no peligrosos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</li> <li>III. Prevenir y reducir la generación de residuos sólidos municipales e industriales, no peligrosos, incorporando técnicas y procedimiento para su reúso y reciclaje.</li> </ol>	<p>En relación con esta disposición, cabe señalar que el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauhinango, Puebla, establece dentro de sus objetivos el siguiente:</p> <p><i>II. Generar estrategias que permitan el aprovechamiento de residuos potencialmente reciclables y orgánicos.</i></p> <p>Como estrategia para lograr el objetivo arriba citado, se menciona lo siguiente:</p> <p><i>1. Limitar la disposición de RSU en un relleno sanitario para aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuado con el diseño e implementación de campaña "Juega limpio" para la separación de RSU entre la ciudadanía dando difusión a través de pláticas, talleres, capacitaciones y campañas publicitarias a cada segmento de la sociedad.</i></p> <p>En función de lo arriba citado, así como de los alcances del proyecto sometido a evaluación de impacto ambiental, se espera que los residuos sólidos urbanos recolectados para su disposición final en el relleno sanitario objeto de este proyecto, sean únicamente aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuado.</p> <p>Por otro lado, se contempla implementar un proceso de selección de subproductos de residuos sólidos con base a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-22-1985. Para la selección de dichos materiales se construirá una línea de bandas las</p>



Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla - Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p>cuales serán operadas por personal calificado y con experiencia en la separación de los diferentes subproductos de los RSU, el personal será en la primera fase alrededor de 40 personas, las cuales separarán el material susceptible a reciclaje.</p> <p>Posteriormente los residuos seleccionados se colocarán en contenedores de 400 L de capacidad y serán llevados al área de almacén de acopio correspondiente, donde serán compactados o preparados para su posterior comercialización, después se colocarán en el área de producto terminado donde serán finalmente vendidos a centros que se encargarán de su reciclaje.</p> <p>En caso de que, durante el proceso de selección y separación de residuos, previo al confinamiento se encontrasen residuos que sean identificados como peligrosos con base en las Normas Oficiales Mexicanas, serán separados y trasladados a un almacén temporal, con las características necesarias para garantiza la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo. Los residuos peligrosos serán almacenados en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos que se almacenen de manera temporal serán recolectados antes de seis meses, por una empresa autorizada por la SEMARNAT para tal efecto.</p> <p>Cada una de las áreas de la planta, contará con señalamiento alusivo a las actividades y riesgos que representan, además se implementará una bitácora para el control de los residuos que ingresan a la planta y equipo de protección personal a los empleados.</p>
<p><b>Artículo 138</b></p> <p>Para la localización, instalación y funcionamiento de sistemas de disposición final de residuos sólidos no peligrosos, se tomará en cuenta los programas de ordenamiento ecológico y los diferentes planes de desarrollo urbano, así como las Normas Oficiales Mexicanas.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se presenta en este capítulo la vinculación con los programas de ordenamiento que resultan aplicables, así como con el plan de desarrollo urbano del municipio de Huauchinango y las Normas Oficiales Mexicanas.</p>
<p><b>Artículo 139.</b></p> <p>Quienes realicen obras o actividades que contaminen, degraden o puedan contaminar o degradar los suelos, así como los que desarrollen actividades relacionadas con la exploración, explotación, extracción, beneficio y aprovechamiento de materiales o sustancias no reservadas a la Federación, están obligados a:</p> <p>I. Tramitar y obtener las autorizaciones a que se refiere</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, el diseño del proyecto contempla las características y acciones necesarias para reducir al mínimo el riesgo de contaminación o degradación del suelo. En este sentido cabe señalar que el proyecto cumple con las disposiciones establecidas por la NOM-083-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición</p>

Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>este capítulo;</p> <p>II. Implementar prácticas y aplicar tecnologías que eviten los impactos ambientales negativos;</p> <p>III. Disponer correctamente sus residuos sólidos no peligrosos, cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas y los criterios que emitan la Secretaría o los Ayuntamientos en el ámbito de su competencia; y</p> <p>IV. Regenerar y reforestar las áreas utilizadas una vez concluidos los trabajos respectivos</p>	<p>final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</p>
<p><b>Artículo 142.</b> Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, olores, energía térmica y lumínica que rebasen los niveles máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas.</p>	<p>Deberán evitarse las emisiones de ruido, vibraciones, olores, energía térmica y lumínica que rebasen los límites máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas.</p>

- *Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Provocada por la Emisión de Ruido.*

Este ordenamiento es de interés público y observancia obligatoria en todo el territorio del Estado de Puebla, y tiene por objeto proveer en el ámbito administrativo el exacto cumplimiento de las disposiciones de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en materia de prevención y control de la contaminación provocada por emisiones de ruido.

Tabla 22. Vinculación del proyecto con las disposiciones del Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Provocada por la Emisión de Ruido.

Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Provocada por la Emisión de Ruido - Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 14.</b> Los límites máximos permisibles para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por vehículos automotores y las motocicletas, que circulen por las vías de comunicación terrestre de la Entidad, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción, serán los especificados en la Norma Oficial Mexicana 080-SEMARNAT-1994, así como aquellos ordenamientos legales en la materia.</p>	<p>Se deberán observar los límites que establece la Norma Oficial Mexicana 080-SEMARNAT-1994 y los demás ordenamientos aplicables en la materia, respecto a la emisión de ruido ocasionado por vehículos automotores y motocicletas que se usen para la ejecución del proyecto.</p>

- *Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en materia de prevención y control de la Contaminación Atmosférica.*

Las disposiciones de este ordenamiento son de observancia general en todo el territorio del Estado y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

Tabla 23. Vinculación del proyecto con las disposiciones del Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en materia de prevención y control de la Contaminación Atmosférica.

Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en materia de prevención y control de la Contaminación Atmosférica - Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 7.</b> Las emisiones de humos, gases, polvos, vapores, olores, partículas sólidas y otros a la atmósfera generados por fuentes fijas y móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas expedidas para tal efecto. Asimismo, las fuentes emisoras deberán sujetar su operación y funcionamiento a lo previsto en la Ley, el presente Reglamento y demás disposiciones normativas aplicables.</p>	<p>Las emisiones de los contaminantes mencionadas en este artículo, no deberán exceder los niveles máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas expedidas para tal efecto.</p>

### III.3.2.2 Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla.

La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto entre otros: Garantizar el derecho de toda persona de contar con un medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención y regulación de la generación, caracterización, la valorización y la gestión integral de residuos de competencia estatal y municipal

Tabla 24. Vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla.

Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla - Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 39.</b> En relación con el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se prohíbe: I. Depositar o verter residuos de cualquier tipo o especie en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines; II. Incinerar residuos a cielo abierto o en cualquier equipo de combustión como fuente fija o dar tratamiento a residuos sin la autorización</p>	<p>En relación con lo que establece este artículo, es importante señalar que el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango, Puebla, menciona que: <i>a pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos</i></p>

Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla - Artículo	Vinculación
<p>correspondiente</p> <p>III. Instalar tiraderos a cielo abierto; y</p> <p>IV. Recibir residuos de otros Estados, salvo los que provengan de conformidad con los convenios que se celebren en términos de la Ley aplicable.</p>	<p><i>con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas.</i></p> <p>En relación con lo arriba citado, y toda vez que el proyecto pretende la construcción, operación y clausura de un relleno sanitario de alta compactación, para dar servicio al municipio de Huauchinango, se considera que el mismo presenta una vinculación positiva con lo que establece este artículo, toda vez que el proyecto cuenta con estudios y características constructivas, técnicas y operativas que le hacen constituirse como una opción favorable al medio ambiente, ante la situación que se vive actualmente en el municipio.</p> <p>Es importante señalar que el proyecto pretende la construcción de un relleno sanitario acorde a los requerimientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003, misma que marca las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Por lo tanto, el proyecto no se refiera a depositar, verter, incinerar o abandonar residuos a cielo abierto, sino a la construcción de una infraestructura técnica y ecológicamente viable para el confinamiento ambientalmente seguro de residuos sólidos urbanos. En este sentido, se considera que el proyecto no contraviene lo estipulado en este artículo.</p>
<p><b>Artículo 40.</b></p> <p>La Secretaría y los Ayuntamientos, en el ámbito de sus respectivas competencias, para realizar la ubicación de los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en rellenos sanitarios, estarán sujetos a lo señalado en las Normas Oficiales Mexicanas.</p> <p>Los Ayuntamientos regularán los usos del suelo, de conformidad con los programas de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico, en los cuales se considerarán las áreas en las que se establecerán los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, pudiendo solicitar para este efecto la asesoría de la Secretaría previa celebración del convenio correspondiente</p>	<p>En relación con lo que establece este artículo, el proyecto pretende la construcción de un relleno sanitario acorde a los requerimientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003, misma que marca las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</p> <p>En relación con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Huauchinango, el proyecto incide en el uso de suelo marcado en el mapa de la zonificación secundaria como "pastizal inducido" y "agrícola y agropecuario". Es importante mencionar que el documento disponible del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Huauchinango, no indica una política ambiental, criterio o regulación particular para este uso de suelo. Por otro lado, el PDU del municipio de Huauchinango, no marca obras o actividades ya sea permitidas o prohibidas que apliquen en los usos de suelo antes referidos.</p> <p>En función de las condiciones particulares de conservación del predio en donde pretende desarrollarse el proyecto, se estima que el mismo no representa una amenaza a los objetivos de conservación de la región, ni al equilibrio funcional de sus ecosistemas, y tampoco a la diversidad biológica que los habita; siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma la medidas de mitigación y compensación de los impactos al ambiente, que se describen a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. Entre las medidas arriba</p>

Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla - Artículo	Vinculación
	<p>mencionadas destacan la propuesta de protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha. (los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental).</p> <p>Por otro lado, cabe mencionar que el municipio de Huauchinango, presenta actualmente la necesidad de contar con un relleno sanitario dentro de su circunscripción, ya que como menciona el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango: "la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal". Aunado a lo anterior, el mismo Programa citado, menciona que: "A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas". En función de lo anterior, el proyecto contribuiría a impulsar un desarrollo sustentable, competitivo y menos costoso, del municipio de Huauchinango, beneficiando así a sus habitantes.</p>
<p><b>Artículo 52.</b> La reutilización, reciclado, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca esta Ley, la Ley General, las Normas Oficiales Mexicanas, el Reglamento de esta Ley y demás normatividad aplicable, así como las disposiciones que al efecto establezcan los Ayuntamientos.</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, el proyecto pretende la construcción de un relleno sanitario acorde a los requerimientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003, misma que marca las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Por otro lado, el proyecto no presenta contravención alguna con relación a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, ni con relación a la Ley en comento.</p>
<p><b>Artículo 53.</b> Los responsables del reciclado, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial deberán:</p> <p><b>I.</b> Obtener las autorizaciones correspondientes para realizar dichas actividades, por la Autoridad competente;</p> <p><b>II.</b> Ubicarse en zonas autorizadas, de conformidad con lo dispuesto por los planes de desarrollo</p>	<p>En relación con lo que establece este artículo, se presenta en tiempo y forma esta manifestación de impacto ambiental, para la construcción, operación y clausura del relleno sanitario de Alta compactación para el municipio de Huauchinango Puebla, acorde a los requerimientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003, misma que marca las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</p> <p>En relación con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano</p>

Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla - Artículo

Vinculación

urbano, ordenamiento ecológico territorial y que reúnan los criterios que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones aplicables;

**III.** Contar con programas para prevenir accidentes que les permitan operar de manera segura y eficaz, así como responder a contingencias o emergencias ambientales, con el objeto de minimizar los impactos negativos al ambiente y a la salud de las personas;

**IV.** Garantizar a través de los instrumentos económicos previstos en la presente Ley que exija la Autoridad correspondiente, que, al cierre de las operaciones en sus instalaciones, éstas queden libres de residuos y no presenten niveles de contaminación que puedan representar un riesgo al medio ambiente y a la salud de las personas.

Sustentable de Huauchinango, el proyecto incide en el uso de suelo marcado en el mapa de la zonificación secundaria como "pastizal inducido" y "agrícola y agropecuario". Es importante mencionar que el documento disponible del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Huauchinango, no indica una política ambiental, criterio o regulación particular para este uso de suelo. Por otro lado, el PDU del municipio de Huauchinango, no marca obras o actividades ya sea permitidas o prohibidas que apliquen en los usos de suelo antes referidos.

En función de las condiciones particulares de conservación del predio en donde pretende desarrollarse el proyecto, se estima que el mismo no representa una amenaza a los objetivos de conservación de la región, ni al equilibrio funcional de sus ecosistemas, y tampoco a la diversidad biológica que los habita; siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma la medidas de mitigación y compensación de los impactos al ambiente, que se describen a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. Entre las medidas arriba mencionadas destacan la propuesta de protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren un total de 4.48 ha (los detalles de esta acción pueden consultarse en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental).

Por otro lado, cabe mencionar que el municipio de Huauchinango, presenta actualmente la necesidad de contar con un relleno sanitario dentro de su circunscripción, ya que como menciona el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos de Huauchinango: "la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango, ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal". Aunado a lo anterior, el mismo Programa citado, menciona que: "A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio, provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas". En función de lo anterior, el proyecto contribuiría a impulsar un desarrollo sustentable, competitivo y menos costoso, del municipio de Huauchinango, beneficiando así a sus habitantes.

En relación con el programa para prevenir accidentes, el mismo se elaborará y presentará en forma, previo al inicio de la fase

Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de Puebla - Artículo	Vinculación
	operativa del proyecto. De igual manera, las garantías a través de los instrumentos económicos previstos en esta ley, y que la autoridad correspondiente exija para el cierre de las instalaciones, una vez terminada su vida útil, se presentarán debidamente en tiempo y forma.
<p><b>Artículo 60.</b> Los generadores y las empresas dedicadas a la gestión integral de los residuos están obligadas a prevenir y en su caso a remediar la contaminación de sitios por sus actividades.</p>	<p>En relación con lo que establece este artículo, el proyecto está diseñado con base en las especificaciones de la NOM-083-SEMARNAT-2003, misma que marca las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. En función de lo cual cuenta con las características técnicas y medidas para prevenir la contaminación del suelo, agua y aire en la zona del proyecto. La totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto pueden, consultarse a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>

- *Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla.*

El presente ordenamiento es de interés público y de observancia general en la Entidad y tiene por objeto proveer en el ámbito administrativo, el exacto cumplimiento de las disposiciones de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla.

Tabla 25. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla

Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 3.</b> Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla, se considerarán las siguientes:</p> <p><b>IX.-</b> Relleno Sanitario: Es una obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población</p>	<p>En función de las características y alcances del proyecto, el mismo se define como un relleno sanitario, en función de lo que establece la fracción citada de este artículo.</p>

### III.4 CONCLUSIONES

Una vez analizada la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y política ambiental que resultaron aplicables, se encontró que, en función de la ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta controversias con alguno de ellos.

Por otro lado, el proyecto presenta vinculación positiva con el Programa Municipal de Manejo de Residuos Sólidos. Huauchinango, Puebla, toda vez que dicho programa, señala que *la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal.*

Aunado a lo anterior, el citado programa identifica la siguiente problemática: *A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía, debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio, provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones, los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas.*

En relación con lo arriba citado, y toda vez que el proyecto pretende la construcción, operación y clausura de un relleno sanitario de alta compactación, para dar servicio al municipio de Huauchinango, se considera que el mismo presenta una vinculación positiva con lo que establece este programa, toda vez que el proyecto cuenta con estudios y características constructivas, técnicas y operativas que le hacen constituirse como una opción favorable al medio ambiente, ante la situación que se vive actualmente en el municipio.

Respecto a las Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no representa una amenaza para la conservación de la diversidad biológica, ni para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta su área de influencia, lo anterior siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente producto de la construcción y operación del proyecto, mismas que se detallan en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. Entre las acciones antes mencionadas se encuentra, la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren una superficie de 4.4 ha, con lo cual se contribuirá a proteger y conservar el ecosistema de la zona y mantener nichos ecológicos aprovechables para la fauna silvestre. Aunado a lo anterior, se prevé la capacitación del personal involucrado en la fase constructiva y operativa del proyecto, para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre, evitando realizar actos y omisiones que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria.



Finalmente, una vez realizada la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos aplicables, de los tres niveles de gobierno, se encontró que el mismo no presenta controversia alguna con la normatividad aplicable. Al mismo tiempo el proyecto deberá ajustarse a los límites y condiciones que establecen las normas y ordenamientos que resultan aplicables a las distintas actividades que lo conforman.

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	2
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	2
IV.1.1 Introducción	2
IV.1.2 Método y resultados	2
IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL	5
IV.2.1 Introducción	5
IV.2.2 Metodología.	5
IV.2.3 Resultado	10
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL	11
IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA	11
IV.3.1.1 Medio abiótico	11
IV.3.1.2 Medio biótico	27
IV.3.1.3 Descripción de la estructura y función del Sistema Ambiental (Ecosistemas)	103
IV.3.1.4 Paisaje	109
IV.3.1.5 Medio socioeconómico	122
IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	124
IV.4.1 Evaluación de factores ambientales (método in situ)	125
IV.4.1.1 Metodología	125
IV.4.1.2. Resultados	128
IV.4.2 Fragilidad ambiental	131
IV.4.2.1 Metodología	131
IV.4.2.2 Resultados	134
IV.4.2.3 Conclusión	136

## IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

### IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

#### IV.1.1 Introducción

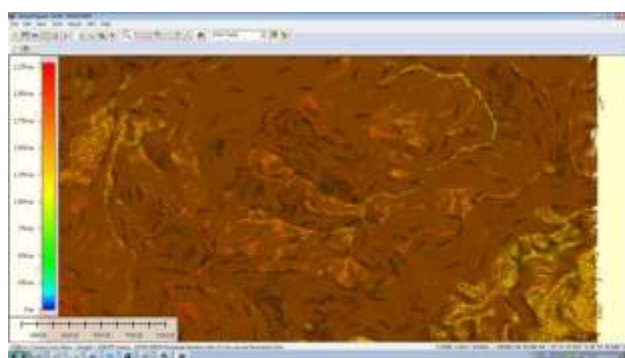
El Área de Influencia (AI) se puede definir como aquella zona que teóricamente recibe el mayor impacto ambiental ante la realización de proyectos. El grado de disturbio puede ser muy variable, tanto espacial como temporalmente, y este se relaciona al tipo de proyecto que se desee desarrollar. En innumerables casos, la delimitación del AI puede considerar detalles relevantes, como es el caso del efecto de borde (cambios micro-ambientales), la topografía, la hidrología superficial u otras barreras naturales o artificiales hasta donde llegarían los impactos más importantes. Para el presente apartado se implementó una metodología que tiene como fundamento los límites naturales que ofrece el terreno proyectado en unidades hidrológicas de distinto tamaño según las características del proyecto. La metodología se indica a continuación:

#### IV.1.2 Método y resultados

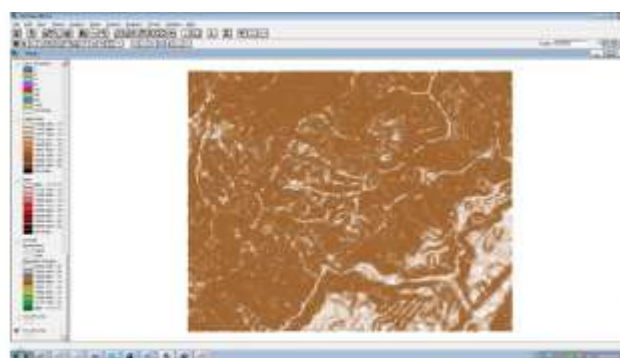
Este procedimiento se llevó a cabo en la plataforma del programa ArcView 3.2 utilizando como capa Base las curvas de nivel a 2 m, obtenidas con el programa Global Mapper 12.0. Las extensiones empleadas tanto para la obtención de microcuencas como para la red de drenaje fueron: "Hydrologic modeling" y "Bas 1".

##### *a) Obtención de microcuencas*

Primeramente se activaron las extensiones necesarias y se cargó la capa de Curvas de nivel a 2 m en el programa ArcView 3.2, previamente obtenidas en el programa Global Mapper 12.0.

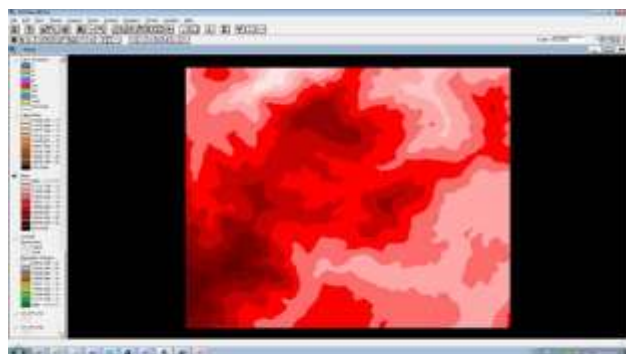


Oblención de curvas de nivel a 2 m en Global Mapper 12.0

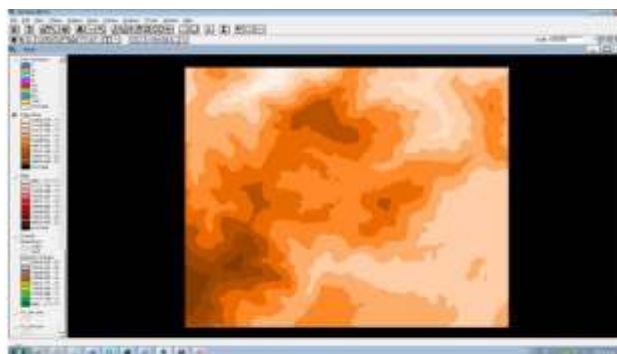


Capa de curvas de nivel en ArcView 3.2

Ya con las curvas de nivel se generó un Modelo Digital de Elevación al cual se le ejecutó la opción Fill del Menú Hydro para corregir todos los posibles errores del mismo.

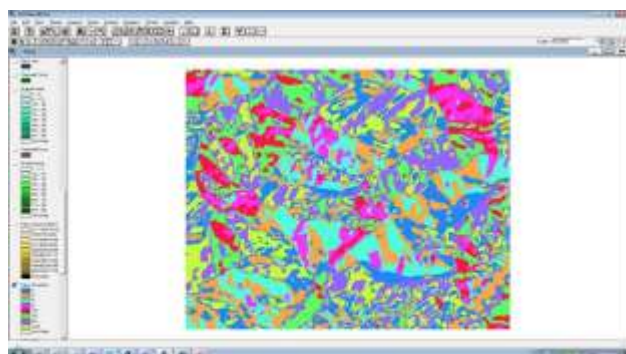


Modelo Digital de Elevación (MDE)

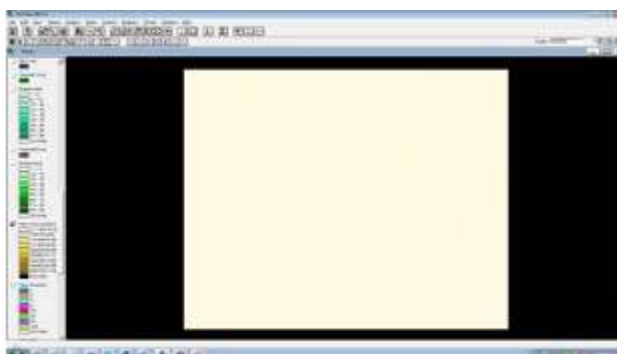


Corrección del Modelo Digital de Elevación (Fill)

El siguiente paso fue la generación de las capas de Dirección de Flujo y Flujo Acumulado, esto con el fin de posibilitar la activación de la opción "Watershed" en el Menú Hydro.

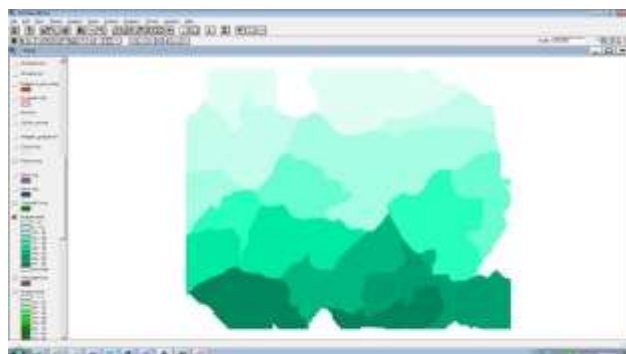


Dirección de flujo (Flow Direction)



Flujo acumulado (Flow Accumulation)

A partir de esta opción se pueden realizar tantos intentos como sea necesario hasta obtener un mosaico de microcuencas con el tamaño adecuado y coherente, de acuerdo a las características propias del proyecto. Como todo el procedimiento se ha venido realizando en formato raster, es importante vectorizar la capa final de microcuencas para su posterior preselección.



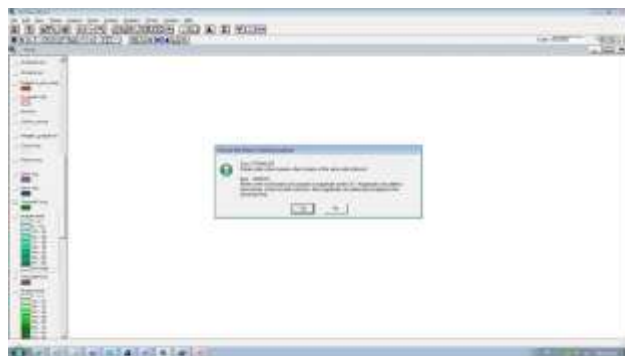
Mosaico de microcuencas en formato RASTER



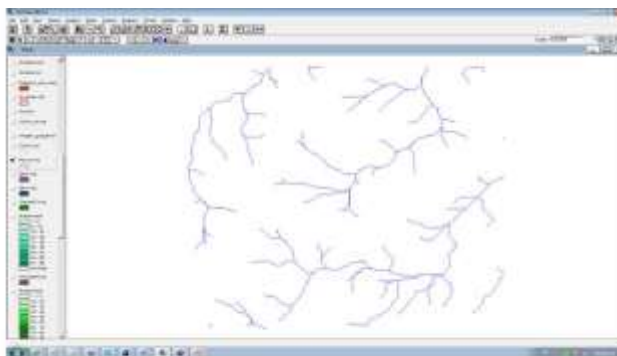
Mosaico de microcuencas en formato VECTORIAL

*b) Red de drenaje*

La obtención de la red de drenaje es un procedimiento secundario del mosaico de microcuencas y ayuda a delimitar las unidades hidrológicas, desde una Unidad de Escurrimiento hasta una Región Hidrológica. Para ello en la opción RIV se seleccionó el Método Strahler, tal como se indica en las siguientes imágenes:



Selección del Método Strahler para la red de drenaje



Red de drenaje para el área total

*c) Sobre-posición de capas: red de drenaje, mosaico de microcuencas y polígono del proyecto*

En este paso se sobrepusieron las tres capas de información necesarias para la delimitación del Área de Influencia (red de drenaje, mosaico de microcuencas y polígono del proyecto). Se trató de que la superficie fuera de un tamaño coherente en relación a la dimensión del proyecto, por tanto, se seleccionaron tres unidades de escurrimiento, las cuales se consideraron ampliamente relevantes al proyecto. De esta manera se editaron y unieron los polígonos en unos solo para formar el AI.



Sobre-posición de capas: Red de drenaje, Microcuencas y Proyecto



Selección de Unidades de escurrimiento

El resultado final de todo el procedimiento fue una microcuenca de tipo exorréica (Área de Influencia) que presenta una superficie total de 484.071 Ha. A continuación, se presenta el polígono final (ver cuadro de coordenadas en anexo):

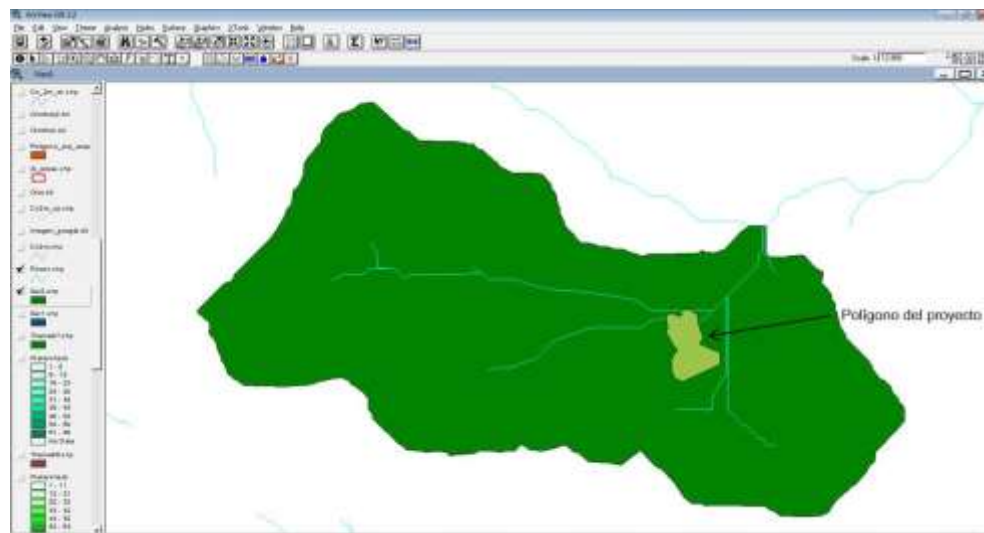


Imagen 1. Polígono final del Área de influencia

## IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

### IV.2.1 Introducción

Para la delimitación del SA se realizó un análisis multicriterio con dos vertientes principales:

- Obtener un área con límites naturales en base a los diferentes factores que funcionan como límites (topografía, hidrología superficial, usos de suelo y tipos de vegetación, climas, edafología, etc).
- Obtener un marco de referencia para el análisis de servicio y beneficios del proyecto utilizando límites geopolíticos en un contexto geográfico-espacial.

### IV.2.2 Metodología.

Bajo estas dos premisas se inició por la georreferenciación del plano principal de conjunto en formato DWG para exportarlo a formato SHP para poder utilizarlo dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG).



número de temas, posteriormente con los temas relevantes se tomó como límite del polígono del SA los límites marcados en cada carta:

Cartas temáticas relevantes:

- Hidrología superficial (red hidrográfica)

Se utilizaron las cartas temáticas de subcuenca hidrográfica las cual es el área considerada como una subdivisión de la cuenca hidrográfica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión el proyecto se localiza en el parteaguas de 2 subcuencas (Subcuenca del Río San Marcos y Subcuenca del Río Necaxa) las cuales en sus componentes fue posible encontrar límites para el SA.

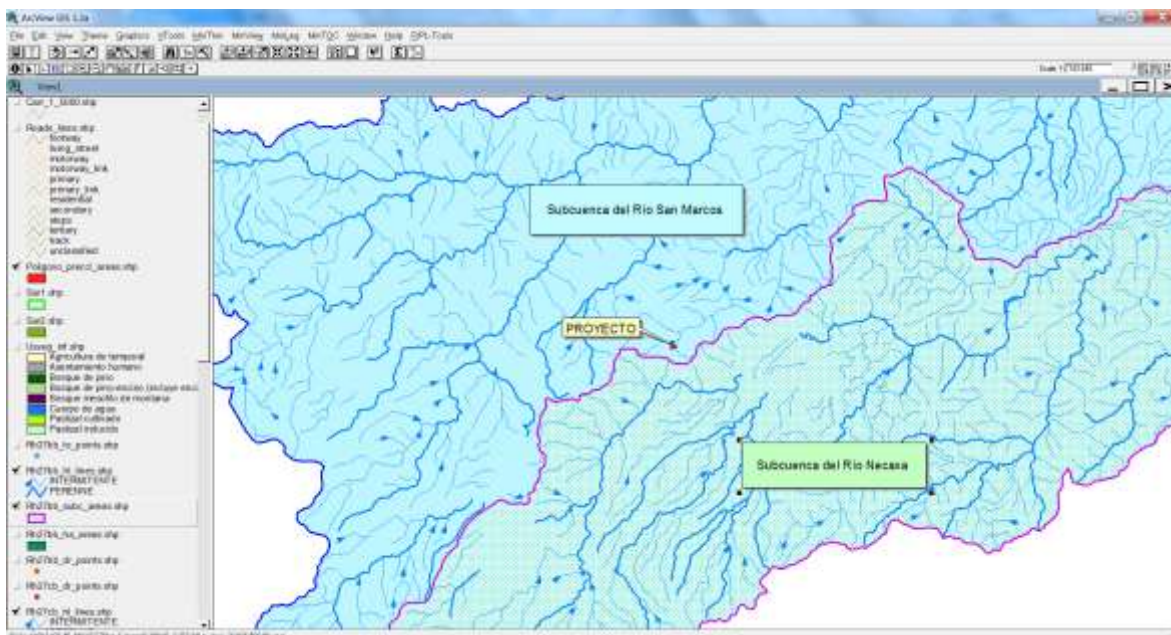


Imagen 4. Elementos utilizados para la delimitación del SA con la red hidrográfica.

- Usos de suelo y tipos de vegetación (INF 2000 e INEGI 2016).

Utilizando la carta disponible editada por CONAFOR del año 2000 y la carta de uso de suelo y tipos de vegetación S6 de INEGI, se identificaron varios elementos que fueron utilizados como límite del SA, tratando de mantener cierta homogeneidad en sus componentes.



CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

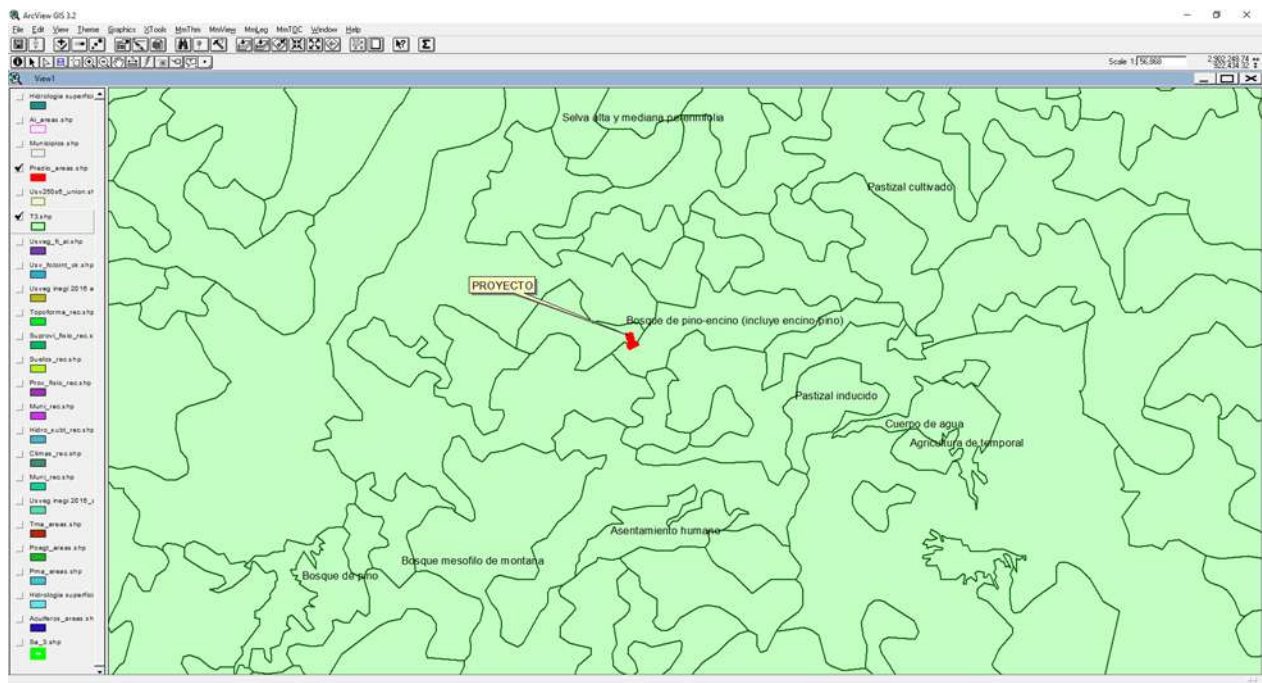


Imagen 5. Elementos utilizados para la delimitación del SA con el USVEG INF 2000.

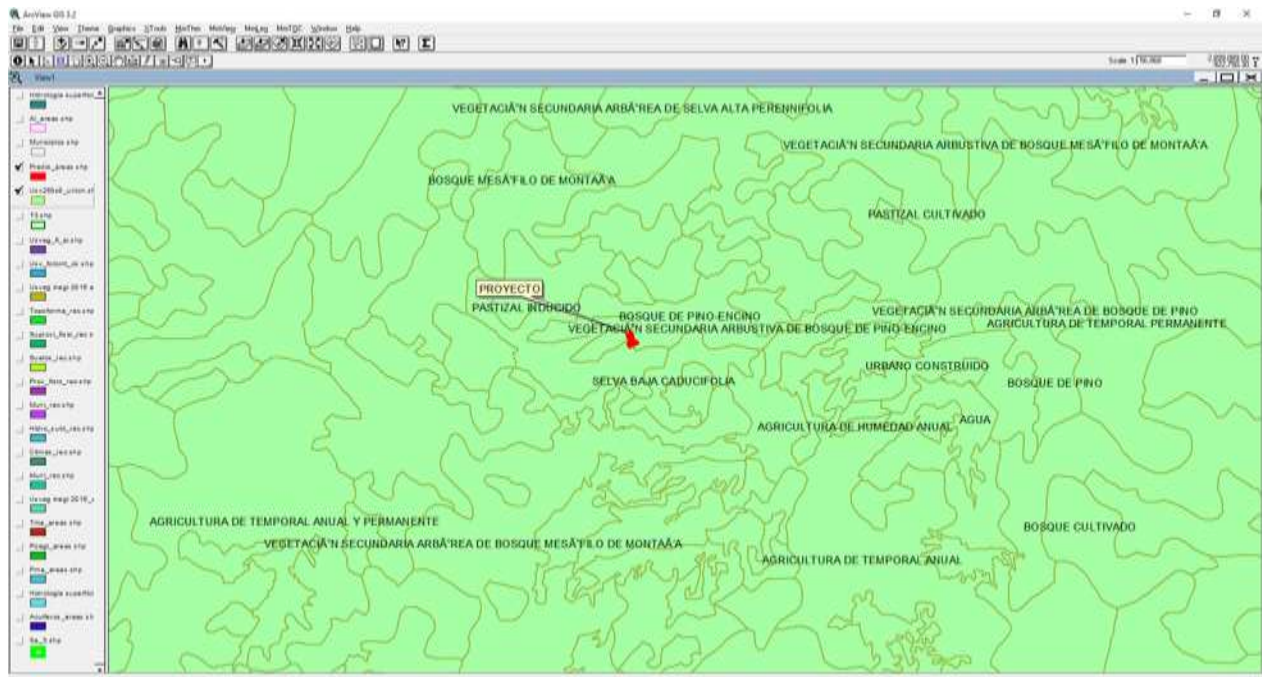


Imagen 6. Elementos utilizados para la delimitación del SA con el USVEG INEGI 2016.



### IV.2.3 Resultado

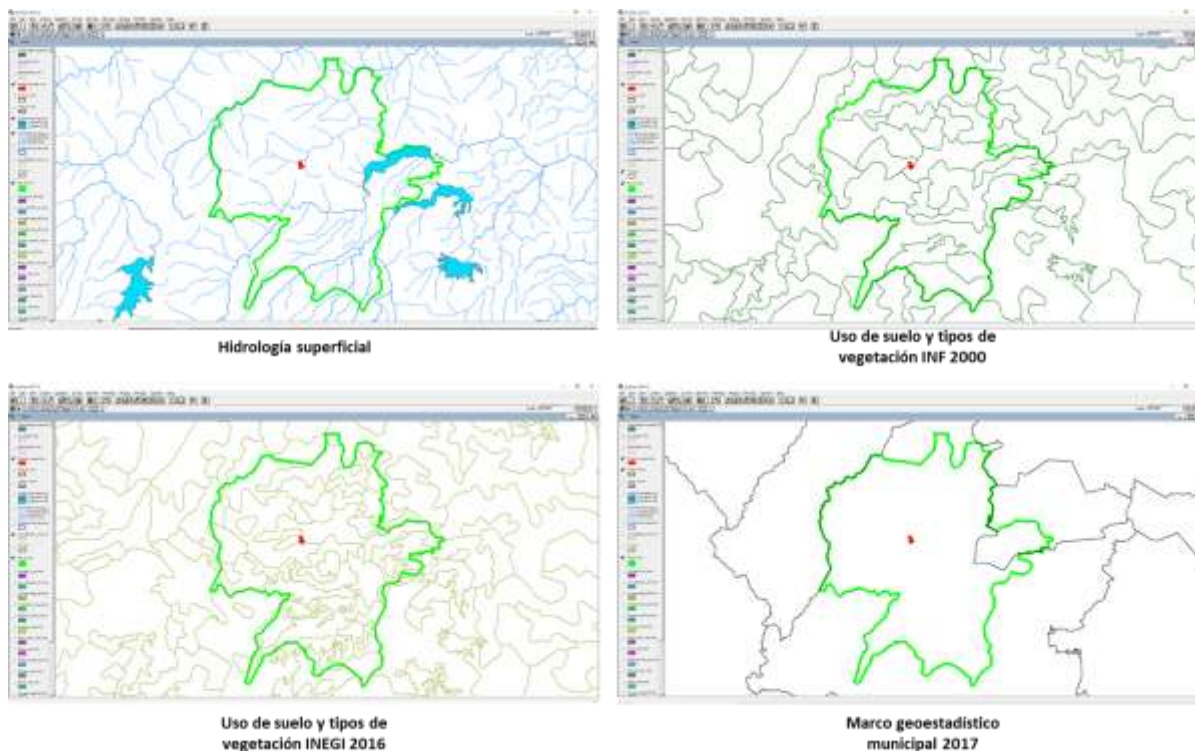


Imagen 8. Sobreposición de las capas temáticas utilizadas para la delimitación del SA.

Finalmente se puede visualizar el polígono final el cual cuenta con límites naturales preponderantemente, sin dejar fuera el aspecto servicios y beneficios que el proyecto pretende brindar; este polígono geográficamente delimitado nos brindara un marco de referencia espacial para los análisis precedentes y subsecuentes, y cuenta con una superficie de 7675.286 ha.

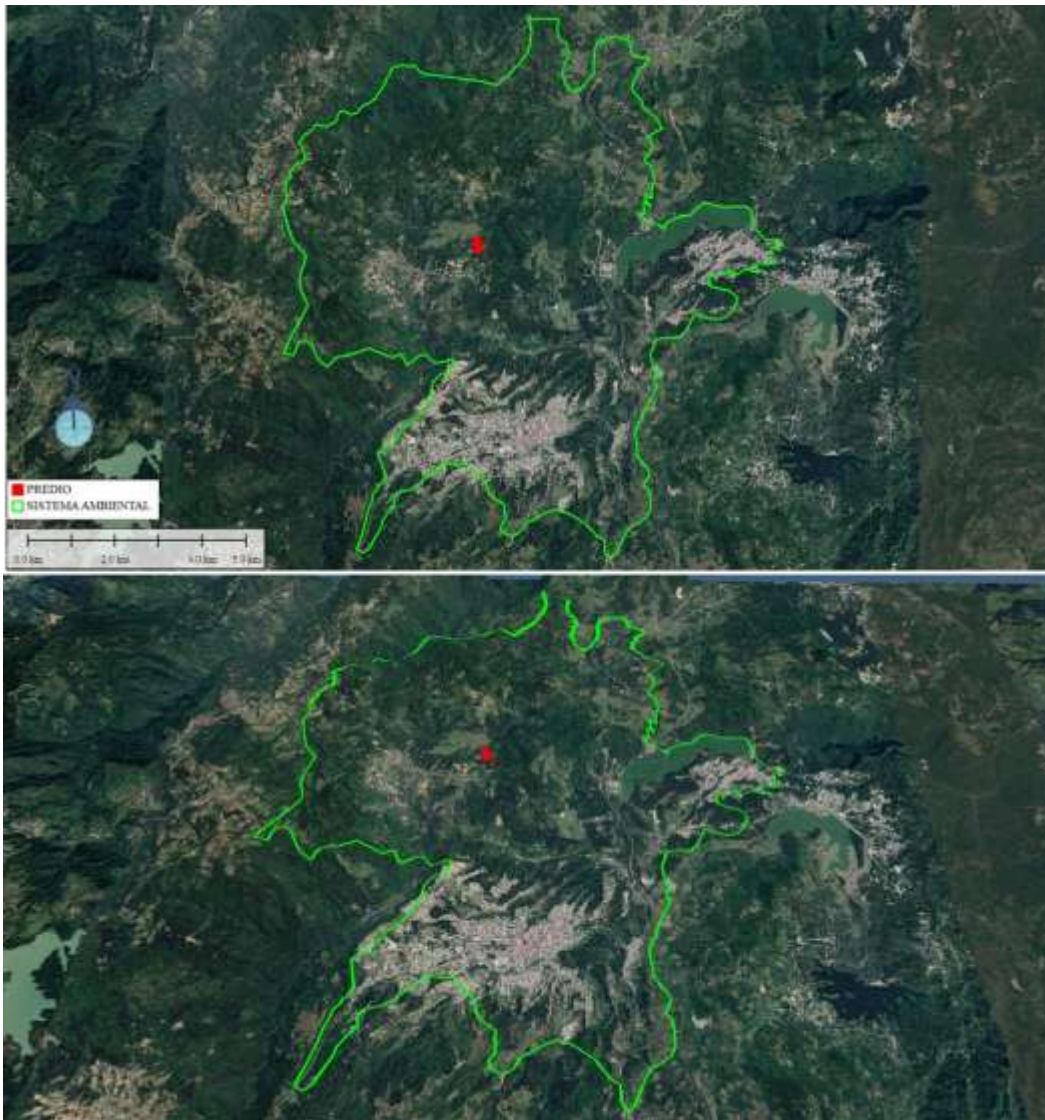


Imagen 9. SA definitivo, vista superior del polígono del SA y el predio del proyecto con imagen de satélite, y vista interior en 3D observando el relieve del SA, visualizados en el SIG Global Mapper 19.0.

## IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

### IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

#### IV.3.1.1 Medio abiótico

##### a) *Clima*

A continuación, se muestra una tabla con la información de los climas que se presentan en el área del proyecto:

Tabla 1. Climas dentro del área del proyecto

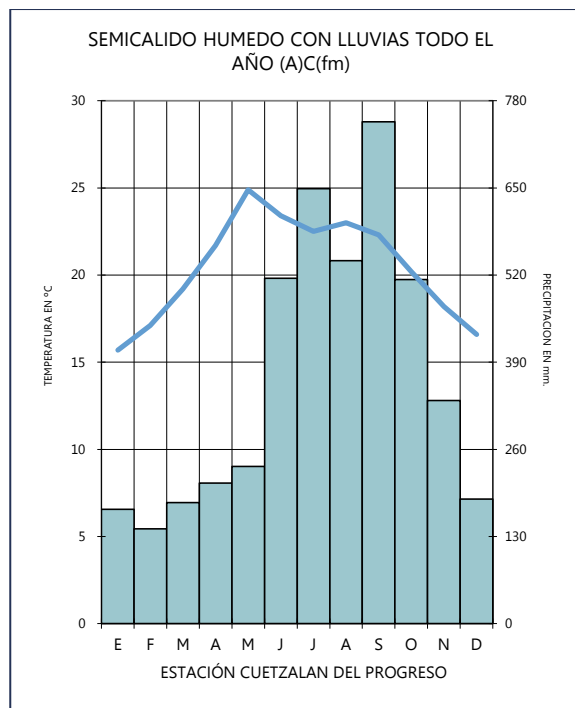
Clave	Tipo	Superficie SA	Superficie Área de influencia	Superficie predio
(A)C(FM)	Semicalido húmedo	1350.714	0	0
C(FM)	Templado húmedo	6324.572	484.071	7.43

- *(A)C(FM) Clima semicálido, húmedo con lluvias todo el año*

Este clima se distribuye en: una franja más o menos amplia en el norte, orientada noroeste-sureste, que va de la población de Tlaxco a Hueytamalco, y cuya altitud varía entre 700 y 1500 m aproximadamente.

La temperatura media anual mayor de 18°C; temperatura de mes más frío entre 3 y 18°C; precipitación del mes más seco mayor de 40 milímetros; por ciento de lluvia invernal con respecto a la anual, menor de 18. La precipitación total anual va de los 2000 a los 2300 mm.

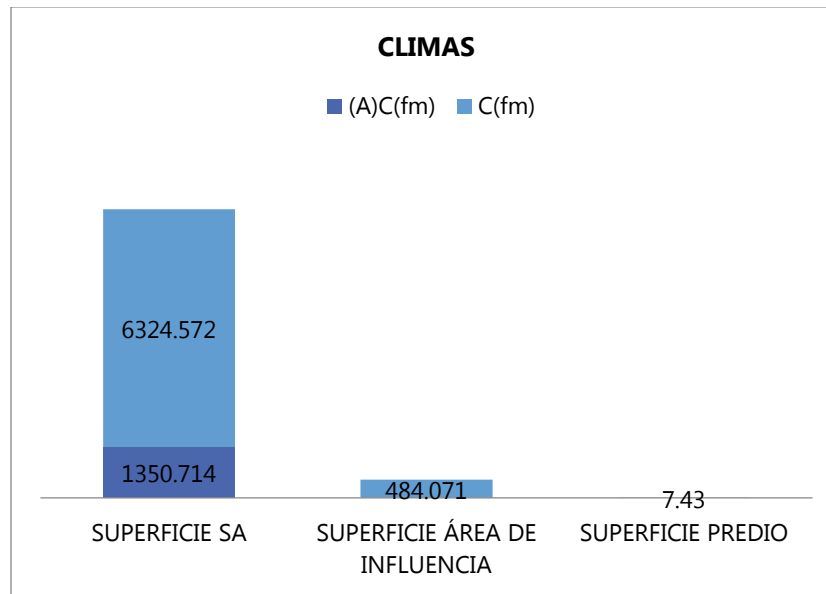
A continuación presentamos el Climograma de Cuetzalan del Progreso que sirve como referencia de la representabilidad del tipo de clima del área estudio.



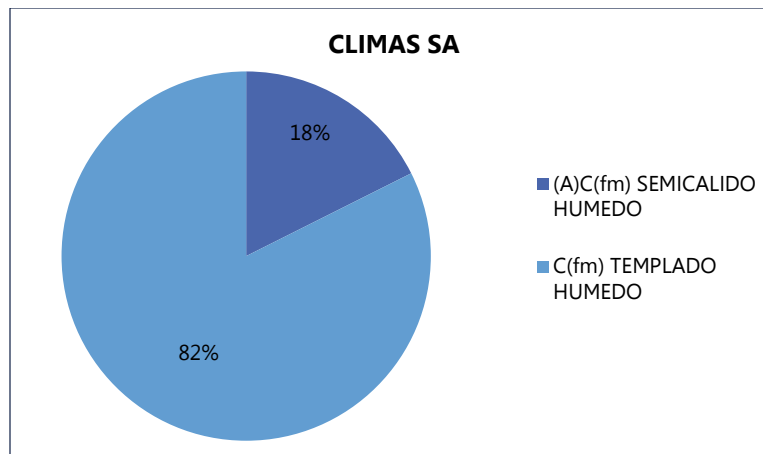
Gráfica 1. Climograma de referencia

- *C(fm) Clima Templado Húmedo con Abundantes Lluvias todo el año:*

Este clima corresponde a una franja discontinua cuya dirección es de noroeste a sureste, incluye desde la población de Pahuatlán de Valle hasta el occidente de Tepetzintla, y de San Esteban Cuautempan a Teziutlán; terrenos con altitudes de hasta 1000. La temperatura media anual es inferior a los 18°C, la precipitación total anual es de 1200 a 3000 mm.



Gráfica 2. Climas presentes en el proyecto.



Gráfica 3. Porcentaje de cada clima en SA.

*b) Geología*

Tabla 2. Tipo de rocas dentro del SA y AI del proyecto

Clave	Clase	Tipo	Era	Superficie SA	Superficie área de influencia	Superficie predio
Ts(lgeb)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	2490.853	0	0
Ks(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	4783.011	484.071	7.43

Clave	Clase	Tipo	Era	Superficie SA	Superficie área de influencia	Superficie predio
TR(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	198.791	0	0
Js(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	1.681	0	0
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	200.951	0	0

- *Ts (Igei)*

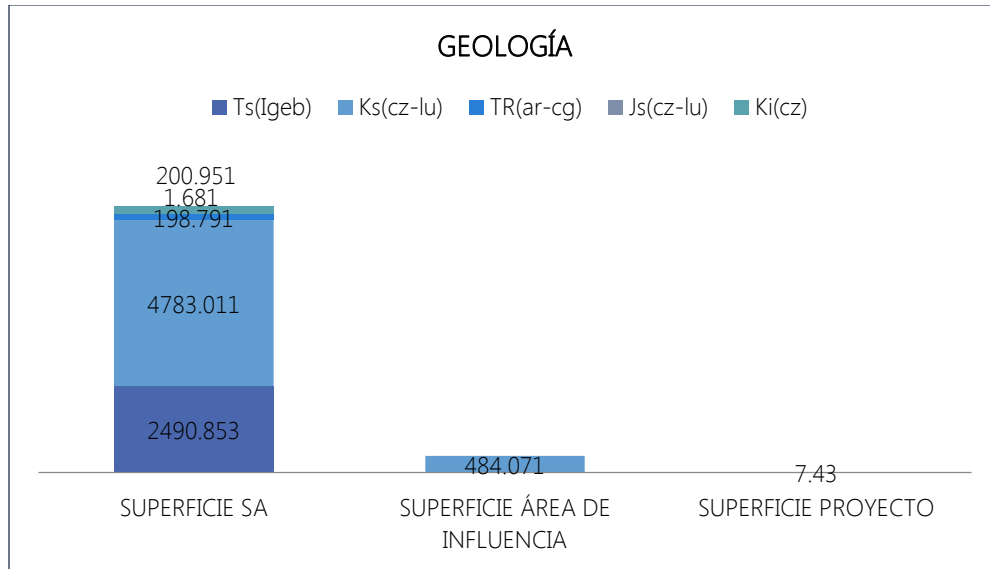
Geológicamente, esta porción está constituida fundamentalmente por unidades de rocas ígneas extrusivas intermedias del terciario superior **ts (Igei)**, que constituyen la base del paquete de rocas volcánicas de la región de la faja volcánica o eje neovolcánico. Incluye a varias unidades de composición andesítica de diversa textura, como brechas volcánicas, tobas y derrames. Esto, conforme a la carta geológica estatal elaborada por el instituto nacional de estadística, geográfica e informática (INEGI).

- *Js (cz - lu)*

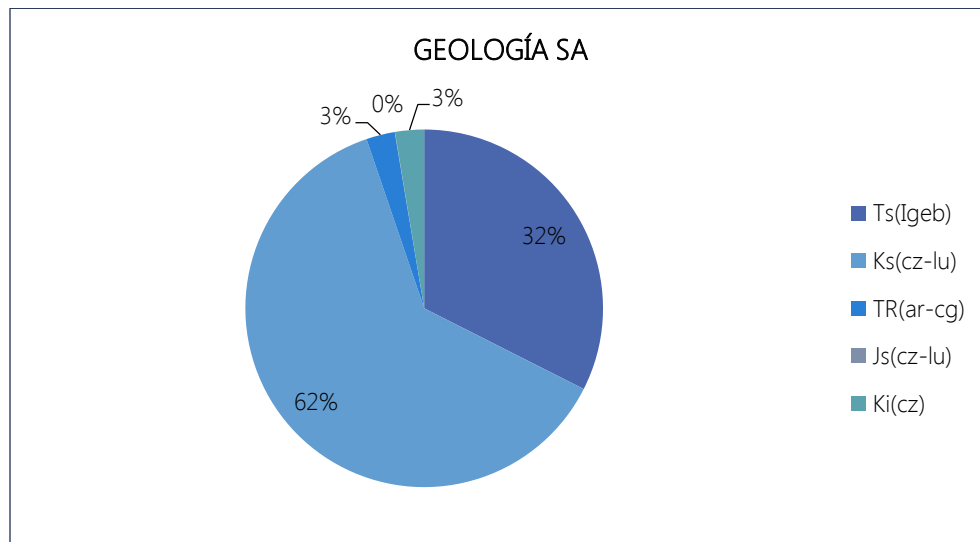
El Jurásico superior está representado por las siguientes unidades: caliza Chimeco y formación Mapache, que se encuentran en el área de Petlalcingo, formación Tepexilotla en la sierra Mazateca y las secuencias que se correlacionan en las formaciones Tamán y Pimienta en el norte del Estado de Puebla, todas ellas incluidas dentro de esta unidad.

- *Ki (cz)*

Del Cretácico Inferior y Medio hay grandes afloramientos de rocas marinas dentro de la porción poblana de la Sierra Madre Oriental. Las unidades aparecen cartografiadas conjuntamente con la clave Ki (cz) y forman sierras altas y alargadas de una orientación general nornoroeste-sursureste. La secuencia rocosa está integrada por sedimentos carbonatados marinos, formados como depósitos de borde de plataforma y talud. La facies de borde de plataforma se encuentra constituida por estratos calcáreos de textura Wackestone a Grainstone, de 10 cm a 1 m de espesor, que contiene fósiles del Berriasiano. Corresponde a la cima de la formación Pimienta y a la base de la formación Tamaulipas Inferior. La facies de talud está formada por calizas de color gris claro de textura Mudstone a Wackestone, que forman estratos de 30 cm a 1 m de espesor; contienen fósiles del Albiano-Cenomaniano y se correlacionan con la formación Tamaulipas Superior. Existen también lentes de caliza en capas delgadas de facies lagunares. Estos depósitos descansan concordantemente sobre las rocas del Jurásico Superior y subyacen de la misma forma a la serie del Cretácico Superior.



Gráfica 4. Geología en el Proyecto



Gráfica 5. Geología en el Sistema ambiental

### c) Suelos

En este caso se presenta la tabla con la descripción de los suelos presentes en las superficies que ocupa el proyecto, y posteriormente se encuentra la descripción de los suelos primarios.



Tabla 3. Tipos de suelo dentro del SA y AI del proyecto

Clave	Suelo primario	Subsuelo primario	Suelo secundario	Subsuelo secundario	Suelo terciario	Subsuelo terciario	Clase textural	Superficie SA	Superficie área de influencia	Superficie predio
Hh+Lc+Be/2	Feozem	Haplico	Luvisol	Cromico	Cambisol	Eutrico	Media	4503.181	484.071	7.107
Hh+Rc+Lo/2	Feozem	Haplico	Regosol	Calcarico	Luvisol	Ortico	Media	25.192	0	0
Lc+Bc/3	Luvisol	Cromico	Cambisol	Cromico			Fina	2362.854	0	0
Be+Hh+I/2	Cambisol	Eutrico	Feozem	Haplico	Litosol		Media	586.101	0	0
H2O				Cuerpo de agua				197.959	0	0

- Feozems (Hh)

Estos suelos se caracterizan por presentar un horizonte superficial, por lo general mayor de 25 cm de espesor, enriquecido con materia orgánica (mayor de 1%) y buen contenido de nutrientes. Los tipos de suelo más frecuentes son los feozems háplicos, que se identifican sobre todo por sus características superficiales. Están influidos en su formación por las características climáticas, mismas que determinan la cobertura vegetal que favorece procesos de formación de humus; la meteorización y argilización son también procesos importantes. Estos suelos tienen una fertilidad natural elevada y producen buenas cosechas.

- Luvisoles (Lc)

Las precipitaciones de las zonas donde se han formado han propiciado la translocación de arcilla del o de los horizontes superiores hacia uno más profundo (horizonte B argílico) en el cual se acumulan, por lo que éste presenta más arcilla que los horizontes superiores o inferiores. El horizonte superficial es un A ócrico, de color claro y bajo contenido de materia orgánica, u oscuro pero muy delgado.

Los luvisoles crómicos, presentan horizonte arcilloso de color pardo intenso a rojo.

Estos suelos se pueden encontrar en la Sierra Madre Oriental hacia Tetela de Ocampo y San Esteban Cuautempan; también en la Sierra Madre del Sur hacia Tlacotepec de Díaz; en total ocupan 6.25% del área estatal.

Con frecuencia presentan una estructura de bloques subangulares y migajosa, de tamaño variable de fino a grueso y desarrollo de fuerte a moderado, su consistencia suele ser firme en la parte superficial y dura en el subsuelo; su drenaje interno de lento a moderado.

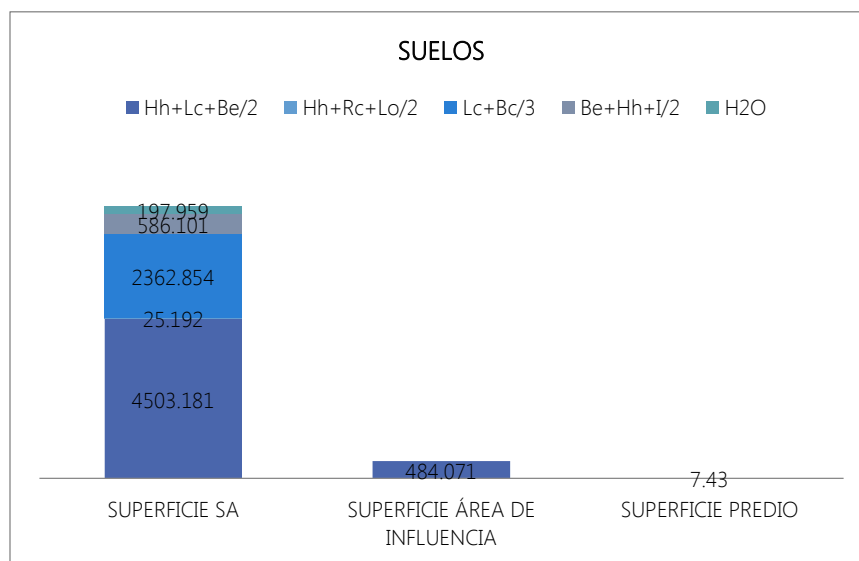
Con contenidos de materia orgánica de extremadamente pobre a moderadamente rico (0.3-3.0%), una capacidad de intercambio catiónico total de moderada a alta (19.0-32.0 meq/100 g), saturación de bases moderada (por lo general alrededor de 50%), los nutrientes disponibles potasio, calcio y magnesio están en cantidades muy bajas a bajas (0.2-0.4 meq/100 g), moderadas a muy altas (6.0-25.0 meq/100 g) y moderadas (1.4-3.0 meq/100 g), respectivamente; características que los hacen moderadamente ácidos a muy ligeramente alcalinos (pH entre 5.8 y 7.4).

Poco más de la mitad de estos suelos tienen fase lítica o dúrica entre 50 y 100 cm, otros más con un estrato rocoso a menos de 50 cm o con piedras, y muy pocos son profundos. Desde el punto de vista de su fertilidad, una buena caracterización y diagnóstico indicarán las enmiendas y fertilización que pueden aumentar las producciones agrícolas en estos suelos. Los usos principales en la actualidad son la agricultura de temporal, pastizales inducidos, bosques de pino y de pino-encino.

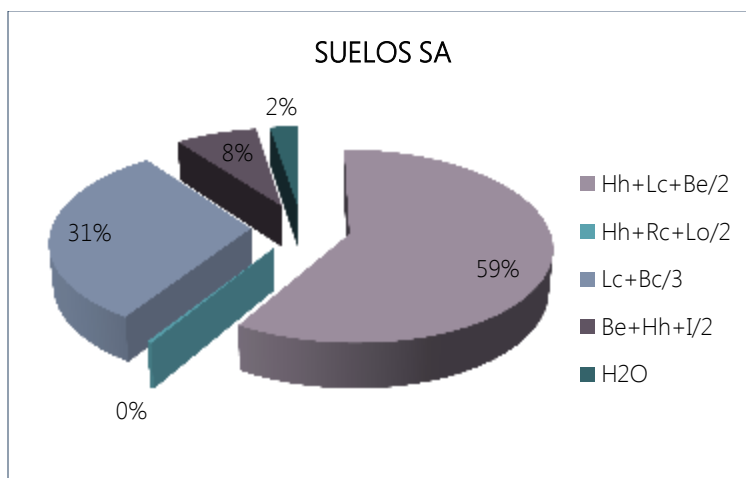
- Cambisoles (Bd) y (Bc)

La mayoría de los que se encuentran en la entidad pertenecen a los cálcico y eútricos, y en menor proporción a los dístricos, húmicos y vérticos. Se localizan en las laderas de las sierras ubicadas en el norte del estado y en algunas llanuras y lomeríos del centro.

Tienen como característica distintiva la presencia del horizonte B cámbico, el cual se diferencia del material de origen por la formación de terrones; y la capa superficial, denominada horizonte A ócrico, no ha alcanzado un oscurecimiento en su espesor considerable (25 cm). Esta última capa es de color pardo o pardo amarillento, y cuando llega a ser gris o pardo grisáceo es de unos 15 cm; en tanto que las capas más profundas son de color pardo rojizo o pardo amarillento.



Gráfica 6. Suelos presentes en el proyecto



Gráfica 7. Distribución de los tipos de suelos dentro del Sistema Ambiental del proyecto

#### d) Hidrología superficial y subterránea

Tabla 4. Hidrología dentro del SA y AI del proyecto

Región hidrológica	Cuenca hidrológica	Subcuenca hidrológica	Superficie SA	Superficie área de influencia	Superficie predio
RH 27 TUXPAN-NAUTLA	RÍO CAZONES	R. San Marcos	4230.905	476.822	7.43
	RÍO TECOLUTLA	R. Necaxa	3813.245	7.249	0

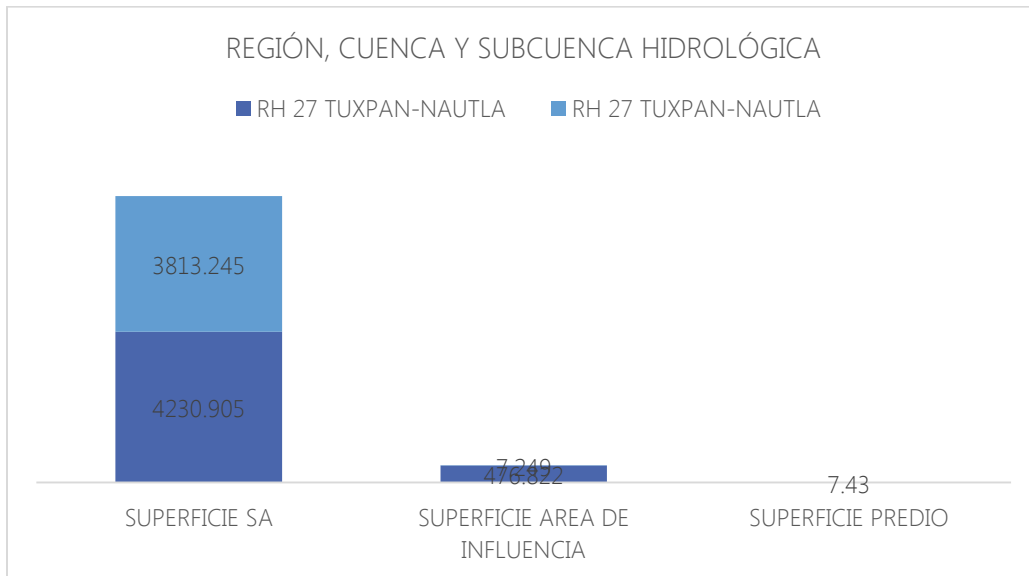
- Región Hidrológica (RH-27) Tuxpan-Nautla.

Esta región ocupa casi toda la parte norte del estado de Puebla. Dentro del estado, el límite sur de la región está constituido por el parteaguas que forman las estribaciones más meridionales de la sierra Norte y que se extiende al noroeste de los poblados de Libres y Cuyoaco, así como al sur de Zaragoza y Teziutlán, sobre la vertiente norte de la caldera de los Húmeros. Desde esta zona, la región se extiende hasta los estados de Veracruz-Llave Hidalgo.

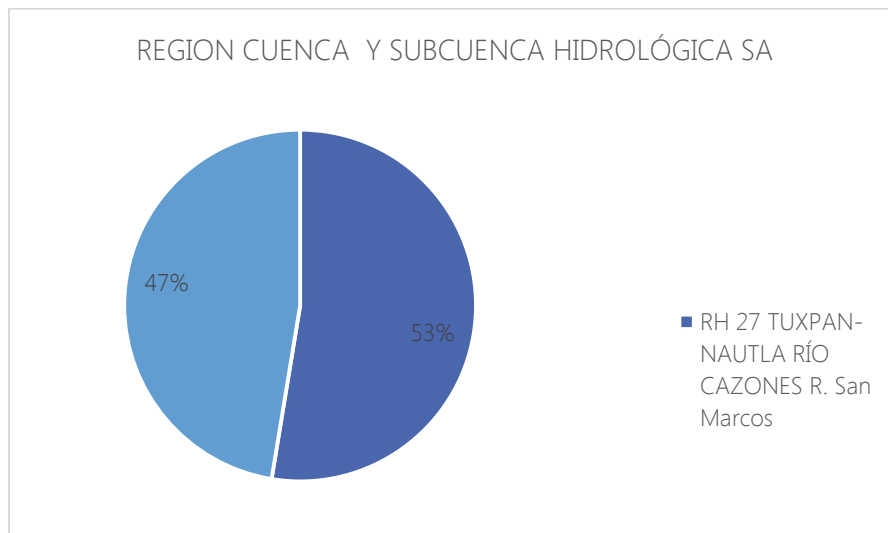
Esta zona es la más lluviosa del estado; se registran precipitaciones de lluvia entre 1 500 a 3 000 mm al año; en el área de Cuetzalan se tienen medias anuales de más de 4 000 mm, pero se han llegado a registrar hasta seis m. La temperatura media anual, oscila desde 14°C en las partes más altas de la sierra, hasta 24°C en los dominios de la planicie costera.

El coeficiente de escurrimiento alcanza en general, valores altos, dadas las abruptas pendientes y la creciente deforestación; fluctúa del 10 a más del 30% para la mayor parte de la región. Estas condiciones propician un escurrimiento anual en esta área de aproximadamente 6 697 Mm<sup>3</sup>, que es

casi 60% del escurrimiento virgen de toda la entidad. De este volumen, 4 333 Mm<sup>3</sup> anuales fluyen al estado de Veracruz-Llave, aunque se reciben aportaciones de Tlaxcala e Hidalgo, por 423 Mm<sup>3</sup>.



Gráfica 8. Región cuenca y subcuenca hidrológica en el proyecto



Gráfica 9. Porcentaje de la región, cuenca y subcuenca dentro del SA del proyecto

Hidrología subterránea

Tabla 5. Hidrología subterránea presente en las áreas del proyecto

Permeabilidad	Superficie SA	Superficie área de influencia	Superficie predio
Permeabilidad media material consolidado	1120.202	20.65	0
Permeabilidad baja media material consolidado	2873.615	379.759	7.43

▪ Materiales consolidados con permeabilidad Media

Pertencen a este rango las rocas con porosidad y fracturamientos moderados, así como los materiales granulares con una porción considerable de arcillas, pero que pueden permitir un flujo moderado de agua a través de ellas. Estas unidades pueden constituir buenas zonas de recargas y acuíferos de rendimiento modesto, como para abastecer a pequeñas localidades.

▪ Materiales con Permeabilidad Baja - Media.

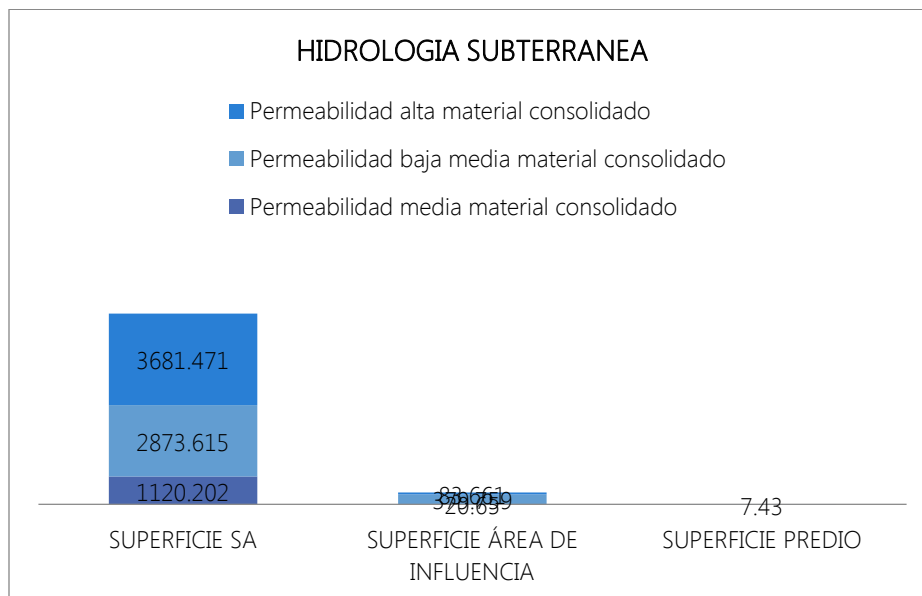
En esta categoría incluyen a las rocas y sedimentos clásticos, que debido a su escasa porosidad y fracturamiento, o alto contenido de arcillas, permiten escasamente la circulación del agua a través de ellas, y aunque pudieran absorber cantidades considerables de agua, son incapaces de cederla de manera suficiente. De estos materiales solo se pueden aprovechar o extraer volúmenes de agua muy reducidos, tan solo para uso doméstico en pequeñas comunidades. Dentro del grupo de los consolidados entran unidades de limonita - arenisca y caliza – liguita de edad Mezozoica de la sierra Norte, al igual que las formaciones de lutita – arenisca y caliza – lutita de la misma edad, de la sierra Masateca. Están también los conglomerados pardo rojizos y cuerpos de limolita – arenisca y arenisca – conglomerado del Terciario Inferior, considerablemente cementados, que afloran en diversos puntos de toda la mitad del Sur de Puebla, también extensos macizos lavicos de composición intermedia y ácida, como los que se encuentran en el extremos suroeste de la entidad y en el área de Chignahuapan y Ahuazotepec.

▪ Materiales con Permeabilidad Alta

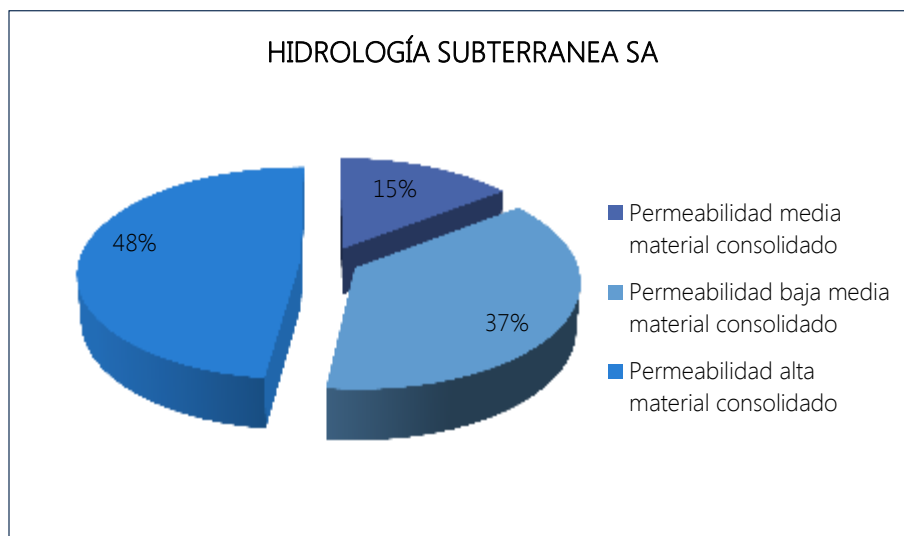
Comprende rocas con alta porosidad, fracturas abiertas e intercomunicadas entre sí, libres de obstrucciones como arcillas o vetillas. Dentro de este rango se incluyen a sedimentos aluviales y depósitos piroclásticos no consolidados de tamaño grueso y medio; como gravas y arenas, que pueden tener una cantidad despreciable de arcillas. Estos materiales son capaces de almacenar agua y funcionar como acuíferos de excelente rendimiento. En otro caso, si estas rocas y materiales granulares se encuentran en zonas montañosas, pueden servir como áreas de infiltración o recarga y transmitir al agua hacia los valles.

▪ Materiales Consolidados

Para el Estado de Puebla, se incluyen en esta categoría a basaltos y brechas volcánicas recientes con intensos fracturamientos, porosidad y carácter escoriáceo, pertenecientes al Eje Neovolcánico. Se incluyen también a rocas calizas arrecifales y puras, con intenso fracturamiento y disolución.



Gráfica 10. Hidrología subterránea presente en el proyecto



Gráfica 11. Hidrología subterránea en el SA

d) *Geomorfología*

Provincia fisiográfica

Tabla 6. Provincia fisiográfica dentro de las superficies del proyecto

Entidad	Nombre	Superficie SA	Superficie área de influencia	Superficie predio
PROVINCIA	SIERRA MADRE ORIENTAL	5491.713	484.071	7.43
PROVINCIA	EJE NEOVOLCANICO	2170.29	0	0
CUERPO DE AGUA PERENNE	N/A	13.283	0	0

- Provincia Sierra Madre Oriental

Se extiende más o menos paralela a la costa del Golfo de México, desde la frontera norte del país hasta su límite con el Eje Neovolcánico. Colinda al oriente con las provincias Grandes Llanuras de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo Norte; hacia el sur, con el Eje Neovolcánico; al occidente, con las provincias Sierras y Llanuras del Norte, Sierra Madre Occidental (en una pequeña franja) y Mesa del Centro; y en el norte penetra hacia territorio estadounidense.

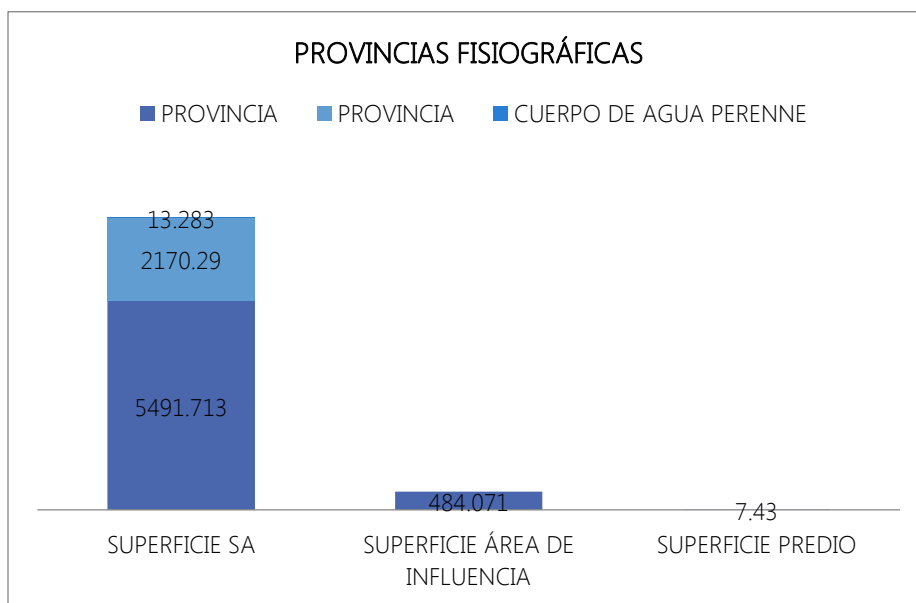
Esta provincia consiste fundamentalmente en un conjunto de sierras formadas por estratos plegados. Dichos estratos están constituidos de rocas sedimentarias calcáreas y arcillosas de edad mesozoica, predominantemente de origen marino. Las rocas ígneas son poco abundantes; éstas cubren a algunas de las estructuras plegadas situadas en las proximidades del Eje Neovolcánico, así como a otras zonas de poca extensión ubicadas a lo largo de la sierra. En general, las altitudes de las cumbres de la Sierra Madre Oriental varían entre 2 000 y 3 000 m; en el borde suroccidental de la misma, a lo largo de una faja que se extiende desde la altura de Zacatlán hasta Xonacatlán, Puebla, las mayores elevaciones tienen entre 2 500 y 3 000 m.

La Sierra Madre Oriental está representada dentro de territorio poblano por la subprovincia Carso Huasteco, que constituye la región más meridional de esa gran provincia.

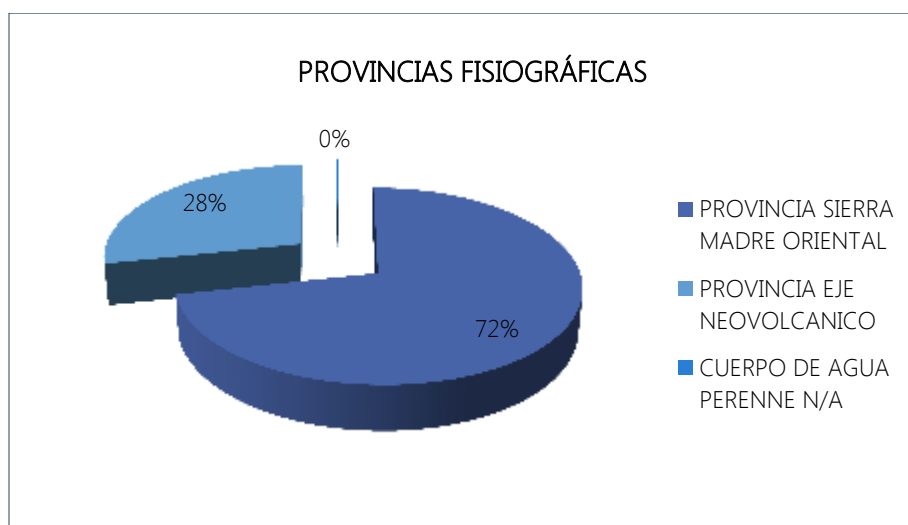
- Provincia eje Neovolcánico

Esta provincia ha sido descrita recientemente como una faja volcánica en la que se encuentran diversos aparatos y rocas volcánicas asociados a grandes fallas y fracturas, más que como un "eje" continuo de dichos materiales. Esta faja volcánica tiene unos 900 km de longitud, y entre 10 y 300 km de ancho aproximadamente; se extiende burdamente en dirección este-oeste casi de costa a costa del país, a la altura de los paralelos 19° y 20° de latitud norte. Esta región se caracteriza por una serie de sierras, lomeríos y cuencas formadas por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas, a lo largo de innumerables y sucesivos episodios volcánicos, iniciados desde el Terciario Superior y continuados hasta el presente. Este volcanismo ha sido asociado a la subducción de la placa de Cocos en la placa de Norteamérica. Dicho fenómeno debió iniciarse durante el período Plioceno.

La provincia está constituida por grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, amplios escudovolcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, etc. La actividad volcánica ha dado origen a un gran número de cuencas endorreicas con el consecuente desarrollo de lagos y planicies rodeadas de sierras, lo que le da al paisaje una apariencia muy característica. Algunos lagos importantes son: Chapala, Pátzcuaro, Texcoco y Totolcingo. Planicies como las de Zumpango, Chalco, el Valle de México y diversos llanos del Bajío Guanajuatense, fueron formadas por lechos de lagos antiguos. Algunos de los principales aparatos volcánicos que se localizan en esta provincia son: San Juan, Sangangüey, Volcán de Tequila, Ceboruco, Volcán de Colima, Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Matlalcueye (Malinche), Atlítzin (cerro La Negra), Cofre de Perote y Citlaltépetl (Pico de Orizaba).



Gráfica 12. Provincias Fisiográficas en el Proyecto



Gráfica 13. Porcentaje de Provincias Fisiográficas en el SA



## Subprovincia fisiográfica

Tabla 7. Subprovincia fisiográfica en el Proyecto

Entidad	Nombre	Superficie SA	Superficie área de influencia	Superficie predio
DISCONTINUIDAD	CARSO HUASTECO	5491.713	484.071	7.107
SUBPROVINCIA	LAGOS Y VOLCANES DE ANAHUAC	2170.29	0	0
CUERPO DE AGUA PERENNE	N/A	13.283	0	0

- Subprovincia Carso Huasteco

Esta subprovincia es una sierra plegada que difiere en dos aspectos, fundamentalmente, con relación a las otras subprovincias de la Sierra Madre Oriental. Por un lado, presenta un fuerte grado de disección e incluso desarrollo de cañones, por la acción de los importantes ríos que fluyen en ella; y por el otro, posee un grado de expresión de rasgos propios de un Carso mayor. Está constituida principalmente de rocas calizas, pero en su extremo sureste abundan las rocas sedimentarias marinas antiguas, en las que no se manifiestan los rasgos de Carso.

El área que comprende el Carso Huasteco dentro de territorio poblano pertenece a la región conocida como Sierra Norte de Puebla. Se ubica en la porción septentrional del estado.

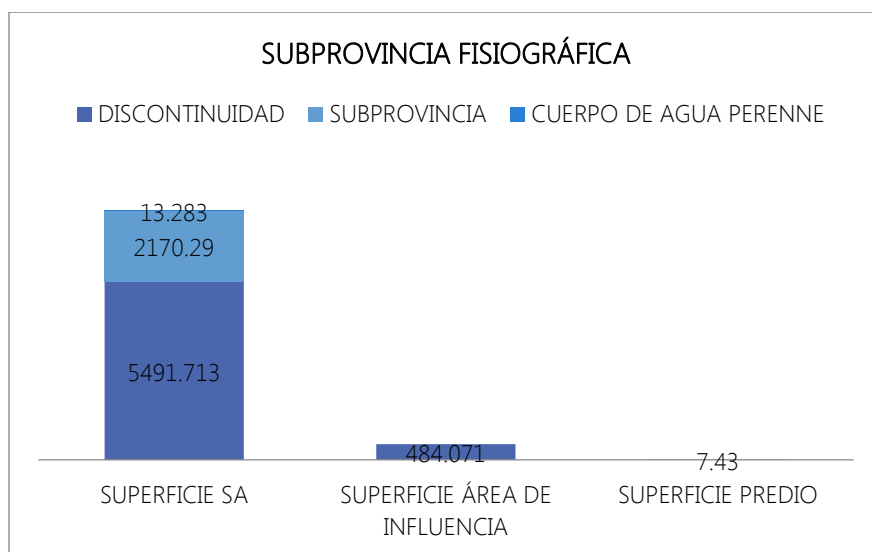
Limita al norte y noreste con la subprovincia llanuras y lomeríos, de la llanura costera del golfo norte; al este, con la subprovincia Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al sureste, sur y oeste, con la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, también del Eje Neovolcánico; hacia el noroeste se interna en territorios veracruzanos e hidalguenses. Se extiende desde las poblaciones de Pantepec y Pahuatlán del Valle hasta la altura de las comunidades de Cuyoaco, Zaragoza y Hueyapan. Ocupa el 11.58 % de la superficie estatal; abarca 33 municipios completos, entre ellos: Tlacuilotepec, Pahuatlán, Naupan, Olintla, Huehuetlán, Jonotla, Cuetzala del Progreso, Xochiapulco, y Tetela de Ocampo; así como parte de los de Pantepec, Jalpan, Xicotepec, Zihuateutla, Zautla, Cuyoaco, Ixtacamaxitlán, Aquixtla, Zacatlán, Huauchinango y Honey.

En esta zona se encuentran materiales sedimentarios calcáreos y no calcáreos, que han sido sepultados parcialmente por rocas volcánicas. Varias de las cumbres de las sierras tienen altitudes superiores a los 1 000 m, pero la mayor, cerro Tenisteyo, llega a los 3 200 m. Los principales ríos que surcan esta parte de la entidad son: Necaxa, San Marcos y Apulco. El sistema de topoformas que domina es el de sierras escarpadas, que cubre prácticamente toda esta zona, pues el de sierra baja sólo abarca el área situada al este y norte de Pantepec, y el de llanura aluvial intermontana, la zona próxima a Xicotepec de Juárez.

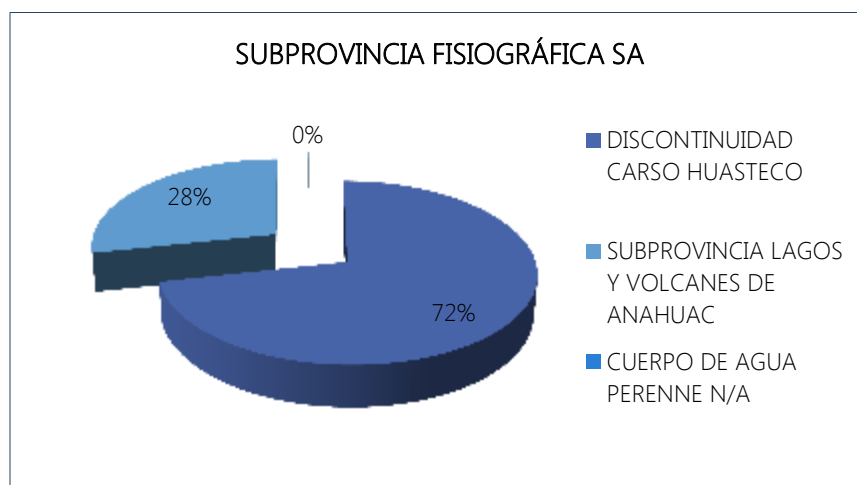
▪ Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac

Es la más extensa de las catorce que integran al Eje Neovolcánico. La subprovincia se extiende de poniente a oriente, desde unos 35 km al occidente de Toluca, México, hasta Quimixtlán, Puebla. Consta de sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres. De oeste a este se encuentran en sucesión las cuencas de Toluca, México, Puebla y Oriental. Ocupa casi toda la parte central del estado e incluye la cuenca de de Atlixco-Izúcar, que están interrumpidas y separadas por lomeríos suaves.

La cuenca de Atlixco-Izúcar, a una altitud entre 1 900 y 1 500 m, fisiográficamente clasificada como valle de laderas tendidas con lomeríos, colinda al occidente con los sistemas de topofomas meseta basáltica con cañadas y sierra baja compleja, al sur de ésta última tiene comunicación con la llanura de Cuautla a través de un angosto corredor que une a Izúcar de Matamoros con Axochiapan, Morelos.



Gráfica 14. Subprovincia Fisiográfica en el Proyecto

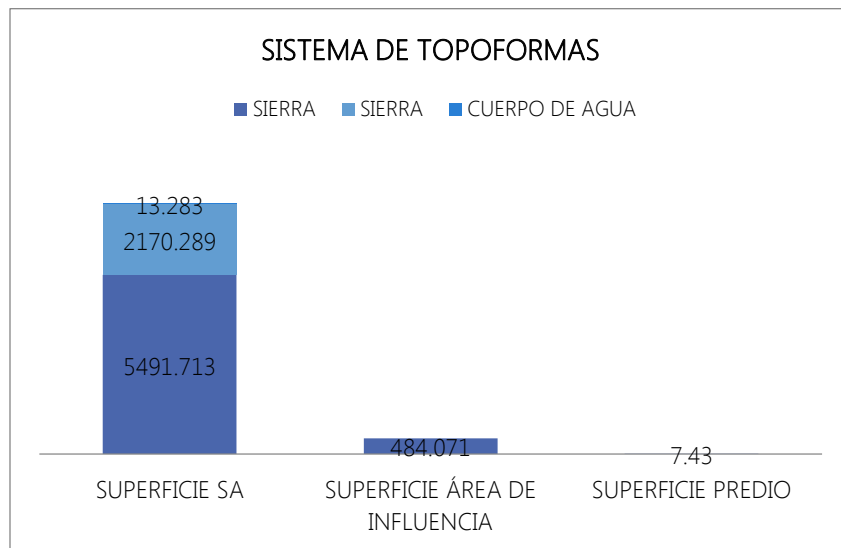


Gráfica 15. Porcentaje de Subprovincia Fisiográfica en el SA

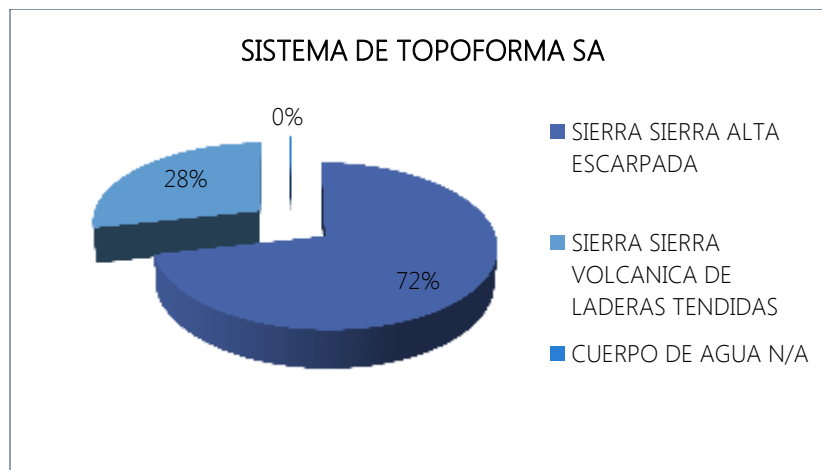
Sistema de topoformas

Tabla 8. Sistemas de topoformas en el Proyecto

Nombre	Descripción	Superficie SA	Superficie área de influencia	Superficie predio
SIERRA	SIERRA ALTA ESCARPADA	5491.713	484.071	7.43
SIERRA	SIERRA VOLCANICA DE LADERAS TENDIDAS	2170.289	0	0
CUERPO DE AGUA	N/A	13.283	0	0



Gráfica 16. Sistema de Topoformas en el Proyecto



Gráfica 17. Sistema de Topoforma en el SA

#### *IV.3.1.2 Medio biótico*

En esta sección se describe todo lo relacionado con los seres vivos, tanto de flora como de fauna y de las interacciones entre ellos, para describir y analizar en forma integral el sistema ambiental (SA)<sup>1</sup> que constituye el entorno del proyecto. Los componentes abióticos y los bióticos se interrelacionan entre sí y se requieren unos a otros para el desarrollo de los ecosistemas; las características particulares de cada uno proveen por su parte de diversidad y originalidad a cada ecosistema existente en la zona del proyecto y colindancias.

Partiendo de la identificación de las especies y de los principales procesos biológicos de sus comunidades o de sus poblaciones, se determinó y analizó la calidad ambiental del SA en lo general, y la PPE en lo particular, empleando indicadores que permitieron corroborar los resultados del análisis para dar un seguimiento ambiental al proyecto. Fue necesario y relevante caracterizar la condición actual de los componentes bióticos de los ecosistemas en la zona de estudio y los procesos ecológicos asociados a los mismos, de forma tal que se construyó una "línea cero" del estado de conservación o integridad funcional actual, debido a los diferentes usos del suelo que han determinado diferentes agentes antropogénicos como principal motor de cambio.

En la siguiente sección se describe la metodología empleada para el levantamiento de información en campo y los resultados obtenidos para la vegetación; en cada sección se detalla cada punto de manera descriptiva-fotográfica, con la finalidad de evidenciar los trabajos realizados y las condiciones ambientales que se presentan actualmente en la zona de estudio.

##### *IV.3.1.2.1 Vegetación*

###### *a) Metodología empleada para el levantamiento de información en campo y procesamiento de la información en gabinete (Vegetación / Flora)*

La finalidad de este apartado es mostrar la metodología que se llevó a cabo para el levantamiento de información en campo y gabinete, para evidenciar y generar soporte ambiental que lograra identificar, describir y valorar las condiciones actuales en la zona de estudio y colindancias, para constituir uno de los criterios básicos que ayudaron a realizar su análisis ecológico desde diversas perspectivas ambientales. Dichas actividades fueron enfocadas a alcanzar los objetivos siguientes:

1. Caracterización ambiental, descripción y análisis del uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG) que se encuentran en la zona de estudio y aquellos que se distribuyen de manera colindante, además de los que serán directamente afectados por los trabajos del proyecto, con la finalidad de conocer su ecología, la condición sucesional, así como la contribución de cambio antropogénico que presentan actualmente.
2. Análisis cualitativo y cuantitativo de la composición florística, formas de vida dominantes, cuya información sirva, entre otros, para mostrar la clasificación taxonómica de las diferentes

---

<sup>1</sup> Límites concretos y con base a criterios relevantes, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

familias, géneros y especies identificadas *in situ*, para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica en la zona de estudio.

3. Utilizar indicadores ambientales para reflejar el estado del medio biótico como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones, para tomar en cuenta medidas de protección y conservación; resulta especialmente importante el origen florístico de las especies nativas e introducidas, la presencia de especies pioneras al disturbio, aquellas que presentan relevancia ecológica y aquellas que presentan algún régimen de protección y/o conservación en materia legal de acuerdo con la normatividad ambiental vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010), para conocer si se afectarían especies o poblaciones de estas con alguna categoría de riesgo y el grado de afectación que podría ocurrir en ellas por la implementación del proyecto.
4. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad: La riqueza específica basada en la cantidad de especies presentes y la estructura que mide la abundancia proporcional.

La metodología empleada para fines de este documento se divide en dos fases, el trabajo de campo y gabinete, donde cada una de las actividades realizadas fue enfocada alcanzar los objetivos planteados.



Imagen 10. Esquema que muestra las fases realizadas para el levantamiento y procesamiento de la información.

La descripción de cada una de las actividades realizadas se muestra a continuación en base a la letra y numeración de los distintos -objetivos- que se presenta en el esquema anterior, comenzando con el trabajo de campo y posteriormente gabinete.

**Recorridos in situ (C1 al C5):** Se realizó una visita a campo para conocer las condiciones ambientales; para ello, resultó importante el reconocimiento del terreno. Previo a la salida de campo se utilizaron y consultaron sistemas de información geográfica (SIG) e imágenes satelitales, para la generación de mapas preliminares, para conocer la ubicación espacial del proyecto, como principal marco de referencia y tener una base sólida de estudio; además se tomaron fotografías a nivel de paisaje y de las especies observadas durante los recorridos realizados y sitios de muestreo, con la finalidad de mostrar evidencia fotográfica-descriptiva de las condiciones ambientales actuales que se presentan en la zona de estudio.



Imagen 11. Recorridos realizados en la zona de estudio y colindancias del proyecto.



Imagen 12. Fotografías tomadas *in situ* de las especies observadas y a nivel de paisaje.

**Sobrevuelos tomados con Drone (C2):** En la zona de estudio se utilizó un Drone (Phantom 3 Advanced), con la finalidad de conocer a un nivel aéreo las condiciones que se presentan en la PPE y PPO; esto ayudó a conocer con una mayor perspectiva los distintos USVEG y una mayor visualización del área. De manera inicial se consultaron datos para conocer restricciones de vuelo (no fly zone).

Posteriormente se realizó un plan de vuelo, en el sitio de despegue para poder tener una referencia espacial debido al terreno accidentado se tomó un punto de control, esto consistió en referenciar en tierra un punto con el GPS, donde se colocó una diana de control, después se posiciono el terreno con una fotografía tomada con el Drone a 90°, manteniendo una altura de 80 m aproximadamente; de esta manera se procedió a realizar los recorridos aéreos tomando fotografías de forma oblicua y vertical en distintos puntos, lo anterior, en el caso particular de la PPE donde se insertaran los EP se generó un ortomosaico mediante un SIG para conocer las condiciones actuales en el área de estudio.



Imagen 13. Empleo de Drone DJI (Phantom 3 Advanced), las imágenes muestran la preparación del equipo, los sobrevuelos realizados dentro de la PPE, PPO y colindancias. En el punto de despegue se tomó una coordenada con la ayuda de un GPS y posteriormente se tomó una fotografía aérea con el Drone para tener una referencia espacial ubicando una diana de control.

**Selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo (C3):** En la mayoría de estudios relacionados a la vegetación no es práctico y resulta imposible enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello, hay que realizar muestreos de la misma y así estimar el valor de los parámetros de una población (Mateucci y Colma, 1982). Considerando lo anterior, para determinar el diseño de los sitios de muestreo, se realizó un muestreo dirigido; ya que los muestreos fueron dirigidos en algunas superficies que presentaran únicamente cobertura forestal. El muestreo dirigido consiste en seleccionar las unidades elementales de la población según el juicio de los evaluadores, dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad (Newton, 2007).

El muestreo dirigido bien manejado puede ser de mucha utilidad; es aconsejable usar el muestreo dirigido para los estudios pilotos o de sondeo. La confiabilidad de los resultados muestrales en éste depende, en gran medida de la calidad de los conocimientos o del juicio del evaluador. Para la ubicación de los sitios de muestreo, se determinó en función de las características representativas de los mismos, tales como: el estado de conservación de la vegetación natural y la heterogeneidad de la vegetación. Un mayor grado de conservación hace a un punto elegible por sobre de los que presentan un grado de conservación menor.

Como bien señalan Romahn, V., C. F. y Ramírez, M. H. (1994), el diseño de muestreo debe ser acorde con los objetivos del inventario forestal, y estar determinado por la clase de unidades de muestreo, su tamaño y forma, seguido por los procedimientos de medición en las unidades seleccionadas y el análisis de los datos resultantes. Por otra parte, los mismos autores señalan que para determinar la forma de los sitios de muestreo se deben considerar, básicamente, los problemas prácticos que se



puedan presentar al delimitar directamente en el campo, las diferentes formas factibles de uso, los objetivos mismos del inventario, la zona por inventariar, etcétera, y en ese sentido los sitios de muestreo pueden tener la forma que más convenga a las posibilidades y tiempo disponibles,

Se contempló viable el uso de sitios circulares, principalmente porque estas parcelas son preferidas a las cuadradas o rectangulares debido a que, al tener un perímetro menor, se reduce el error de incluir o excluir individuos en la periferia de la parcela. Este método es muy usado para inventarios forestales por ser fácil de establecer y evaluar, solo se requiere elegir un punto en el centro, sobre el cual se tira una línea o cuerda con una distancia preestablecida que corresponde al radio de una circunferencia.

Por otro lado, se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth, fotografías aéreas tomadas con un Drone y la caracterización de la vegetación en campo mediante fotografías terrestres, para identificar el USVEG que se distribuye en la PPE. El diseño de muestreo fue dirigido y dentro de cada sitio fue estratificado en base a las diferentes formas de vida. Las mediciones de las variables de interés se llevaron a cabo en los sitios de muestreo distribuidos con arreglo a un modelo fijo. Esta metodología es preferida no solo porque permite detectar variaciones dentro de cada estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo), sino también por su aplicación más sencilla en el campo; y según el patrón espacial de los individuos ofrece una mejor estimación que el muestreo sin estratificar.

**Forma, tamaño y número de los sitios de muestreo (C4):** Después de revisar detalladamente la selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo, se consultó la metodología empleada por el Inventario Nacional Forestal (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, 2015), y así determinar la superficie de cada sitio de muestreo. Se establecieron un total de (16) sitios de muestreo, por medio de parcelas circulares con una superficie de  $400 \text{ m}^2$  (radio = 11.28 m), dando una superficie para cada sitio de (0.04 ha), esto se definió de acuerdo al tipo de vegetación observado (VS/BMM), Cabe destacar, que dentro de cada parcela de muestreo se realizó un submuestreo para herbáceas.

- Sitio circular de  $1\text{m}^2$ . En el centro de cada parcela de  $400 \text{ m}^2$ , se circunscribe como un subsitio, donde se contabilizaron y registraron las herbáceas, donde se registraron datos como especie, número de individuos y altura.

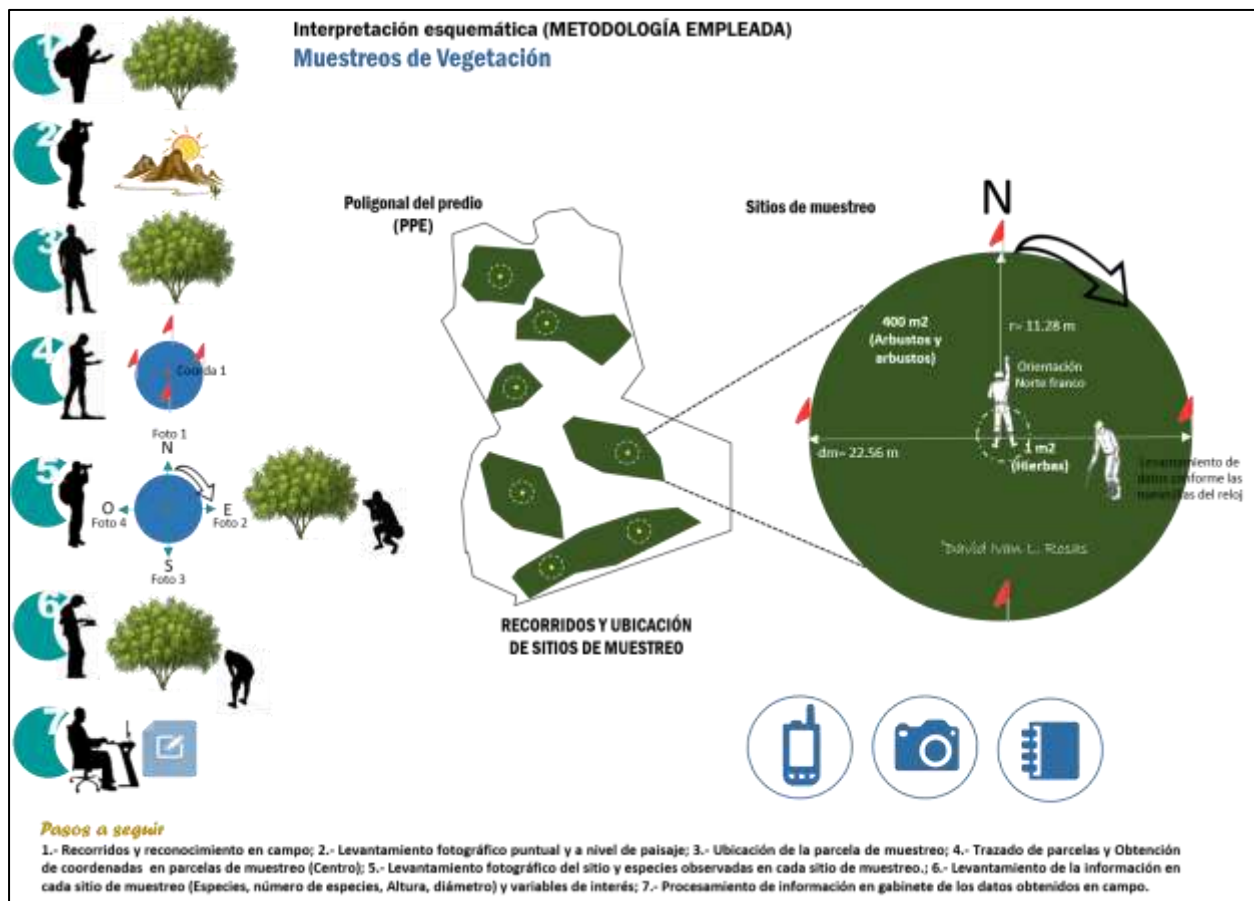


Imagen 14. Esquema ilustrativo que representa la metodología empleada para el levantamiento de información en campo.

Para el registro de los datos correspondientes se consideraron algunos aspectos antes de iniciar con el levantamiento de la información. Se llegó a cada sitio que presentaba vegetación, mediante el empleo de posicionadores geográficos (GPS - eTrex 30 GARMIN), ubicando cada sitio de muestreo por medio de un punto central de referencia, con la ayuda de una brújula se orientó el norte franco y posteriormente se realizó el marcado físico de la parcela con el apoyo de una cinta métrica que facilitarían las actividades. El conteo y numeración de las especies se inició del centro del sitio hacia fuera (orientación norte franco) y con sentido de las manecillas del reloj. En cada sitio el centro fue marcado y se tomaron coordenadas, para facilitar el reconocimiento y su ubicación espacial.



Imagen 15. Se llegó a cada sitio de muestreo mediante empleo de GPS; se ubicó el centro en cada sitio de muestreo y se obtuvieron coordenadas.



Imagen 16. Con la ayuda de una brújula se ubicó el Norte franco partiendo del centro marcado en cada sitio y posteriormente con la ayuda de una cinta métrica se delimito la parcela.



Imagen 17. Trazado de parcelas de muestreo de 400 m<sup>2</sup>, para levantar información de árboles/arbustos.



Imagen 18. Trazado de parcelas de submuestreo de 1 m<sup>2</sup>, para levantar información de herbáceas.

Con una cinta diamétrica se midió y registro la vegetación dentro de los (400 m<sup>2</sup>) cuyo diámetro normal (DAP) de los arboles a una altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, fuera igual o mayor a 7.0 cm, para arbustos se tomaron en cuenta aquellos diámetros menores a 7.0 cm y dentro de 1m<sup>2</sup> se registraron únicamente datos como la especie observada, número de individuos y altura; Cabe destacar, que para el caso de algunos árboles y arbustos se sumaron los diámetros ya que presentaban ramificaciones desde la base; así mismo, se levantaron datos de cada individuo como: la altura total (m), nombre común e identidad taxonómica (en caso de conocerla) y fotografías de las especies observadas.



Imagen 19. Medición y registro de especies dentro de cada parcela de muestreo; medición de diámetros.



Imagen 20. Medición y registro de especies dentro de cada parcela de muestreo; medición de alturas.



Imagen 21. Conteo, registro y obtención de datos correspondientes de las especies observadas dentro de cada estrato y sitio de muestreo.

**Criterios para la estratificación de la vegetación (C5):** Existen algunos parámetros de tipo estructural que definen la fisonomía de una comunidad vegetal (Shimwell, 1971). En este sentido, la forma de vida, denomina también forma de crecimiento o tipo biológico, se entiende en general la forma o estructura que presenta una especie y es el producto de las condiciones ambientales y de las estrategias adaptativas y evolutivas de las plantas. Cada forma de vida se distingue de otra, a través de características tales como su posición en la estratificación, tipo de ramificación, periodicidad (siempre verde, semidecdua, decidua) y tipo de hoja (tamaño, forma y textura), ejemplo de ello, los árboles, arbustos (incluye cactáceas), herbáceas, etc.

Diversos sistemas de clasificación de formas de crecimiento se han realizado. Esta variación se debe a que diversos autores (Raunkiaer, 1934; Braun Blanquet, 1932; Durietz, 1931; Whittaker 1962; Sherve, 1951), han considerado diferentes criterios al efectuar las clasificaciones, lo cual define caracterizaciones particulares de los tipos biológicos; tales criterios dependen, principalmente, de la zona geográfica y ecológica en la que se encuentre el autor. Con base en lo anterior, se propone un sistema para identificación de formas de vida basado en Sherve (1951) y adaptado para la zona en estudio, además la estratificación fue tomada en cuenta por los diámetros de las especies más que por la altura.

- **Árboles (AR):** (*Deciduos de hoja ancha, siempre verdes de hoja ancha, siempre verdes aciculares y leguminosas pinnadas*).

En su conjunto para la zona de estudio se tomaron en cuenta todas aquellas especies e individuos con un diámetro DAP mayor o igual a 7.0 cm a una altura de 1.3 m sobre el suelo, considerando el tipo de vegetación.

- **Arbustos (AB):** (*Deciduos de hoja ancha, siempre verdes de hoja ancha, siempre verdes aciculares, leguminosas pinnadas, dicotiledóneas de hoja angosta, espinosos deciduos, espinosos siempre verdes, tallos verdes deciduos o áfilos*).

En su conjunto para la zona de estudio se tomaron en cuenta todas aquellas especies e individuos con un diámetro DAP menor a 7.0 cm a una altura de 1.3 m sobre el suelo.

- **Herbáceas (HI):** (*Helechos siempre verdes, Graminoides perennes, graminoides anuales y bianuales, latifoliadas herbáceas perennes y latifoliadas herbáceas anuales y bianuales*).

En este estrato fueron consideradas y agrupadas todas aquellas especies que no presentan tallos lignificados, entre las que destacan una gran cantidad de especies con hábitos ruderales y arvenses anuales y bianuales, con alturas que no sobrepasan los 1.5 m. Para este caso, se obtuvieron las especies, número de las mismas y alturas en cada subparcela de muestreo de 1 m<sup>2</sup>.

**Análisis cartográfico (G1):** Se revisaron y consultaron datos vectoriales para el USVEG de (INEGI, Serie VI, 2016), esta información tubo un importante soporte de campo y permitió disipar dudas respecto a las coberturas asignadas por la carta; ya que algunas coberturas asignadas por INEGI no concuerdan con lo observado *in situ*. El empleo de SIG fue una herramienta bastante útil previo a la salida de

campo, ya que su análisis nos permitió identificar las coberturas de USVEG que se encuentran en la PPE.

**Revisión de literatura (G1 al G5):** La consulta bibliográfica fue sumamente importante para la realización del proyecto. Para la identificación de las especies florísticas se consultaron bases de datos y literatura especializada para la región. La información fue procesada y determinada taxonómicamente en base a la actualización más reciente (2018) empleada por The Plant List<sup>2</sup>. Además, la identificación de las plantas se hizo mediante comparación y consulta vía web con ejemplares de herbarios virtuales y bases de datos reconocidas como: Neotropical Live Plant Photos<sup>3</sup>, Dave's Garden<sup>4</sup>, Calphotos<sup>5</sup>, Irekani<sup>6</sup>, Neotropical Herbarium Specimens<sup>7</sup>, CONABIO y GBIF<sup>8</sup>.

**Composición de especies (G3):** En la zona de estudio se tomaron fotografías de las especies encontradas en los sitios de muestreo, además de aquellas que resultaron de interés durante los recorridos realizados en la zona y de un sitio de muestreo a otro. Esto permitió obtener la clasificación taxonómica del total de familias, géneros y especies para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica del área. Un conocimiento adecuado de la comunidad biótica y de su distribución ayuda a identificar con bases firmes, los probables impactos que pudiera ocasionar el proyecto.

**Indicadores ambientales (G4):** Un indicador ambiental es una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, pretende reflejar el estado del medio ambiente, o de algún aspecto de él, en un momento y espacio determinados, y que por ello adquiere gran valor como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones de proyectos sobre los problemas ambientales. En este sentido, se tomaron en cuenta los siguientes indicadores ambientales:

- El origen florístico que representa las especies nativas para México, así como aquellas que han sido introducidas. Este indicador permitió valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico, ya que ellas conforman un componente integral frecuente de un área específica que se ve influenciada con el tiempo, el arribo de especies pioneras al disturbio, las condiciones del desarrollo y las alteraciones que sufren los ecosistemas a los cuales pertenecen.
- Resulta especialmente importante la identificación de poblaciones que, por sus características (de difícil regeneración, compuestas por especies endémicas o con categoría de amenazadas y en peligro de extinción) referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se lleguen a observar en la zona de estudio. Este indicador fue utilizado para conocer el estado de la biodiversidad; bajo este esquema, las especies que presenten algún estatus de conservación o protección y que representen la reducción actual o potencial de ciertas especies que habitan en la zona de

<sup>2</sup> <http://www.theplantlist.org/>

<sup>3</sup> [http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/color\\_images.asp](http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/color_images.asp)

<sup>4</sup> <http://davesgarden.com/>

<sup>5</sup> <http://calphotos.berkeley.edu/>

<sup>6</sup> <http://unibio.unam.mx/irekani/advanced-search?proyecto=Irekani>

<sup>7</sup> <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>

<sup>8</sup> <http://www.gbif.org/>



estudio, además de aquellas especies que reciban impactos significativos por las distintas actividades del proyecto.

**Diversidad (G5):** Para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones. Sin embargo, para la aplicación de índices es necesario conocer los supuestos en los que están enmarcados para que la información generada a través de éstos pueda ser utilizada para interpretar correctamente el comportamiento de la biodiversidad, entendiéndose como el número de especies en una unidad de área que se mide a través de dos métodos: la "riqueza específica" basada en la cantidad de especies presentes y la "estructura" que mide la abundancia proporcional. Este último se clasifica en la dominancia y equidad de la comunidad (Moreno, 2001). Existen distintos tipos de diversidad: la local o diversidad  $\alpha$  (alfa) de cada comunidad vegetal concreta del paisaje; la tasa de cambio en especies de dos comunidades vegetales adyacentes o recambio de especies, diversidad  $\beta$  (beta) y la diversidad (gamma) que reúne a las dos anteriores (Whittaker, 1960).

En este análisis se utilizó la diversidad "alfa" que es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Smith, 2001). La diversidad alfa no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio. En una comunidad vegetal dada, generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia (medida como número de individuos o como cobertura), y muchos individuos con una abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equilibrada en cuanto a su proporción. Una comunidad será más diversa si, además de poseer un alto número de especies, posee además una alta uniformidad.

#### Riqueza

- **Riqueza específica:** Una manera relativamente sencilla de describir una comunidad es a través del estudio de la riqueza específica que hace referencia al número de las especies que integran la comunidad. Es un componente de la diversidad la cual permite evaluar la estructura de la comunidad concibiéndola como la suma de sus partes. En este sentido, la riqueza se obtuvo mediante el número de especies por sitio de muestreo a través de la composición de especies.

#### Estructura

- **Índice de valor de importancia:** El análisis estructural de la vegetación en los sitios de muestreo se basó en el cálculo de tres variables estructurales (densidad, dominancia y frecuencia), para obtener el índice de valor de importancia (IVI) para cada especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 2002). Esto permitió clasificar de manera jerárquica la influencia o importancia de una determinada especie en la estructura de la comunidad.

$$IVI = \text{Den Rel} + \text{Dom Rel} + \text{Frec Rel}$$

Dónde:

IVI: Índice de valor de importancia (%)

Den. Rel: Densidad relativa (%)  
Dom. Rel: Dominancia relativa (%)  
Frec. Rel: Frecuencia relativa (%)

La densidad relativa es el número de individuos por área de muestreo y expresa la proporción de una especie con respecto al total:

$$\text{Den Rel} = (n_i / N) \times 100$$

Dónde:

$n_i$  = Número de individuos por especie

$N$  = Número total de individuos de todas las especies

La dominancia relativa es la expresión del espacio ocupado por cada especie entre la sumatoria de espacios ocupados por todas las especies:

$$\text{Dom Rel} = (G_i / G_t) \times 100$$

Dónde:

$G_i$  = Área basal en  $m^2$  por especie

$G_t$  = Área basal total en  $m^2$  del total de muestreo

El Área Basal (AB) es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del pecho (McCune y Grace, 2002). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$AB = \pi \times (D^2) / 4$$

Dónde:

$\pi$ : 3.1416

$D$ : Diámetro del árbol a la altura del pecho

La frecuencia relativa se refiere a las unidades de muestreo en la cual ocurre una especie, es decir, es una medida de la distribución. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Frec Rel} = (n_i / N) \times 100$$

Dónde:

$n_i$  = Frecuencia de la especie

$N$  = Frecuencia de todas las especies

- **Índices de abundancia proporcional:** Tienen en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás. Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la

comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

**Índice de dominancia:** Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Tiene en cuenta las especies mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás.

- **Índice de Simpson:** Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Como su valor es inverso a la equidad la diversidad puede calcularse como  $1-D$ . La fórmula que utiliza es la siguiente:

$$D = 1 - \sum P_i^2$$

Dónde:

D = Dominancia

$P_i$  = Abundancia proporcional de la especie  $i$  ( $N^\circ$  de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra)

**Índices de equidad:** Tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas.

- **Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ):** Refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988).  $H'$  normalmente toma valores entre 1 y 4.5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos". Por razones que no son tan obvias como el caso de Shannon el máximo valor que puede tomar  $H'$  es el logaritmo de  $S$ ,  $\ln(S)$ , o sea si la comunidad es completamente equitativa expresada como  $(H') = S$ . La fórmula que utiliza es la siguiente:

$$H' = -\sum P_i * \ln^2 P_i$$

Dónde:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener

$P_i$  = Abundancia relativa

$\ln$  = Logaritmo natural

**Índice de Equidad de Pielou ( $J$ ):** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). La equidad de Pielou se calcula de la siguiente manera:

$$J = H'/H' \text{ max}$$

Dónde:

$J$  = Equidad de Pielou

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$$H' \max = \ln(S).$$

S= número de especies

Finalmente se puede decir que la vegetación es un recurso natural clave para el equilibrio del ecosistema, por lo que es necesario disponer de información cualitativa y cuantitativa sobre la composición, estructura y distribución. Se considera que la caracterización ambiental es un paso hacia el entendimiento de la riqueza y estructura de la vegetación, así como la dinámica de las comunidades vegetales (Williams-Linera, 2002b). La caracterización de la vegetación fue fundamental ya que la distribución de las especies no es homogénea y el estatus de una especie puede ser rara o abundante, o tener restricciones ecológicas por algún factor (suelo, humedad, pH, etc.), (Vargas et al., 2005). La información generada constituyo una herramienta base para lograr conocer y en su caso ubicar aquellos sitios que albergan determinadas especies con un alto valor ecológico y poder así realizar propuestas de protección y conservación en caso de ser afectadas por las distintas obras y/o actividades pretendidas del proyecto. *Todos los análisis y los resultados correspondientes descritos en la metodología anterior se muestran a continuación en los resultados obtenidos.*

***b) Resultados obtenidos del levantamiento de información en campo y procesamiento de la información en gabinete (Vegetación/flora)***

**Caracterización ambiental (Patrones de distribución de la vegetación)**

El BMM representa un tipo de vegetación intermedia entre la vegetación tropical y la templada, a diferencia de los de otras partes del mundo (Meave et al., 1992; Challenger, 1998). Se definen por la mezcla de elementos de muy diversas afinidades (Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1978) y se considera que tienen una composición biótica híbrida. En el país presentan una distribución geográfica en forma de archipiélago, donde cada isla tiene una composición biótica característica, dependiendo de la altitud, latitud, humedad, clima y suelo propios de cada lugar. Una definición más completa de este tipo de vegetación en México puede ser revisada en Rzedowski (1978) y en Challenger (1998), entre otros.

Es importante mencionar, que el PP se encuentran dentro de un Área Natural Protegida Federal denominada "Cuenca Hidrográfica del río Necaxa", donde el sistema hidrológico está influenciado por los fenómenos meteorológicos que afectan al Golfo de México y que originan altas precipitaciones, las cuales al paso del tiempo han labrado profundas barrancas por donde desaguan ríos generalmente perennes. Si a esto se agrega un relieve abrupto, con un sustrato geológico poco estable, es posible entender la existencia de estas barrancas que por un lado se están ampliando y por otro aumentan su profundidad, tal como ha quedado demostrado recientemente con los deslaves ocurridos dentro del SA causados por las lluvias torrenciales. Esta dinámica en la formación del sistema hidrológico regional puede considerarse como una característica que condiciona buena parte de los componentes del ecosistema, en cuanto a los recursos naturales, el aprovechamiento de los mismos y en general en el desarrollo de las diversas actividades humanas dentro del bosque.



Imagen 22. Perspectiva del paisaje que muestra el relieve que constituye la zona de estudio y colindancias.

Si bien, no existe una evaluación reciente que permita determinar con exactitud el área que cubre el bosque mesófilo de montaña (BMM) en México, muy probablemente se trata del ecosistema más amenazado en el país (Challenger, 1998). El BMM se caracteriza principalmente por la presencia frecuente o persistente de nubes a nivel de la vegetación (Hamilton, 1995). Esta definición basada en el clima refleja la importancia de las nubes o niebla para la ecología de este ecosistema. De ahí que también se le conozca como bosque de niebla, selva nublada, bosque nebuloso y bosque nublado. En inglés los nombres más frecuentes son “tropical montane cloud forest” o simplemente “cloud forest”.

Por ello, fue importante consultar información relacionada a la priorización de los bosques mesófilos de montaña (BMM), donde el análisis por CONABIO tuvo por objetivos: (1) Identificar aquellas áreas de BMM en donde las acciones encaminadas a la conservación, manejo sostenible y restauración son de carácter más urgente; (2) Generar un diagnóstico de los BMM en términos de su calidad, las principales amenazas a su permanencia y a su calidad, las oportunidades existentes para su mantenimiento y recuperación y las características sociales de sus propietarios y usuarios; y (3) Elaborar recomendaciones para su conservación, manejo sostenible y restauración.

Con la publicación de CONABIO "El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible", establece una base para conjuntar el conocimiento existente sobre el estado del BMM en el país. En este sentido, el análisis de CONABIO para delimitar las unidades de análisis se identificaron 13 regiones principales de BMM, las cuales fueron divididas a su vez en subregiones. Las regiones se definieron principalmente con base en los límites de las subprovincias fisiográficas a partir de información cartográfica (mapa de uso del suelo y vegetación serie III; INEGI 2005). Las subregiones se delimitaron con base en diferentes criterios que incluyeron la distribución de grupos étnicos, el estado de conservación del bosque, divisiones políticas y fisiografía. En algunos casos fue posible establecer los márgenes entre las subregiones a partir de los límites de cuencas, subcuencas, cañadas y ríos.

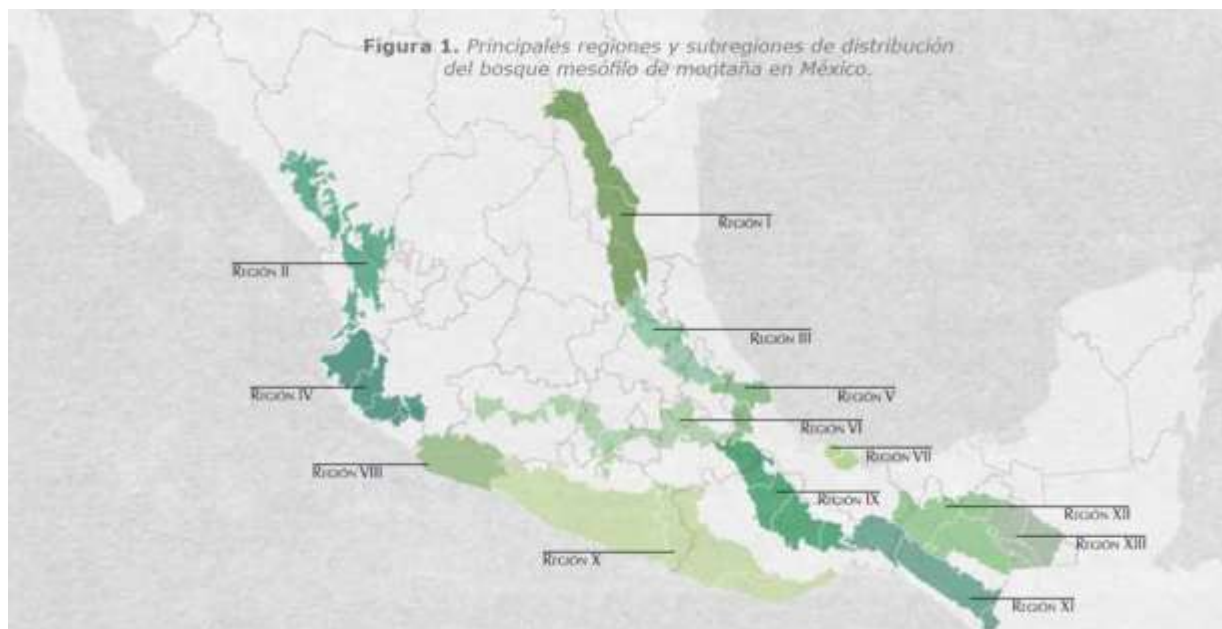


Imagen 23. Principales regiones y subregiones de distribución del BMM en México.

La información consultada para la priorización de los BMM hecha por CONABIO, indica que el proyecto se encuentra dentro de la **región III**. Huasteca Alta Hidalguense, subregión 3.2 Mesófilos de San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan.

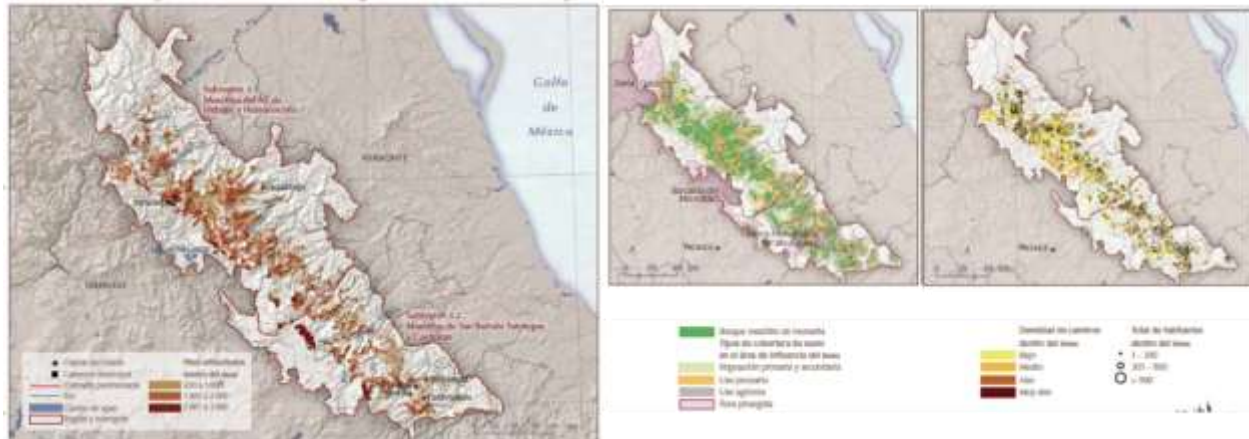


Imagen 24. Región III. Huasteca Alta Hidalguense. Tomada de CONABIO.

- **Región III. Huasteca Alta Hidalguense**

Esta región se dividió en dos subregiones definidas por contrastes en términos biogeográficos, así como por la condición de calidad que guardan hoy en día los bosques de cada subregión siendo éstas: Mesófilos del NE de Hidalgo a Huayacocotla y Mesófilos de San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan. La delimitación de las subregiones fue con base en los límites de cuencas hidrográficas, ajustada a la división política entre los estados de Veracruz e Hidalgo.

En general, las zonas donde se desarrolla el BMM son sitios de relieve accidentado, con pendientes muy inclinadas, principalmente en condiciones de cañada y en laderas protegidas de la insolación. El BMM en la Huasteca Alta Hidalguense se caracteriza en general por ser un bosque denso, compuesto por dos o tres estratos arbóreos, que alcanza alturas hasta de 30 a 35 m. Sin embargo, actualmente estos bosques la región presenta un alto nivel de fragmentación principalmente antropogénica y un valor de importancia alto en cuanto a riqueza de especies. La ganadería extensiva es importante en la región, la cual en conjunto con la densidad poblacional y de caminos fueron consideradas las amenazas con mayor peso, seguidas por la agricultura, los conflictos por la propiedad de la tierra, la sequía y el cambio climático. La actividad agrícola está presente con cultivos como maíz, frijol y frutales que se cultivan en milpas. También se presenta tala selectiva ilegal en sitios en donde el BMM se encuentra en estado primario.

- **Subregión 3.2 Mesófilos de San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan**

Los BMM de esta subregión están más fragmentados y degradados, y por consiguiente albergan una menor riqueza biológica, incluyendo especies endémicas y exclusivas del BMM, en comparación con otras subregiones, por lo que su valor de calidad es menor. Los pocos remanentes de bosque presentan niveles altos de amenaza a su permanencia, principalmente por la alta densidad poblacional tanto dentro del BMM como en su área de influencia, donde las poblaciones humanas presentan niveles de marginación alto y muy alto. En este sentido, las amenazas a la permanencia de los remanentes de BMM en esta subregión incluyen una fuerte presión en la demanda de recursos maderables y no maderables, el establecimiento de cultivos agrícolas y la ganadería extensiva.

A pesar de lo anterior, los pocos manchones de BMM relativamente conservados se ubican en zonas de poca accesibilidad y por lo tanto existen pocas probabilidades de afectación o destrucción en el corto plazo. Ejemplo de estos sitios son algunos rodales en Tenango de Doria y San Bartolo Tutotepec en el estado de Hidalgo. Las oportunidades para la conservación de los BMM son en general bajas, pudiendo jugar un papel importante el nivel de conocimiento que se tiene del área. Con base en estos criterios la subregión se calificó de prioridad alta para la conservación.

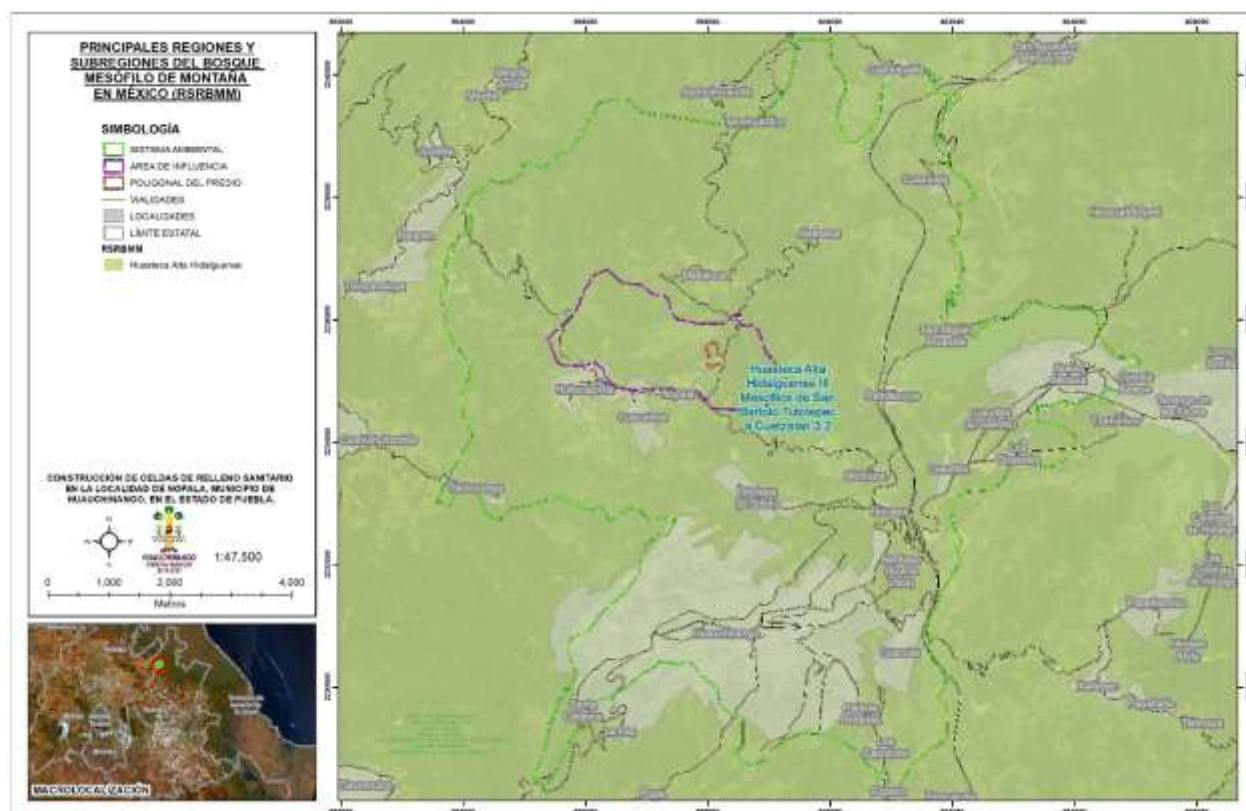


Imagen 25. Conjunto de datos vectoriales de CONABIO, escala 1:47,500, donde se muestra las principales regiones y subregiones del BMM que se presentan en la zona de estudio. Consultar anexo cartográfico.

La priorización de los BMM en México contempla subregiones para la conservación. A partir de los resultados del análisis de priorización, utilizando los datos disponibles de 12 regiones se identificaron 15 subregiones de prioridad crítica, 17 de prioridad alta, 10 de prioridad media y 3 quedaron pendientes debido a la falta de información.

Los habitantes de estos bosques presentan niveles de marginación alto y muy alto, además de que existe una alta densidad poblacional. Esto tiene importantes repercusiones tanto en la calidad como en la permanencia del BMM, ya que existe una fuerte presión de uso no sustentable de recursos maderables y no maderables, así como de cambio de cobertura del suelo. De esta manera, a pesar de su buen estado de conservación en algunas zonas, actualmente existen fuertes presiones a su calidad y permanencia que pueden afectarlo en el corto y mediano plazo; con base en este perfil se clasificó a la zona como de prioridad crítica para la conservación.



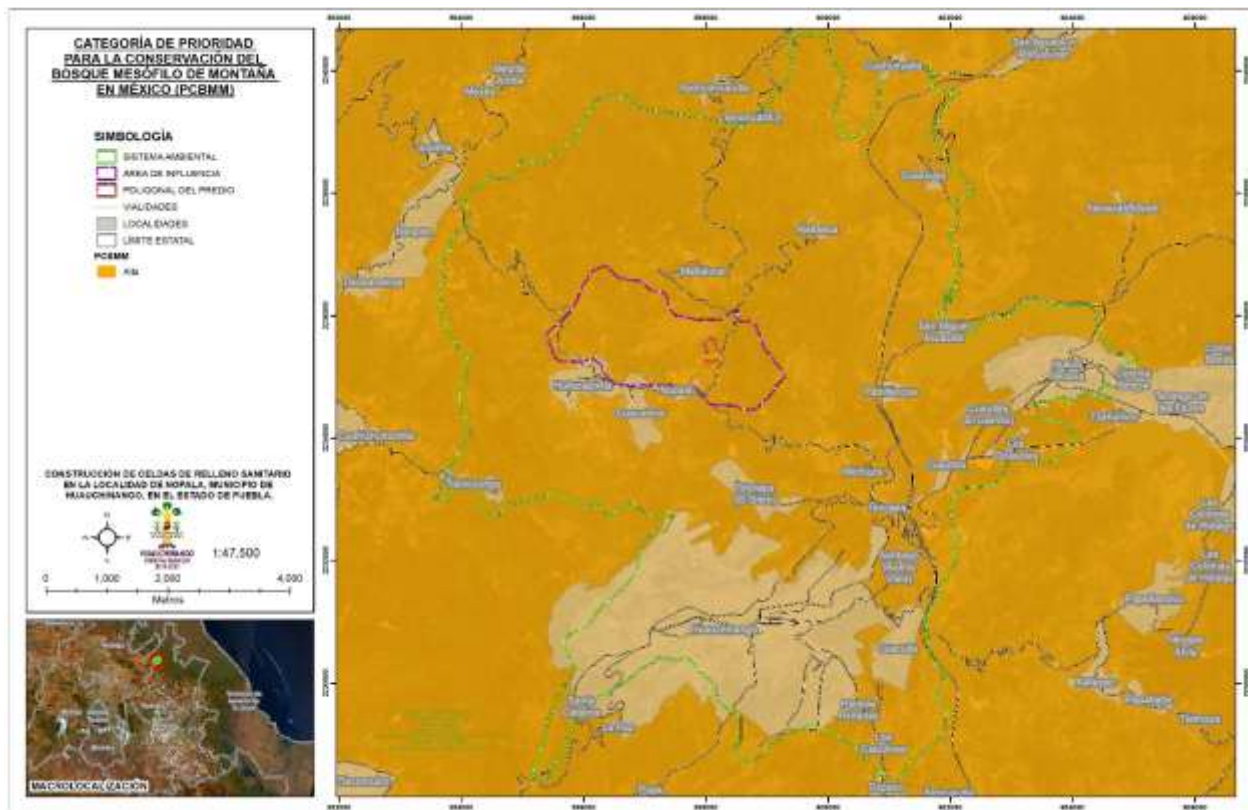


Imagen 26. Conjunto de datos vectoriales de CONABIO, escala 1: 47,500, que muestra la categoría de prioridad para la conservación del BMM que se presenta en la zona de estudio. Consultar anexo cartográfico.

El análisis realizado para conocer si en la zona de estudio logra su distribución el BMM y en base a los datos vectoriales consultados de INEGI (Serie VI, 2016), fotografías aéreas tomadas con un Drone (Phantom 3 Advanced) y los recorridos realizados *in situ*, se afirma que si se encuentran el BMM en la zona de estudio; sin embargo, vale la pena mencionar, que debido a las distintas actividades de origen antropogénico que se han llevado a cabo en la zona de estudio dentro de la PPE únicamente se encontró en una fase secundaria del propio bosque (VS/BMM), principalmente y de manera directa las distintas actividades antropogénicas que se han llevado a cabo han influido en el desplazamiento del bosque, por lo que la propia vegetación en superficies dentro de la PPE y PPO se presenta una regeneración en fase secuencial secundaria que a los años está logrando su establecimiento.

Por otro lado, los datos obtenidos en campo y gabinete muestran que la cobertura vegetal de manera general dentro de la PPE presenta un mosaico complejo compuesto por comunidades vegetales secundarias arbóreas, arbustivas y herbáceas con distintas condiciones de composición, estructura de edades y tamaños que representan diferentes etapas de la sucesión.

La superficie total dentro de la PPE (7.43 ha), misma que incluye los elementos del proyecto: Poligonal del proyecto (PPO), 2.94 ha, zona de reserva A (ZRA), 1.19 ha y zona de reserva B (ZRB), 3.28 ha, se presentan coberturas forestales (5.57 ha) y no forestales (1.86 ha); sin embargo, las obras pretendidas por el proyecto serán únicamente dentro de la poligonal del proyecto (PPO) en 2.94 ha, dentro de esta superficie se requieren 1.56 ha para la instalación de los elementos del proyecto (EP) de las

cuales únicamente 1.17 ha presentan vegetación forestal donde se llevará a cabo cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), superficies que presentan vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña (VS/BMM).

Sin embargo, esta vegetación ha sufrido a través de los últimos años una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la poligonal del proyecto (PPO) un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural en forma de acahual.

### Descripción del USVEG en la poligonal del predio en base a la Fotointerpretación

Para tener un acercamiento estructural sobre la descripción de la vegetación, fue necesario seguir un sistema de clasificación y descripción del hábitat, la presunción general de métodos para estudios vegetales es la complejidad de la vegetación representada por el grado de capas o estratos presentes, que puede ser comparado con la diversidad del hábitat, que a cambio favorecerá la diversidad vegetal (Rzedowski et al., 1996). Principalmente se tomó en cuenta la revisión bibliográfica de algunos estudios florísticos compatibles con los tipos de vegetación de la zona. Por otro lado, también fue conveniente consultar la clasificación basada en los esquemas de Miranda y Hernández X. (1963), Rzedowski (1978), así como también se creyó conveniente revisar la propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México, hecha por Medrano (2003).

Es importante destacar, que el sistema de Rzedowski tiene, entre otras ventajas, el emplear categorías básicas y excluyentes que permiten una relativa facilidad de cartografiado y facilita la subcategorización. El USVEG tiende a variar en forma predecible dentro de una unidad de relieve y son afectados por la altitud, suelo y la inclinación siguiendo un gradiente altitudinal.

La clasificación fisonómica de la vegetación ha sido la más utilizada, debido a que toma en cuenta características y elementos del paisaje que permiten definir con mayor sencillez los tipos de vegetación (Whittaker, 1970). Por estas razones, una clasificación de comunidades ecológicas terrestres basadas en la vegetación puede servir para describir las numerosas facetas (aunque no todas) de los patrones biológicos y ecológicos a lo largo del paisaje (Rzedowski, 1978). Diferenciándose con base en los elementos dominantes florística y fisonómicamente y en base a los diferentes USVEG obtenidos de la (FI) generada dentro de la PPE y lo observado directamente *in situ*, se describen a continuación, mostrando las características más notables.

#### Tipo de vegetación (Forestal):

- Vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña (VS/BMM)

Los BMM son en realidad un grupo de comunidades distribuidas en las montañas, las cuales poseen estructura, afinidad florística y composición de especies diversas. Dado su complejo origen y

naturaleza la clasificación y definición del BMM posee por lo tanto dificultades y ambigüedad. No obstante, podemos decir que el BMM en México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles caducifolios de clima templado (de afinidad holártica), por ejemplo, de liquidambar (*Liquidambar*), encinos (*Quercus*) y pinos (*Pinus*) mientras el sotobosque está conformado principalmente por especies tropicales perennifolias (de afinidad neotropical), (Challenger, 1998; Rzedowski, 2006).

Pese a ocupar una extensión tan reducida, el BMM es el ecosistema que alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna en relación a su área (Challenger 1998); se calcula que alrededor de 2500 a 3000 especies de plantas vasculares habitan exclusiva y preferentemente en estos bosques (Rzedowski 1996). Además de la importancia ecológica intrínseca de la biodiversidad, numerosas especies de plantas y animales de los BMM son una fuente importante de productos para usos maderables, medicinales, ceremoniales, alimentarios, y fines comerciales para los habitantes de estas áreas (Ortega-Escalona y Castillo-Campos, 1996; Eleuterio y Pérez-Salicrup 2006; Endress et al., 2006).



Imagen 27. VS/BMM que se distribuye dentro de la PPE y colindancias, la imagen muestra una matriz de paisaje bastante fragmentada por distintos usos de suelo, entre los que destacan los pastizales y agricultura.

Los BMM son reconocidos también como sistemas prioritarios para la conservación y restauración debido al papel vital que desempeñan en el mantenimiento de los ciclos hidrológicos y de nutrientes (Hamilton, 1995; Brujnzeel, 2001). Dentro del marco de la “Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales” (FAO, 2006) el bosque de niebla o BMM ha sido reconocido a nivel mundial como un ecosistema que requiere de atención especial debido a su relevancia hidrológica. Dado su importante papel en los ciclos hidrológicos, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en el esquema de pagos por servicios ambientales hidrológicos reconoce una categoría especial para el BMM. Desafortunadamente, la distribución naturalmente fragmentada del BMM, el paisaje fuertemente accidentado que ocupan frecuentemente, y su lenta capacidad para recuperarse de la perturbación, lo convierte en un sistema particularmente frágil (Ewel, 1980; Arriaga, 2000; Williams-Linera et al. 2002).

Por lo anterior, directamente dentro de la PPE únicamente se observan áreas con VS/BMM y áreas sin vegetación, esto debido a las diferentes actividades de origen antropogénico que se han llevado a cabo; a pesar de que en los BMM se reportan alturas en algunos árboles que sobrepasan los 30 m, en la PPE no se llegan a observar estas alturas; se encuentran a menudo uno o dos estratos de árboles de menor tamaño, que contribuyen a dar mayor cobertura al dosel del bosque, lo que trae consigo un ambiente sombrío y húmedo en su interior.



Imagen 28. Aspecto sombrío y húmedo que se presenta en la VS/BMM dentro de la PPE.

Esta vegetación de manera general se desarrolla en regiones de relieve accidentado y en laderas de pendiente pronunciada, lo que constituye su hábitat más frecuente, se restringe a cañadas protegidas del viento y de la fuerte insolación y desciende a menudo hasta orilla de arroyos y ríos, sobre sustratos de calizas con topografía kárstica y sobre laderas de cerros andesíticos, basálticos y otros tipos de roca Rzedowski (1978). La estructura y composición florística de este bosque es variable y cambia de un lugar a otro en función de variantes climáticas ocasionadas por diferencias de altitud y en exposición, en función del grado de disturbio y de otros factores.

La estructura y composición florística de este bosque es variable y cambia de un lugar a otro en función de variantes climáticas ocasionadas por diferencias de altitud y en exposición, en función del grado de disturbio y de otros factores. Las especies más importantes observadas fueron: *Liquidambar styraciflua*, *Clethra pringlei*, *Pinus pseudostrobus*, *Alnus acuminata* y la presencia de helechos arborescentes como *Alsophila firma* y *Sphaeropteris horrida*, ambas especies referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Imagen 29. Especies características del BMM. A) *Liquidambar styraciflua*, B) *Clethra pringlei*, C) *Pinus pseudostrobus*, D) *Alnus acuminata*, E) *Sphaeropteris horrida*.

La VS/BMM presenta algunos árboles caducifolios debido a que las hojas de muchos de ellos caen en los últimos meses del año para ser renovadas posteriormente; éstas suelen ser de talla media y con frecuencia dentada o lobada.



Imagen 30. El recambio de hoja de algunas especies conforma un suelo con bastante materia orgánica.

La presencia de epífitas es muy común en estos bosques; sin embargo, dentro de la PP se notaron escasas, es común observar en el interior del bosque en sitios con mayor humedad y mucha sombra, especies trepadoras leñosas en contraste del estrato herbáceo que sólo abundan en condiciones de disturbio. La presencia de helechos y el crecimiento frondoso de musgo y líquenes sobre el suelo, troncos y árboles también son una característica de este ambiente, debido a la humedad atmosférica.



Imagen 31. En el sotobosque es común observar una gran cantidad de helechos pioneros al disturbio.

Cabe destacar, que dentro de la PP las especies *Liquidambar styraciflua* y *Clethra pringlei* llegan a formar bosques puros, donde habitan preferentemente sitios perturbados. Su madera es usada para la manufactura de muebles rústicos y construcciones rurales; las hojas se utilizan como forraje para el ganado. Lamentablemente el BMM ha sufrido las consecuencias de la destrucción total o parcial de su vegetación, que ha sido realizada de manera directa o indirecta por el hombre. Una comunidad secundaria comúnmente tiende a desaparecer y no persiste un período largo de tiempo, sino que da lugar a otra y ésta a su vez a otra, determinándose de esta manera una sucesión que a través del tiempo conduce casi siempre a la comunidad clímax, misma que está en equilibrio con el clima y no sufre modificaciones de manera natural mientras éste permanezca estable.

Una comunidad secundaria también puede mantenerse indefinidamente como tal si persiste el disturbio que la ocasionó, o bien si el hombre impide su ulterior transformación. Estos efectos se logran de manera frecuente con el sobrepastoreo, el fuego o ambos, actividad muy común en la zona de estudio. En algunos casos dentro de la PPE resulta difícil definir los límites precisos entre la vegetación primaria y la secundaria, pues el grado de alteración causada por el hombre puede ser grave o leve y sólo puede afectar algunas especies o algunos estratos de la comunidad clímax y no altera de manera considerable su fisonomía Rzedowski (1978). Por otro lado, tampoco las comunidades ruderales y arvenses que también son vegetación secundaria son fáciles de distinguir en el sentido más estricto.



Imagen 32. Vistas aéreas tomadas con un Drone que muestran la cobertura forestal dentro de la PPE, notando que existen áreas con dominancia de VS/BMM aislada y dispersa entre terrenos sin vegetación.

Algunas especies que forman parte del bosque en el estrato arbóreo son: *Viburnum microcarpum*, *Ostrya virginiana*, *Trema micrantha*, *Ocotea helicterifolia*, *Trichilia havanensis*, *Zanthoxylum melanostictum*, *Xylosma flexuosa* y *Buddleja cordata*, esta última incluso es pionera en sitios perturbados a diferencia del resto; entre los arbustos se observaron, *Viburnum microcarpum*, *Baccharis trinervis*, *Verbesina turbacensis*, *Lobelia laxiflora*, *Conostegia xalapensis*, *Phytolacca rivinoides*, *Piper aduncum*, *Monnina xalapensis*, *Ardisia compressa*, *Solanum americanum*, *S. aphyodendron*, *S. asperum*, *S. chrysotrichum*, *S. torvum*, *Rubus eriocarpus* y *R. ulmifolius*; estas dos últimas especies son fáciles de distinguir por la presencia de espinas que se atorán en la ropa de las personas al pasar sobre los matorrales que forman en el sotobosque, con frecuencia suelen habitar sitios perturbados mostrándose dominantes. Finalmente se observan una gran cantidad de herbáceas y helechos que toleran la humedad constante. Todas las especies identificadas se encuentran en el listado y guía práctica de identificación florística.

Lamentablemente una parte dentro de la PPE muestra signos de que en algún momento la vegetación fue desplazada por distintas causas de origen antropogénico o dedicada a usos que implican transformaciones severas en su interior, aunque mantengan un dosel parecido al original. Las amenazas tanto a la permanencia del BMM, como a su calidad, son actividades o condiciones que



limitan el mantenimiento y la viabilidad del funcionamiento del sistema. Pueden incluir factores con variación temporal. Por ejemplo, su efecto puede incidir en la condición presente del bosque o tener una alta probabilidad de ocurrir en los próximos años, o haber sido un factor que ocurrió en el pasado y cuyos impactos sigan teniendo efecto sobre el bosque en el presente. Algunas amenazas que han incidido en la afectación de este bosque son la tala ilegal, ganadería (conversión a pastizales inducidos y cultivados), densidad de caminos (erosión de suelos, alteración de cursos de agua, cambio en la composición y estructura de la vegetación, en los patrones de dispersión y movimiento de la fauna, degradación, pérdida y aislamiento del hábitat), asentamientos humanos y finalmente la propia agricultura, eventos que se dan actualmente dentro de la PPE.

Por lo anterior, es importante mencionar, que dentro de la PPE se tiene contemplado 2 zonas de reserva (Reserva "A" con una superficie de 1.197 ha y Reserva "B" con una superficie de 3.287 ha), mismas que serán dejadas como medida de mitigación por lo que se evitara su afectación; ambas reservas se encuentran fuera de la poligonal del proyecto donde se pretenden insertar los elementos de proyecto.

#### Usos del suelo (No Forestal):

- **Áreas sin vegetación:**

Dentro de la PPE se observan áreas que no presentan vegetación, lo anterior, debido a que se han llevado a cabo diversas actividades de origen antropogénico como principal motor de cambio; el desplazamiento de la vegetación ha provocado la erosión de los suelos y en otros casos se presentan en menor medida áreas con pastizal, mismo que fue agrupado en esta categoría debido a que en esas zonas no se presenta vegetación.

Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros, por lo general con buenos coeficientes de agostadero. Surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal aparece como consecuencia del desmonte en el BMM, esto ha provocado la eliminación de la vegetación dejando manchones de bosque que al paso de los años tiende a desaparecer. El pasto permanece verde durante todo el año, pero de igual manera se mantiene bastante bajo. En general cubre densamente el suelo, pero por lo común da la impresión de estar sobrepastoreado.

Se utiliza con frecuencia el fuego, debido a que ayuda al establecimiento de los pastizales y permite que su estadio se alargue, ya que por sus características climáticas estas zonas de manera natural la duración de un determinado matorral secundario es tan corto que no hay tiempo para que esa comunidad se individualice y antes de lograrlo comienza a transformarse en la fase siguiente, es decir se lleva a cabo la sucesión. En tales circunstancias en estos tipos de clima resulta difícil su caracterización ya que a menudo aparenta no seguir un patrón bien definido, Rzedowski (1978). Para el área de estudio la vegetación ha estado sometida a una intensa explotación de manera un tanto irracional donde el sobrepastoreo excesivo ha impactado drásticamente dentro del ecosistema.



Imagen 33. Áreas sin vegetación donde se presentan procesos de erosión; en estas áreas se llevaron a cabo actividades de reforestación; sin embargo, por la falta de mantenimiento los árboles que fueron sembrados en su mayor parte están muertos.



Imagen 34. Áreas sin vegetación que forman parte de pastizales inducidos.

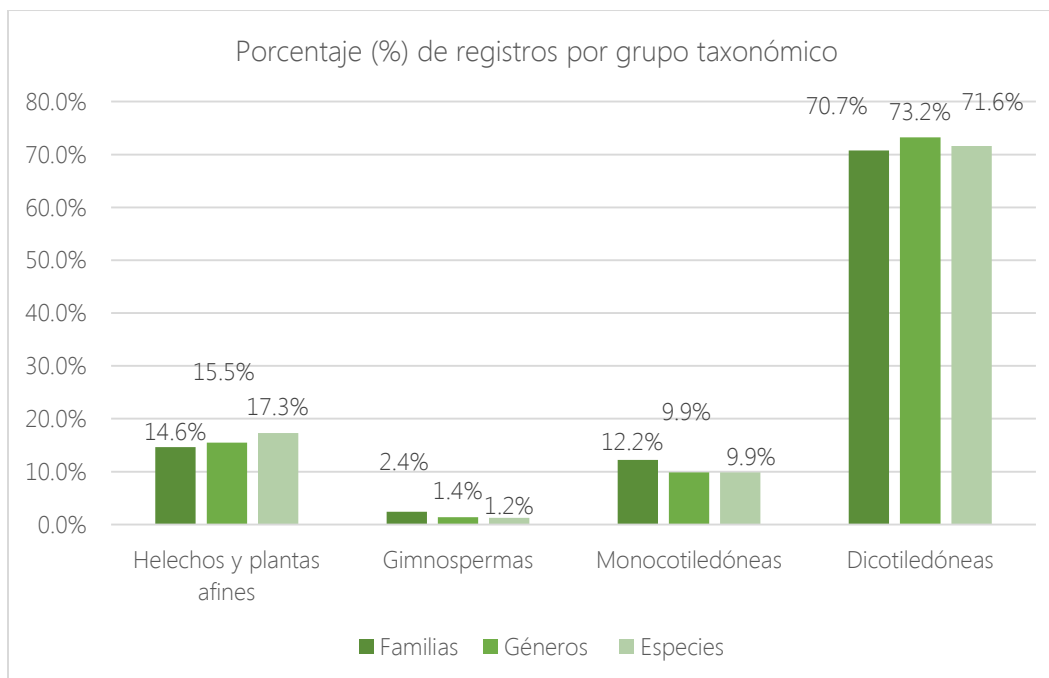
### Composición de especies (sinopsis numérica)

Del total de especies identificadas directamente en la PPE y colindancias, durante los recorridos efectuados en la salida a campo, se pudo obtener la riqueza taxonómica de plantas vasculares, arrojando un resultado de 81 especies, 71 géneros, distribuidos en 41 familias botánicas, que se encuentran agrupadas por los grandes grupos tradicionalmente conocidos.

Tabla 9. Clasificación taxonómica de los registros identificados.

Grupos	Núm. Familias	Núm. Géneros	Núm. Especies
Helechos y plantas afines	6	11	14
Gimnospermas	1	1	1
Monocotiledóneas	5	7	8
Dicotiledóneas	29	52	58
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>71</b>	<b>81</b>

La composición taxonómica registrada determina que los helechos y plantas afines obtuvieron un porcentaje de familias (14.6%), géneros (15.5%) y especies (17.3%), las Gimnospermas son el grupo de plantas que se encuentran con los menores resultados (2.4%, 1.4%, 1.2%) respectivamente; las monocotiledóneas (12.2%, 9.9%, 9.9%); mientras que las dicotiledóneas son las que obtuvieron los mayores resultados familias (70.7%), géneros (73.2%) y especies (71.6%), como se indica en la tabla superior y en la gráfica siguiente.

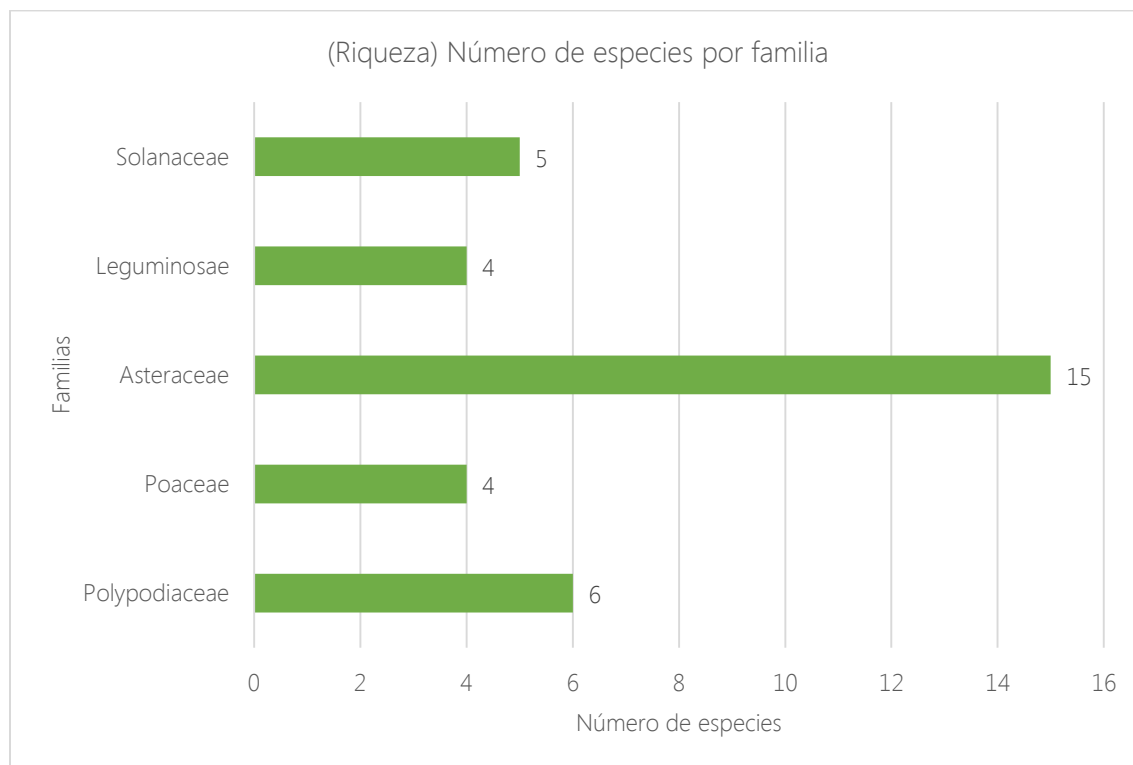


Gráfica 18. Riqueza florística por grupo taxonómico.

Los datos obtenidos desde el punto de vista ecológico, muestran que las diferentes especies de plantas vasculares pueden ocupar diferentes ambientes, distinguiéndose cada uno de los grupos en

particular en ecosistemas propios de alguna especie dominante. La distribución, composición y diversidad de las especies está determinada por una serie de elementos o factores externos como internos que la limitan; por esto, la capacidad de una especie para prosperar y competir con éxito sobre una localidad determinada, es influenciada por factores internos (constitución específica del ejemplar), como factores externos (ambientales). Estos últimos influyen en la productividad de un bosque, selva o matorral y se pueden agrupar en componentes bióticos y abióticos (Musalem et al., 1991).

La aportación que hace el análisis de sinopsis numérica de la composición florística es aumentar el conocimiento de la flora en la zona de estudio, a través de las familias, géneros y especies identificadas, acompañado de algunos datos ecológicos generales que subraya la importancia de cada una de las especies dentro del ecosistema. La siguiente gráfica ilustra a las familias que presentan el mayor número de especies.



Gráfica 19. Número de especies por familia botánica.

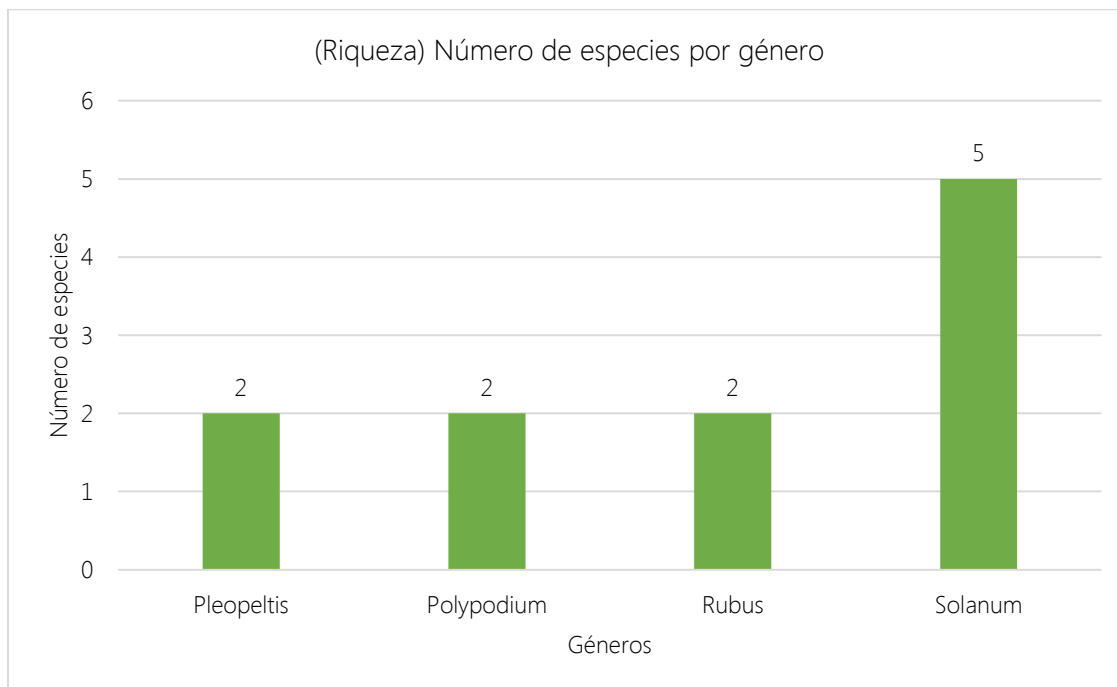
La gráfica anterior muestra a 5 familias que se encuentran mejor representadas por tener el mayor número de especies, las familias que destacan son las siguientes: Solanaceae (5), Leguminosae (4), Asdteraceae (15), Poaceae (4) y Polypodiaceae (6). En conjunto estas 5 familias agrupan un total de 34 especies, es decir, un 60.00% del total de especies identificadas. El resto de familias únicamente mostraron estar representadas por 1 o 3 especies que en su conjunto equivalen a 34 familias con el 41.97% del total de especies identificadas y registradas.

De manera predominante Asteraceae y Polypodiaceae tienen el dominio en este rubro, la primera más numerosa en cuanto a géneros que la segunda y la que supera al resto de las familias en cuanto

a especies se refiere. Ambas familias se encuentran muy bien representadas en VS/BMM, lo que concuerda con algunos manchones de este tipo de vegetación en la zona de estudio.

- Asteraceae es cosmopolita, es decir, que se distribuye en casi todas las latitudes, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta las zonas alpinas, por lo tanto, es posible encontrar sus representantes en casi todos los tipos de vegetación y climas. Su diversidad puede atribuirse entre otras cosas a sus excelentes mecanismos de dispersión y a su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ecológicas, muchas veces viéndose favorecidas por la perturbación, por lo que no es raro verlas dominando los medios arvenses, ruderales o en ocasiones compitiendo con los cultivos como malezas. La mayoría de las especies, gracias a su gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones ecológicas, se ven favorecidas por la perturbación, por lo que, no solo no están amenazadas, sino por el contrario en ocasiones representan una seria amenaza como malezas.
- Polypodiaceae presenta un mecanismo de dispersión muy adaptado en zonas húmedas, que generalmente suele habitar como plantas epifitas, colonizando el medio aéreo, evitando así la competencia interespecífica. Cabe hacer mención, que más del 50 % de las familias identificadas presentan uno o más usos para los pobladores de la región, por ello, actualmente sus poblaciones están desapareciendo rápidamente.

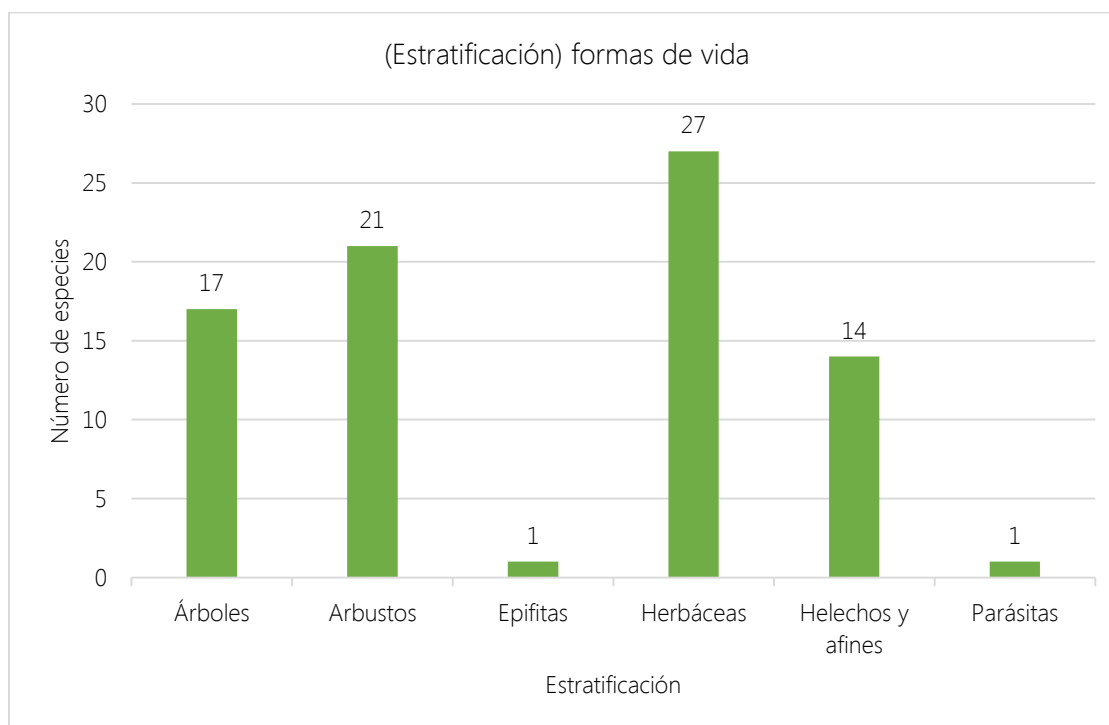
Por otro lado, en relación al número de especies por género se observan 4 los que se encuentran mejor representados. *Solanum* con 5 especies y *Pleopeltis*, *Polypodium* y *Rubus* con 2 en cada caso.



Gráfica 20. Géneros de especies más representativas en base al número de especies.

Lo anterior, no es el caso de otros géneros que, a pesar de no presentar la mayor riqueza, figuran de manera abundante como *Clethra*, *Liquidambar*, *Verbesina*, *Alnus*, *Cornus*, *Ocotea*, *Conostegia*, *Phytolacca* y *Zanthoxylum*, entre otras. El resto de los géneros no suelen ser significativos.

Por otro lado, la flora identificada concentra 6 formas de vida registradas para plantas vasculares en relación a su estratificación y forma de crecimiento: Árboles, arbustos, epifitas, herbáceas, helechos y afines y parásitas. La forma de vida herbácea es la que se encuentra mejor representada con 27 especies (33.3%), le continúa en segundo lugar los arbustos con 21 especies (25.9%), después los árboles con 17 (21.0%), helechos y afines 14 especies (17.3%) y finalmente las epifitas y parásitas con solo 1 especie en cada caso (1.2%).



Gráfica 21. Formas de vida representadas en la zona de estudio.

## Indicadores ambientales

### a) Origen florístico

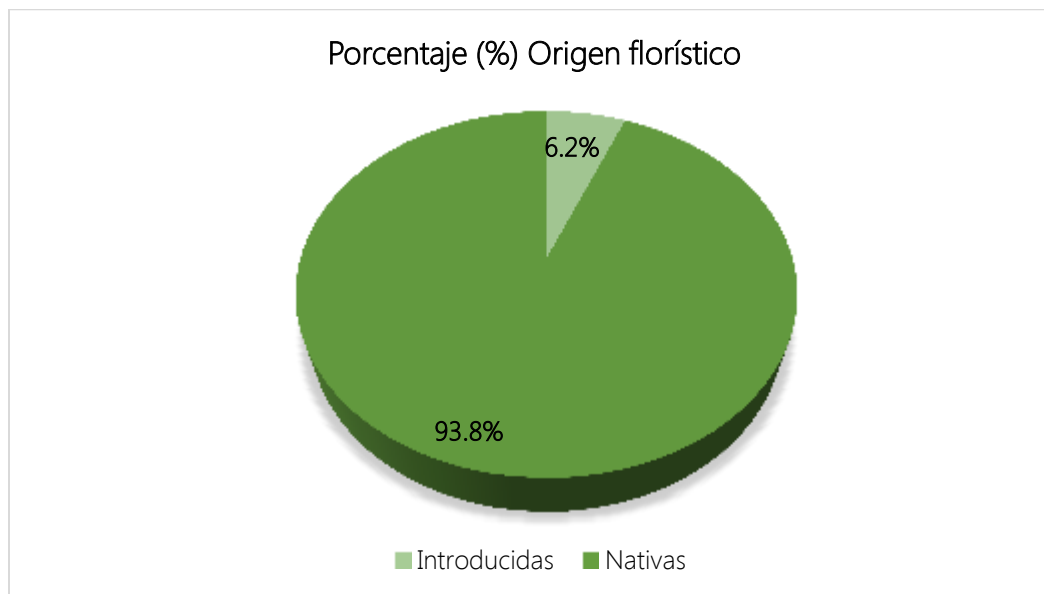
El origen florístico (Estatus migratorio para plantas en México), sirve como un indicador que consiste en determinar que especies son nativas para el país, así como aquellas que han sido introducidas o exóticas. Este indicador permite valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico.

Una de las mayores amenazas para la biodiversidad es la introducción, intencional o accidental, de especies exóticas (no nativas) que desarrollan un comportamiento invasivo, desplazando a especies nativas y causando graves daños a los ecosistemas. Estos incluyen desequilibrios ecológicos entre las

poblaciones silvestres, cambios en la estructura y composición de las comunidades, así como en su funcionamiento, pérdida de poblaciones silvestres, degradación de la integridad ecológica de ecosistemas terrestres y acuáticos, tanto marinos como epicontinentales, reducción de la diversidad genética y transmisión de enfermedades que afectan la salud humana y la flora y fauna silvestres.

Estas invasiones ocurren aprovechando medios naturales como los causados por viento (huracanes o tormentas), corrientes marinas o cambios en las barreras naturales que mantienen a las especies confinadas a ciertas áreas, o introducirse por diferentes vías directamente relacionados con las actividades humanas. El incremento del comercio, las actividades turísticas y el incremento en la frecuencia de los medios de transporte, entre otros, han sido fundamentales en multiplicar las oportunidades para que las especies foráneas se dispersen y establezcan. Al ser introducidos a un nuevo medio, ciertos organismos desarrollan un comportamiento diferente al que tenían en su ecosistema de origen, ya que carecen de las medidas de control de su área de distribución natural. Estas medidas incluyen depredadores, condiciones específicas del ambiente y competencia por los recursos, entre otras, que son las que mantienen a las poblaciones dentro de ciertos niveles de equilibrio en los ecosistemas donde han evolucionado de manera natural por largos periodos de tiempo. Estos comportamientos nuevos incluyen crecimiento descontrolado de las poblaciones y conductas agresivas no mostradas en su medio natural y pueden utilizarse al momento de determinar la invasividad de una especie (CONABIO, 2016).

En este sentido, de las 81 especies registradas, se determinó un total de 76 especies de origen nativo resultando la mayoría con 93.8% de los registros. Las especies introducidas o exóticas solo concentran 5 especies con 6.2%; entre las que destacan: *Arundo donax*, *Cyperus esculentus*, *Panicum máximum*, *Sonchus oleraceus* y *Citrus sinensis*.



Gráfica 22. Origen florístico de las especies.

b) *Especies importantes para su conservación*

Los listados de las especies en riesgo son utilizados como indicadores del estado de la diversidad de especies y endemismo. Bajo este esquema las especies que presentan algún status de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, representan la reducción actual o potencial de la diversidad de alguna zona en particular. En este sentido, cabe destacar que dentro de la PPE no se observan especies enlistadas en la NOM; sin embargo, si se observaron dentro de la PPE, por lo que si bien fueron registradas no serán afectadas, ya que no se encuentran en las zonas donde se pretenden insertar los EP.

Las especies identificadas en la PPE y que están enlistadas en la NOM-059 presentan un patrón de distribución de manera discontinua y aislada. Es importante señalar, que en cada sitio donde fueron observadas estas especies durante los recorridos realizados en campo, se tomaron referencias espaciales con la ayuda de un GPS y algunas fotografías para evidenciar la presencia de estas plantas.

Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (FUERA DE LAS ÁREAS DE AFECTACIÓN):

- *Alsophila firma* (Baker) D.S. Conant. / CYATHEACEAE / HELECHO ARBORESCENTE / HELELECHO / VS/BMM / Sujeta a Protección Especial (Pr).
- *Sphaeropteris horrida* (Liebm.) R.M. Tryon. / CYATHACEAE / HELECHO ARBORESCENTE, PESMA / HELELECHO / VS/BMM / Sujeta a Protección Especial (Pr).
- *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch. / BETULACEAE / PIPIQUE ROJO / ÁRBOL / VS/BMM / Sujeta a Protección Especial (Pr).





Imagen 35. *Alsophila firma*, especie identificada en la NOM-059 durante los recorridos realizados fuera de las áreas de afectación donde se insertarán los EP, pero dentro de la PPE, por lo que NO será afectada.



Imagen 36. *Sphaeropteris horrida*, especie identificada en la NOM-059 durante los recorridos realizados fuera de las áreas de afectación donde se insertarán los EP, pero dentro de la PPE, por lo que NO será afectada.



Imagen 37. *Ostrya virginiana*, especie identificada en la NOM-059 durante los recorridos realizados fuera de las áreas de afectación donde se insertarán los EP, pero dentro de la PPE, por lo que NO será afectada.

Así mismo, mediante un trabajo de sistemas de información geográfica (SIG) se referencio la distribución, establecimiento y la ubicación de las especies registradas. La siguiente imagen muestra la ubicación espacial potencial de las especies registradas.

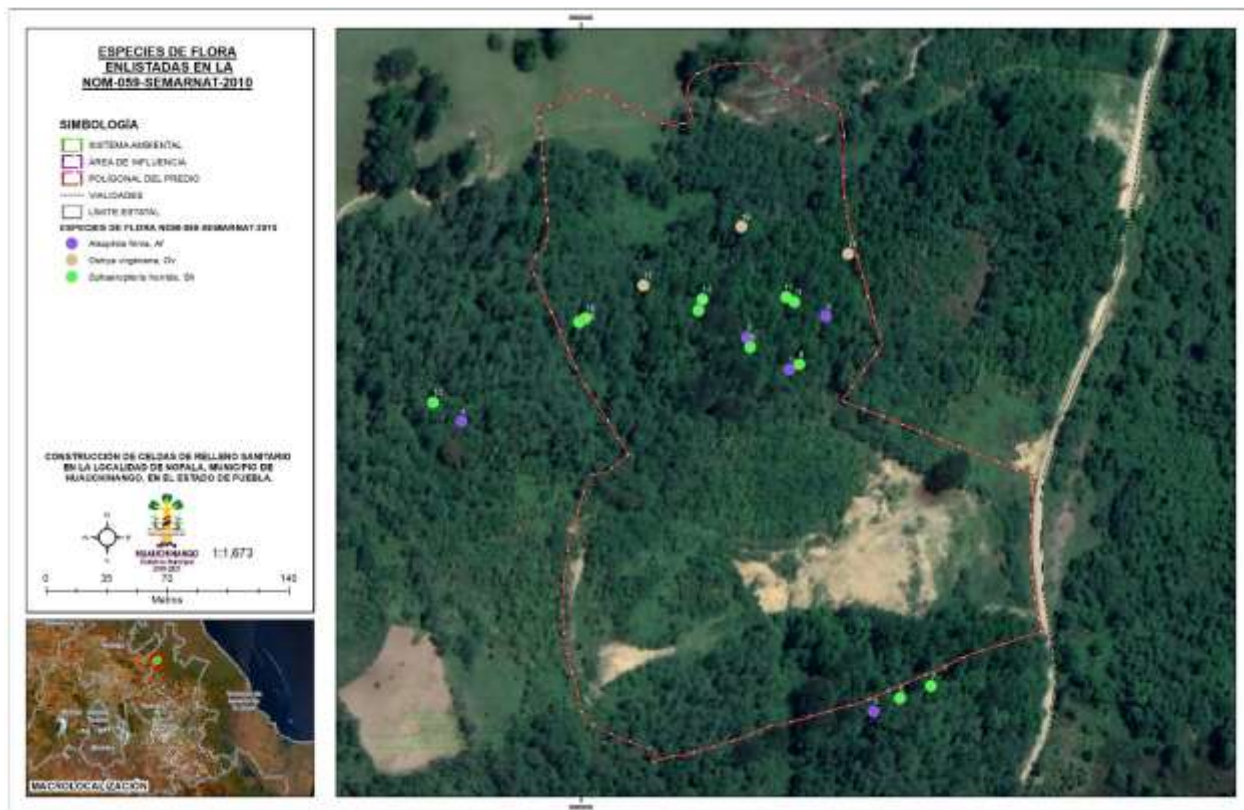


Imagen 38. Distribución espacial de las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de la PPE, fuera de las áreas donde se insertarán los EP, por lo que no serán afectadas.

La siguiente tabla muestra las coordenadas UTM de las especies registradas.

Tabla 10. Coordenadas UTM de las especies registradas

Clave	Especie	Coordenadas UTM	
		X	Y
Af	<i>Alsophila firma</i>	598119.70	2235460.36
Af	<i>Alsophila firma</i>	598095.45	2235478.42
Af	<i>Alsophila firma</i>	598140.97	2235490.92
Af	<i>Alsophila firma</i>	597931.41	2235430.40
Af	<i>Alsophila firma</i>	598168.44	2235264.01
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	598183.53	2235271.55
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	598201.35	2235278.57
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	598125.63	2235463.13
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	598097.38	2235473.07
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	597915.13	2235441.36
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	598122.73	2235498.89
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	598118.06	2235501.93
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	598067.67	2235494.06
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	598069.87	2235500.53
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	598002.75	2235489.60
Sh	<i>Sphaeropteris horrida</i>	597999.03	2235487.37

Ov	<i>Ostrya virginiana</i>	598035.98	2235508.52
Ov	<i>Ostrya virginiana</i>	598153.66	2235526.57
Ov	<i>Ostrya virginiana</i>	598092.33	2235542.14

Por lo anterior, como medida de prevención y compensación dentro de la PPE se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva, mismas que son denominadas de la siguiente manera:

- Zona de reserva A (1.19 ha)
- Zona de reserva B (3.28 ha)

En estas áreas como se mostró en el mapa anterior se observaron especies enlistadas en la NOM-059, por lo que es importante mencionar, que estas áreas presentan una vegetación con mayor grado de conservación; sin embargo, en estas áreas se presentan problemas de tala clandestina, actividad que está provocando deforestación y pérdida de hábitat, razón por la cual se pretende el cuidado de esas áreas que serán destinadas como zona de reserva para lograr frenar la afectación del bosque y a la vez poder ejecutar el proyecto salvaguardando estas áreas de su afectación por actividades ilícitas así como especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## Diversidad

Los resultados obtenidos que fueron descritos en la metodología mencionada se muestran a continuación.

### Ubicación de los sitios de muestreo

Como se refirió en la metodología realizada se llevaron a cabo algunos muestreos dentro de la PPE en superficies que presentaran VS/BMM. En este sentido, se realizaron 16 sitios de muestreo con una superficie de 400 m<sup>2</sup>, así como submuestreos al interior de cada sitio de 1 m<sup>2</sup>. La siguiente imagen muestra la ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo.

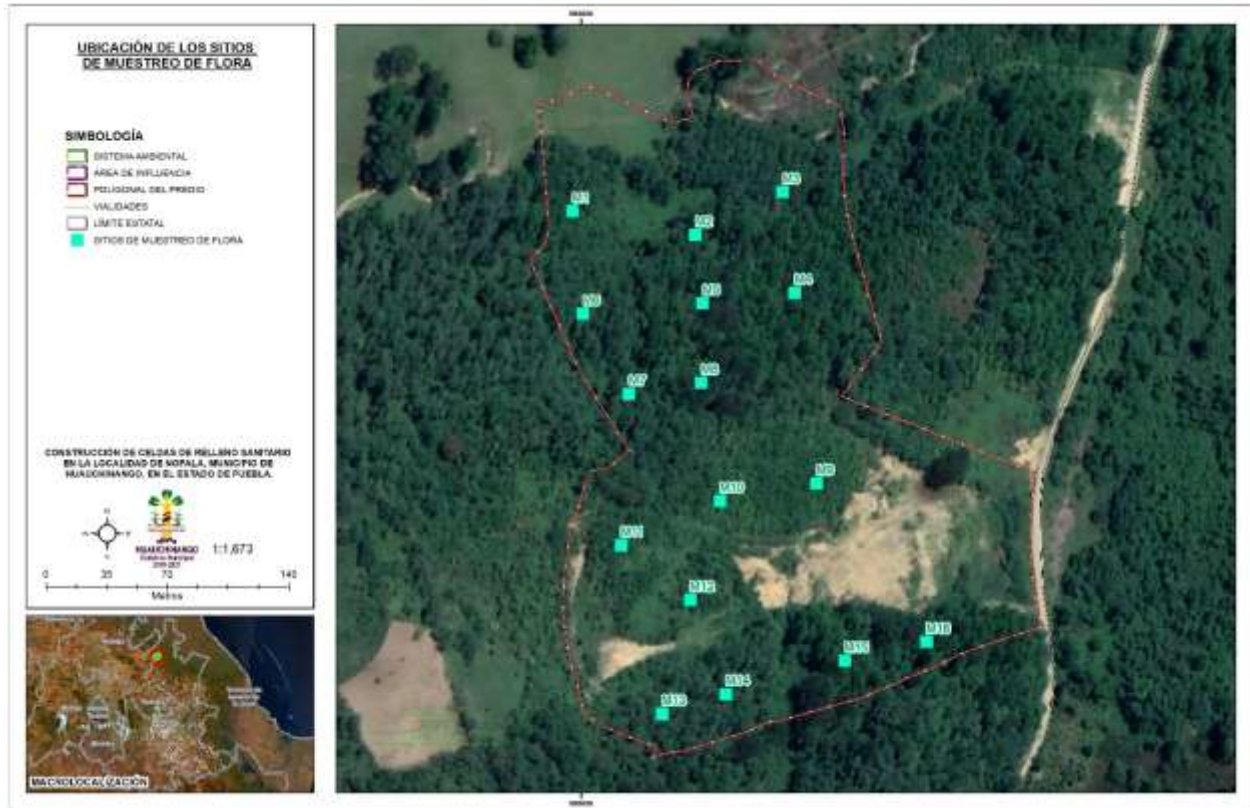


Imagen 39. Ubicación espacial y distribución de los sitios de muestreo ubicados dentro de la PPE.

Las siguientes tablas muestran las coordenadas UTM obtenidas de los 16 sitios de muestreo realizados.

Tabla 11. Coordenadas UTM de cada sitio de muestreo

Sitio de muestreo	Coordenadas UTM	
	X	Y
M1	597995.00	2235549.00
M2	598065.73	2235535.40
M3	598116.00	2235560.00
M4	598123.00	2235502.00
M5	598070.00	2235496.00
M6	598001.00	2235490.00
M7	598027.55	2235443.90
M8	598069.10	2235450.40
M9	598135.58	2235392.52
M10	598079.90	2235382.47
M11	598023.00	2235357.00
M12	598063.01	2235325.50
M13	598046.60	2235260.02
M14	598083.33	2235271.39
M15	598151.92	2235290.55
M16	598198.93	2235301.43

Diversidad en los sitios de muestreo

- Riqueza

**Riqueza de especies en los sitios de muestreo:** Como se ha mencionado se llevaron a cabo 16 sitios de muestreo, con la finalidad de evaluar el comportamiento de la biodiversidad, entendiéndose como el número de especies en una unidad de área que se midió a través de dos métodos: la “riqueza específica” basada en la cantidad de especies presentes y la “estructura” que mide la abundancia proporcional. Este último se clasifica en la dominancia y equidad de la comunidad (Moreno, 2001).

Partiendo de esta información en los 16 sitios de muestreo se tomaron en cuenta algunas mediciones como el DAP y la altura para las siguientes formas de vida: Árboles (AR), Arbustos (AB) y Herbáceas (HI), en el último caso, únicamente se tomó en cuenta la especie, número de la misma y altura, estas últimas tomando en cuenta aquellas especies herbáceas del sotobosque, por lo que se creyó conveniente tomarlas en cuenta como un indicador ambiental, con la finalidad de conocer aquellos sitios que han sufrido importantes cambios en cuanto a la dinámica, composición y estructura de la vegetación. La siguiente tabla muestra resumidamente la riqueza florística en los sitios de muestreo dentro de la PPE para las distintas formas de vida evaluadas para las especies (AR/AB/HI) y la superficie en cada sitio de muestreo.

Tabla 12. Riqueza florística por sitio de muestreo en la PPE para árboles (AR), arbustos (AB) y herbáceas (HI).

Muestreo	Total Familias			Total Géneros			Total Especies			Total N° de individuos			m <sup>2</sup>
	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	AR	AB	HI	
M1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	32	4	6	400
M2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	19	23	5	400
M3	4	1	2	4	1	2	4	1	2	74	11	5	400
M4	6	1	1	6	1	1	6	1	1	107	12	3	400
M5	6	1	1	6	1	1	6	1	1	103	25	4	400
M6	6	1	1	6	1	1	6	1	1	52	23	4	400
M7	7	3	1	7	4	2	7	6	2	83	100	10	400
M8	6	1	3	6	2	3	6	2	3	104	24	15	400
M9	2	1	2	2	1	2	2	1	2	80	8	5	400
M10	3	2	3	3	2	4	3	2	4	59	26	18	400
M11	2	2	2	2	2	4	2	2	4	10	23	14	400
M12	3	1	1	3	1	1	3	1	1	26	22	5	400
M13	2	4	1	2	4	1	2	4	1	52	105	4	400
M14	3	1	3	3	1	3	3	1	3	57	16	11	400
M15	3	3	2	3	3	2	3	3	2	44	36	13	400
M16	4	2	2	4	2	3	4	2	3	78	21	6	400
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>980</b>	<b>479</b>	<b>156</b>	<b>6400</b>

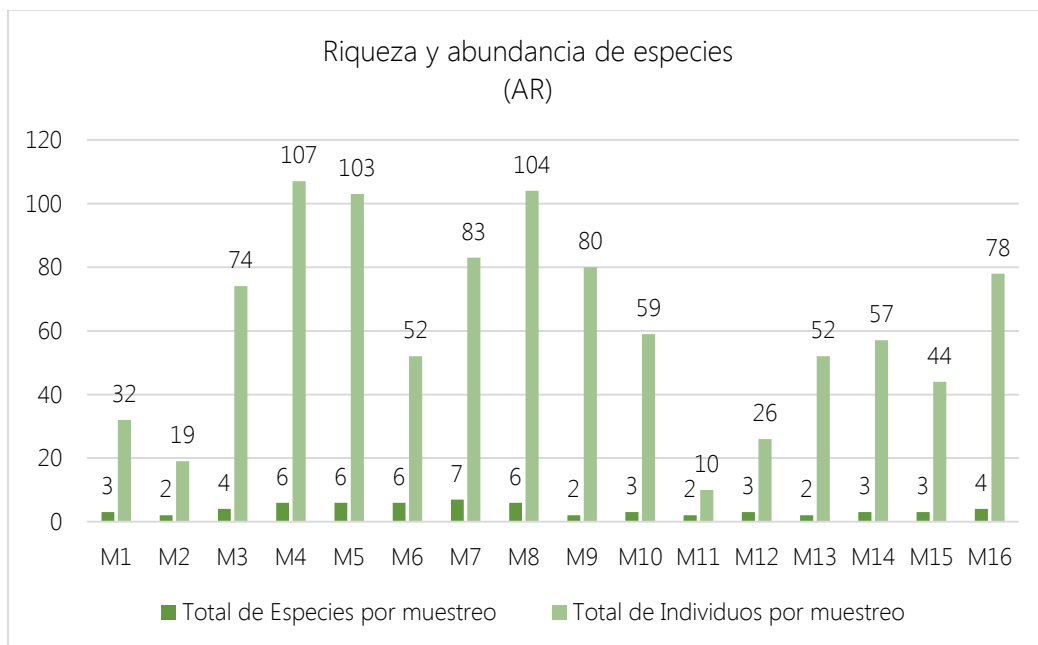
*Para el caso de la superficie muestreada de las herbáceas se consideró solo (1m<sup>2</sup>) mismos que se encuentran dentro de cada sitio de (400 m<sup>2</sup>) muestreados. Todos los sitios de muestreo se encuentran formando parte de la vegetación secundaria del bosque mesófilo de montaña (VS/BMM).*

Para los árboles (AR) se registraron 980 individuos con un total de 13 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 13 géneros y 13 familias. Todas las familias presentan únicamente una especie. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Liquidambar styraciflua* con 244 individuos.

Para los arbustos (AB) se registraron 479 individuos con un total de 16 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 14 géneros y 11 familias. Las familias con mayor riqueza de especies es Solanaceae con (3) especies (21.42%), el resto concentraron en cada familia una y dos especies. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Rubus ulmifolius* con 70 individuos.

Para las herbáceas (HI) se mostraron con 156 individuos, la forma de vida herbácea ha colonizado gran parte del suelo. A su vez, están distribuidas en 4 familias, 6 géneros y 7 especies, entre las que destacan todas las familias registradas.

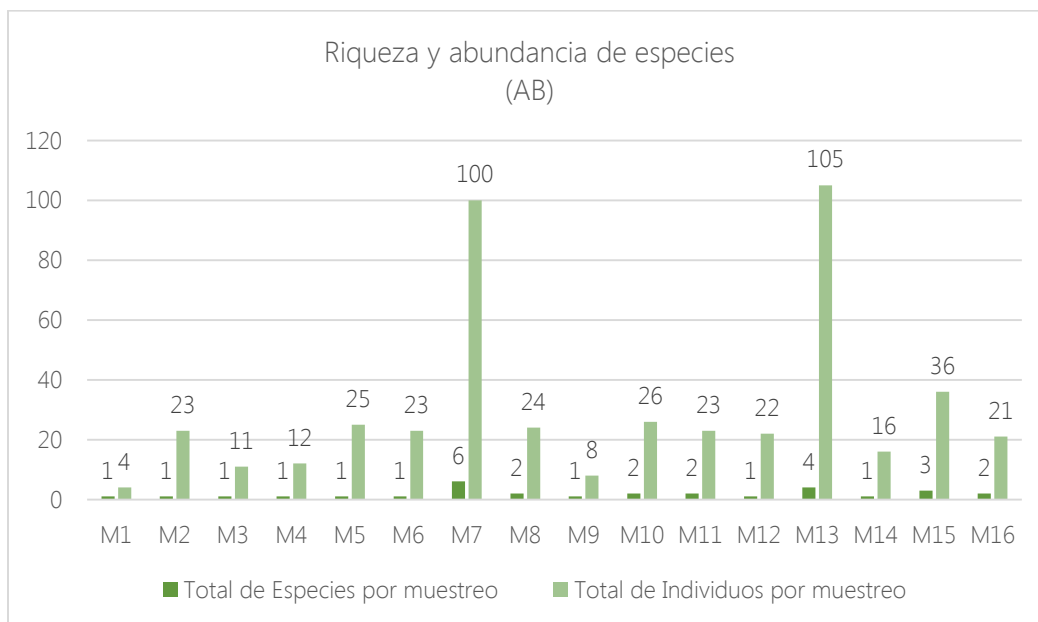
Por otro lado, en cuanto a riqueza y abundancia de especies por sitio de muestreo conforme a las diferentes formas de vida registradas, se tiene que para los (AR) el sitio M7 tuvo mayor número de especies con 7, mientras aquellos que presentaron la menor cifra es para los sitios M2, M9, M11 y M13, con valores de 2 especies en cada caso. El muestreo que presentan el mayor número de individuos es el M4 con (107) y M8 (104); por otro lado, el M11 y M12 registraron la menor cantidad de individuos con solo 10 y 26 respectivamente. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AR) por sitio de muestreo.



Gráfica 23. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AR).

Para los (AB) el sitio M7 tuvo el mayor número de especies (6), el resto muestra valores similares, notando que la mayor parte solo presenta 1 sola especie. Los muestreos que presentan el mayor número de individuos son el M7 con (100) y M13 (105) y el M1 y M9 registraron la menor cantidad de

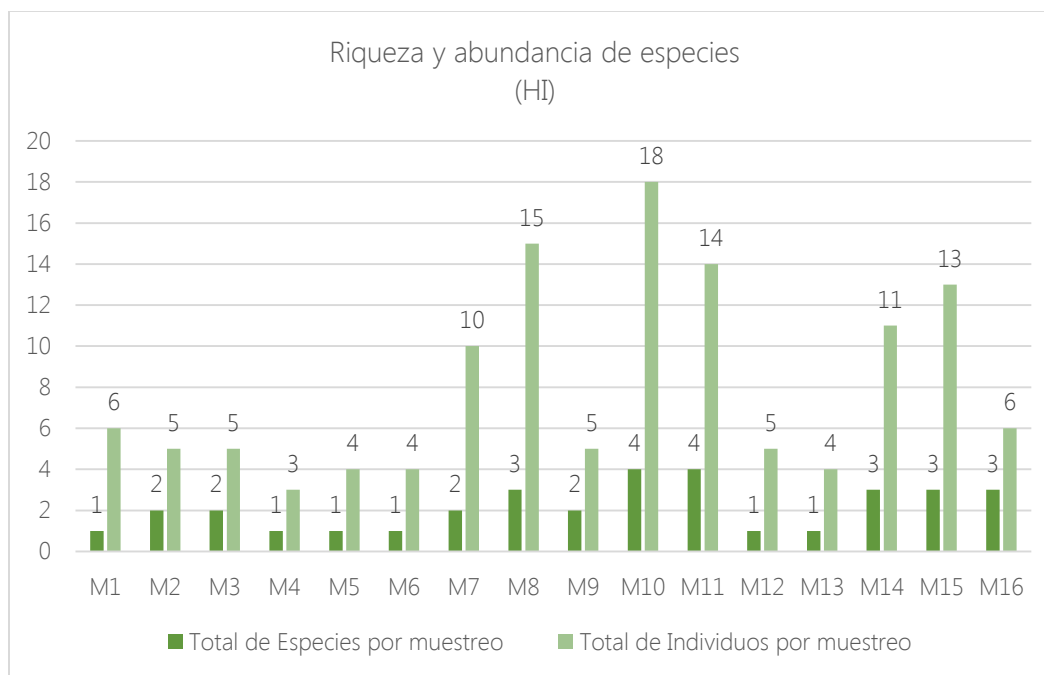
individuos con solo 4 y 8 respectivamente. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies para (AB) por sitio de muestreo.



Gráfica 24. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (AB).

Para las (HI) en casi todos los sitios de muestreo mantienen el mismo número de especies, salvo el M10 y M11 con valores de 4 especies en cada caso. El muestreo que presenta el mayor número de individuos es M10 con (18), M8 (15), M11 (14), M15 (13), M14 (11) Y M7 (10), el resto muestra valores similares entre 1 y 6 individuos. La siguiente grafica muestra la riqueza y abundancia de especies herbáceas por sitio de muestreo. Algunas especies herbáceas resultan ser anuales y bianuales, por lo que en ciertas temporadas del año no se muestran de manera abundante.





Gráfica 25. Riqueza y abundancia por sitio de muestreo para (HI).

En resumen, los datos muestran de manera general que en la zona de estudio se presenta una alta riqueza y abundancia en algunos casos; es probable que el cambio de uso de suelo que ha sido provocado al pasar los años, actualmente repercute sobre la diversidad de especies, misma que ha reducido notablemente al modificar y transformar superficies que anteriormente presentaban cobertura forestal con mayor grado de conservación; prueba de ello las distintas actividades que se han llevado a cabo dentro de la PPE; sin duda, la VS/BMM en la zona de estudio muestran una heterogeneidad notable de especies, donde se observan distintas especies asociadas a fases secundarias pioneras al disturbio y que forman parte del ecosistema registrado.

Para el caso de las herbáceas (HI) y que suelen habitar de manera dominante algunos sitios preferentemente donde se manifiestan diferentes actividades antropogénicas, han colonizado gran parte, por lo que si bien, no mostraron valores altos tanto de riqueza como abundancia en  $1m^2$ , se observan en la zona de estudio que muchas plantas herbáceas están formando parte de la sucesión secundaria, incluso muchas de ellas son consideradas como pioneras de sitios perturbados formando parte de la vegetación arvense, ruderal y de borde, lo que está reduciendo la germinación de germoplasma forestal ya que cubren extensas áreas e impiden la llegada del sol algunas plántulas que intentan crecer, entre estas algunos helechos.

Los datos muestran y evidencian que en los sitios de muestreo los árboles y arbustos con diferentes diámetros resultan dominantes, por lo que se determina que la VS/BMM se encuentra formando parte de una fase secuencia intermedia, donde la vegetación arriba posterior al desplazamiento de áreas naturales para dar paso a otros usos; pero a la vez esas áreas que fueron abandonadas o donde no se practicaba ningún tipo de actividad, la vegetación se encuentra desarrollándose; sin

embargo, el tipo de vegetación determinado y por los diámetros y alturas registradas en cada sitio, claramente indican que se trata de una vegetación secundaria.

**Valor de importancia:** En las tablas siguientes se presenta el índice de valor de importancia (IVI) obtenido para cada especie y por estrato (AR/AB/HI) de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo. En este sentido, vale la pena mencionar, que las diferentes formas de vida fueron separadas para evaluar y analizar de una mejor manera cada estrato en base a las diferentes formas de vida registradas.

- Árboles (AR)

Para este estrato, del total de especies registradas *Liquidambar styraciflua* llega alcanzar un IVI de (90.386) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición ya que también presenta la mayor dominancia y frecuencia; la segunda posición es para *Pinus pseudostrobus* con un valor de importancia de (72.714), misma que obtuvo la mayor dominancia, le continua *Clethra pringlei* (58.982) con los valores más altos de densidad del total. El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Turpinia insignis* (2.338) y *Myrsine coriacea* (2.980). La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 13. Valor de importancia por especie (AR).

N°	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	119	12.143	7.804	9.228	29.175
2	<i>Buddleja cordata</i> Kunth.	7	0.714	1.876	1.695	4.286
3	<i>Clethra pringlei</i> S.Watson.	314	32.041	8.109	18.832	58.982
4	<i>Cornus excelsa</i> Kunth.	13	1.327	1.539	0.783	3.619
5	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	244	24.898	23.116	42.373	90.386
6	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	22	2.245	0.547	0.188	2.980
7	<i>Ocotea helicterifolia</i> (Meisn.) Hemsl.	20	2.041	1.862	0.753	4.656
8	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	82	8.367	45.514	18.832	72.714
9	<i>Sphaeropteris horrida</i> (Liebm.) R.M. Tryon.	11	1.122	2.941	1.695	5.758
10	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	29	2.959	1.353	0.753	5.065
11	<i>Turpinia insignis</i> (Kunth) Tul.	9	0.918	1.231	0.188	2.338
12	<i>Viburnum microcarpum</i> Schlttdl. & Cham.	33	3.367	2.466	1.695	7.528
13	<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schlttdl. & Cham.	77	7.857	1.643	3.013	12.514
<b>Total</b>		<b>980</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

- Arbustos (AB)

Para este estrato, del total de especies registradas *Solanum aphyodendron* llega alcanzar un IVI de (77.432) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición, demostrando ser una especie dominante y frecuente en la VS/BMM; no obstante, no es la más densa,

esta posición es para *Rubus ulmifolius* con un IVI de (29.717), le continua *Piper aduncum* (29.871). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Cornus excelsa* (5.811) y *Zanthoxylum melanostictum* (6.461). La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 14. Valor de importancia por especie (AB).

N°	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	11	2.296	5.240	1.282	8.818
2	<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers.	18	3.758	2.376	5.128	11.262
3	<i>Clethra pringlei</i> S.Watson.	12	2.505	5.492	1.282	9.280
4	<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don.	33	6.889	5.299	11.538	23.727
5	<i>Cornus excelsa</i> Kunth.	16	3.340	1.188	1.282	5.811
6	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	40	8.351	4.753	1.282	14.385
7	<i>Montanoa leucantha</i> (Lag.) S.F. Blake.	18	3.758	3.639	1.282	8.679
8	<i>Piper aduncum</i> L.	45	9.395	8.938	11.538	29.871
9	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	70	14.614	3.565	11.538	29.717
10	<i>Solanum americanum</i> Mill.	19	3.967	1.188	1.282	6.437
11	<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp.	65	13.570	31.810	32.051	77.432
12	<i>Solanum chrysotrichum</i> Schltldl.	21	4.384	2.673	1.282	8.340
13	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	34	7.098	10.471	11.538	29.107
14	<i>Verbesina turbacensis</i> Kunth.	22	4.593	1.188	1.282	7.063
15	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H.Rob.	43	8.977	9.505	5.128	23.611
16	<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schltldl. & Cham.	12	2.505	2.673	1.282	6.461
<b>Total</b>		<b>479</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Para el caso del siguiente estrato únicamente se tomó en cuenta la densidad y la frecuencia, ya que las herbáceas carecen de diámetro y/o tallo definido.

- **Herbáceas (HI)**

Para este estrato, del total de especies registradas *Pteridium aquilinum* llega alcanzar un IVI de (98.077) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primera posición ya que también presenta la mayor densidad y frecuencia; esta especie es considerada pionera al disturbio por lo que forma extensas camas que dominan el sotobosque; la segunda posición es para *Acmella repens* con un valor de importancia de (38.942), a su vez está entre las más densas y frecuentes, al igual que *Panicum viscidellum* con valores de (25.481) y *Melampodium divaricatum* (20.902). El resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad y frecuencia por debajo de los valores obtenidos para las especies más importantes. Entre las especies que se mostraron con los menores valores en cuanto al índice de importancia se encuentran: *Verbesina turbacensis* (3.755) y *Lycopodium clavatum* (5.884).

De manera general para el caso de las herbáceas su alto valor de importancia está dado por su densidad de ser encontradas más que por su frecuencia; sin embargo, al ser parte muchas de ellas especies anuales y bianuales que dominan el estrato bajo de la VS/BMM, suelen en la mayoría de los casos colonizar extensas superficies, entre las especies encontradas algunas son consideradas como plantas arvenses y ruderales, donde muchas de ellas se han visto favorecidas por distintas causas de origen antropogénico. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Tabla 15. Valor de importancia por especie (HI).

N°	Especie	N° de individuos	Densidad relativa	Frecuencia relativa	VI
1	<i>Acmella repens</i> (Walter) Rich. ex Pers.	38	24.359	14.583	38.942
2	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	5	3.205	2.679	5.884
3	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. ex Rich.) DC.	21	13.462	7.44	20.902
4	<i>Panicum viscidellum</i> Scribn.	17	10.897	14.583	25.481
5	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	62	39.744	58.333	98.077
6	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon.	9	5.769	1.19	6.960
7	<i>Verbesina turbacensis</i> Kunth.	4	2.564	1.19	3.755
<b>Total</b>		<b>156</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

De manera general las especies registradas en los 3 estratos (AR/AB/HI), son bastante comunes en la VS/BMM, se observan formando parte de una fase inicial secuencial de la vegetación secundaria conformada en la PPE como parte de remanentes y parches en mosaicos en una matriz de paisaje que ha sufrido diversas actividades de origen antropogénico.

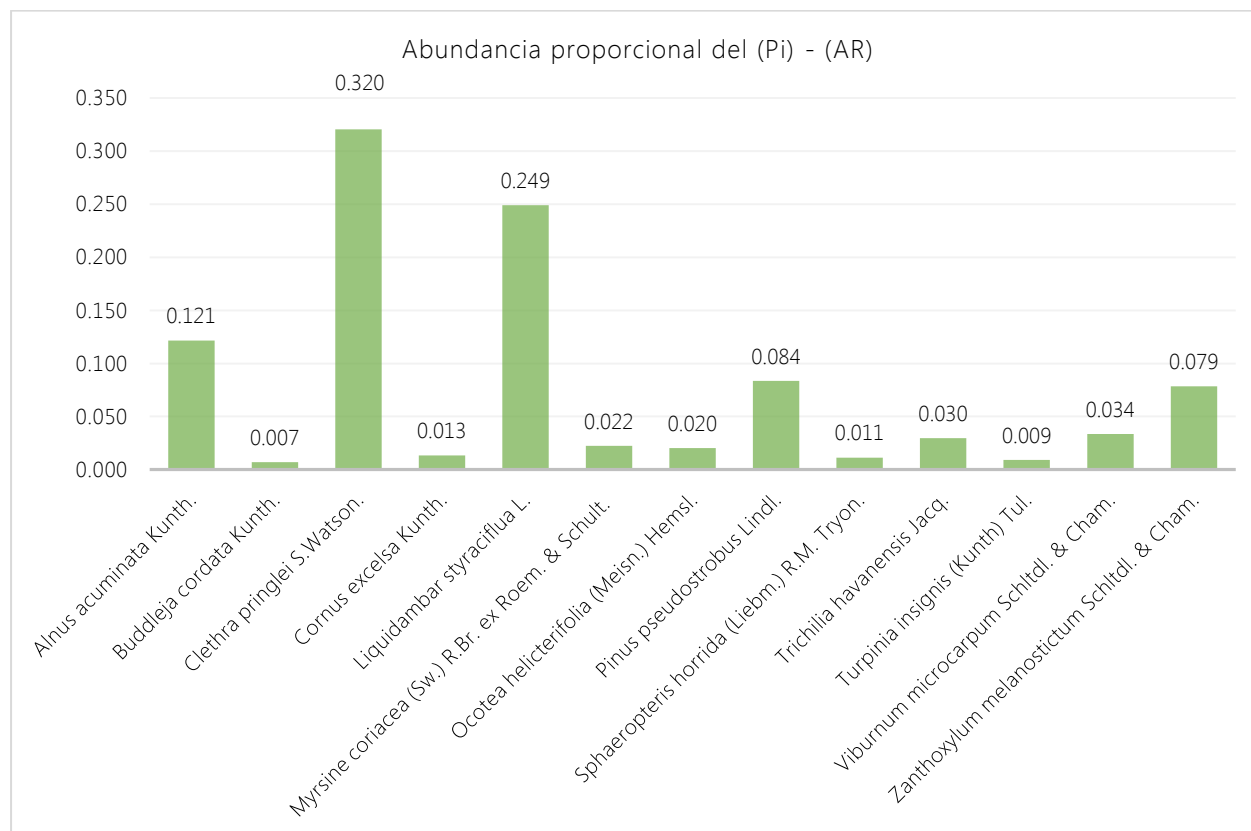
La composición de la VS/BMM dentro de la PPE muestran una distribución geográfica tan fragmentada e indudablemente cambiante a lo largo del tiempo, la cobertura forestal estudiada cada vez pierde más superficie y especies por el intenso cambio de uso del suelo; sin embargo, actualmente se observan algunas especies que representan a este tipo de vegetación, como se muestran en particular con los datos obtenidos para la zona de estudio. Muchas de las especies registradas se han visto beneficiadas por el cambio de uso del suelo por la construcción de caminos, brechas, desplazamiento de la vegetación, tala clandestina, agricultura y pastizales, mismas que han logrado colonizar amplias superficies en el bosque.

**Índices de diversidad:** Con los datos obtenidos se logró tomar en cuenta el índice de dominancia de Simpson. En el análisis siguiente se presentan los resultados obtenidos para cada especie y por estrato (AR/AB/HI) de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo.

- Árboles (AR)

La especie *Clethra pringlei* tienen una probabilidad alta de ser encontrada en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, esta especie resulto ser las más abundante ( $p_i$  de 0.320), le continua *Liquidambar styraciflua* ( $P_i$  de 0.249); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente). Cabe aclarar, que

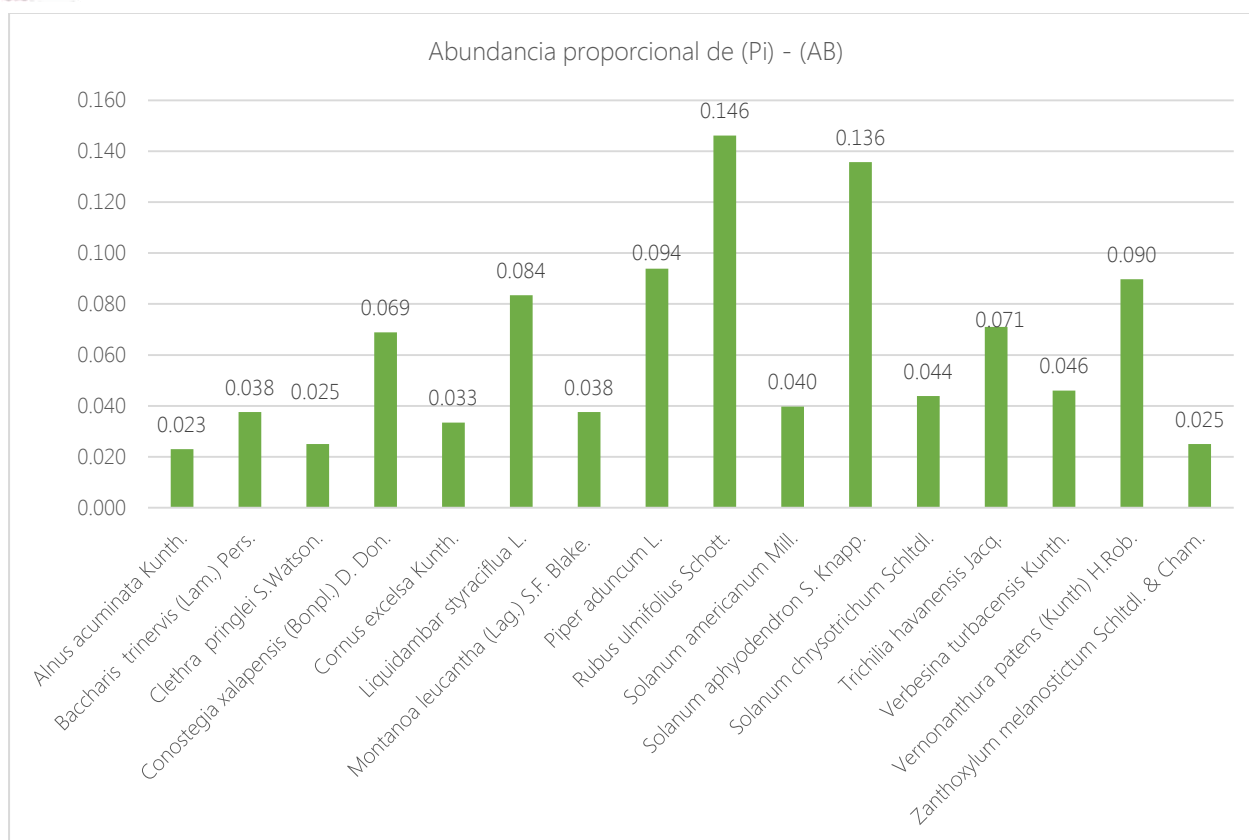
ambas especies forman parte de árboles pioneros de fases iniciales secundarias, mismos que toleran el disturbio llegando a colonizar áreas donde el bosque es desplazado.



Gráfica 26. Abundancia proporcional de las especies (AR).

- **Arbustos (AB)**

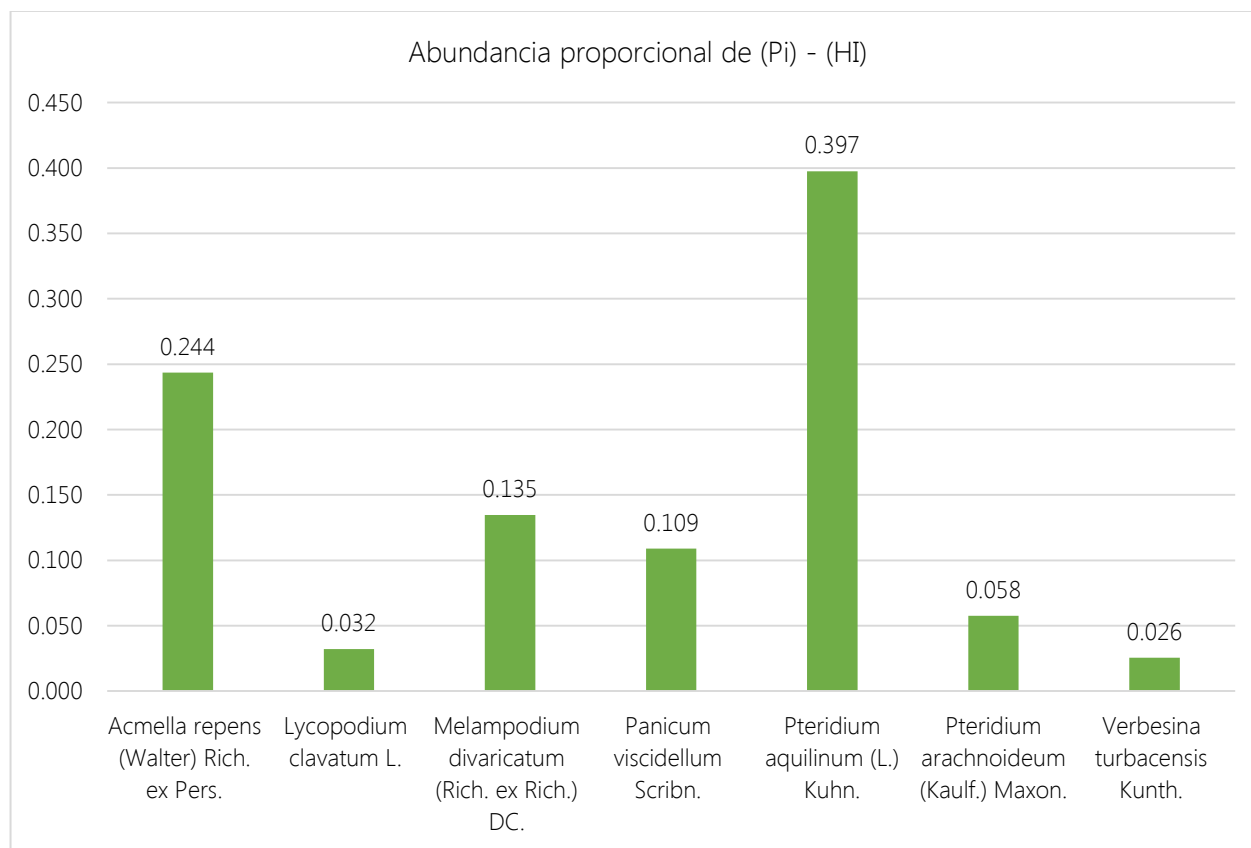
La especie *Rubus ulmifolius* tienen una probabilidad alta de ser encontrada en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, esta especie resulto ser las más abundante ( $\pi$  de 0.146) y *Solanum aphyodendron* ( $\pi$  de 0.136); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera bastante homogénea (ver grafica siguiente).



Gráfica 27. Abundancia proporcional de las especies (AB).

- **Herbáceas (HI)**

La especie *Pteridium aquilinum* tienen una probabilidad alta de ser encontrada en los sitios de muestreo a diferencia del resto; no obstante, esta especie resulto ser las más abundante ( $\rho_i$  de 0.397); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa algunas especies se muestran más abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores de manera homogénea; no obstante, el resto debido a que son herbáceas anuales y bianuales es muy común verlas por todos lados; esto asume que la comunidad en la zona de estudio muy probablemente para las herbáceas resulte equitativa donde de manera general se distribuyen a lo largo y ancho de la PPE, (ver grafica siguiente).



Gráfica 28. Abundancia proporcional de las especies (HI).

Este índice tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más "diversa", factor que no ocurre para este análisis. De hecho, la interpretación de la abundancia proporcional es la probabilidad de un encuentro intraespecífico. Medir la abundancia proporcional de cada especie permitió identificar aquellas que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, alerta acerca de procesos empobrecedores que están ocurriendo dentro del tipo de vegetación observado (VS/BMM) que se distribuye en los muestreos realizados dentro de la PPE.

Esto puede determinar algunas causas del porque ciertas especies sólo prefieren desarrollarse en lugares específicos o algunas que se observan con muy baja frecuencia. El hecho que una especie no esté presente en un lugar determinado puede darse por diversos factores, entre ellos, el clima, suelo, pendiente, humedad, efecto ladera, cambios antropogénicos a nivel de paisaje dentro del ecosistema o bien aquellas especies que se han favorecido por al aumento de superficies destinadas a cambio de uso de suelo, tal y como sucede en la zona de estudio, ya que muchas especies se han visto favorecidas por esta última causa, donde la mayoría de las especies forman parte de una sucesión secundaria en constante cambio, datos que corroboran los resultados obtenidos.

Por otro lado, para el caso de la riqueza de especies y la equidad en la distribución de individuos para las diferentes especies (AR/AB/HI) se obtuvo el índice de **Shannon-Wiener**, los valores más altos de

este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

- Árboles (AR)

Las diferentes especies identificadas en los 16 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 13 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.758, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es muy baja, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 2.565 y la  $H'$  calculada de 1.943 lo que indica que las especies tienen una diversidad media; sin embargo, es probable que conforme se aumenten los sitios de muestreo estos valores tiendan alcanzar la máxima diversidad; sin embargo, en la zona de estudio cada vez son menos las superficies con vegetación forestal, donde la cobertura observada está en su mayor parte asociada a la VS/BMM, ver tabla siguiente.

Tabla 16. Diversidad de especies (AR).

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	119	0.121	-2.108	-0.256
2	<i>Buddleja cordata</i> Kunth.	7	0.007	-4.942	-0.035
3	<i>Clethra pringlei</i> S.Watson.	314	0.320	-1.138	-0.365
4	<i>Cornus excelsa</i> Kunth.	13	0.013	-4.323	-0.057
5	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	244	0.249	-1.390	-0.346
6	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	22	0.022	-3.797	-0.085
7	<i>Ocotea helicterifolia</i> (Meisn.) Hemsl.	20	0.020	-3.892	-0.079
8	<i>Pinus pseudostrubus</i> Lindl.	82	0.084	-2.481	-0.208
9	<i>Sphaeropteris horrida</i> (Liebm.) R.M. Tryon.	11	0.011	-4.490	-0.050
10	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	29	0.030	-3.520	-0.104
11	<i>Turpinia insignis</i> (Kunth) Tul.	9	0.009	-4.690	-0.043
12	<i>Viburnum microcarpum</i> Schltldl. & Cham.	33	0.034	-3.391	-0.114
13	<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schltldl. & Cham.	77	0.079	-2.544	-0.200
Total		980	1		$H' 1.943$

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Tabla 17. Índices de diversidad de especies arbóreas.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	13
$H'$ calculada	1.943
$H'$ máxima = Ln S	2.565
Equidad (J') = $H'/H'$ máxima	0.758



Índice	Valores obtenidos
H' máxima - H' calculada	0.622

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En las siguientes tablas se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 16 sitios de muestreo. En general, los valores muestran que en algunos sitios se presenta mayor riqueza, mostrándose significativos entre ellos; sin embargo, los sitios M8 (H' 0.421), M4 (H' 0.414) y M5 (H' 0.393) presentan los valores más altos de diversidad, el resto se muestran homogéneos; la mayor equidad es para el sitio M9 (J' 0.365) presentando los valores más altos.

Tabla 18. Diversidad por sitio de muestreo del M1 al M8 (AR).

Índice	Valores obtenidos							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Riqueza S	3	2	4	6	6	6	7	6
H'calculada	0.140	0.090	0.299	0.414	0.393	0.243	0.364	0.421
H'máxima = Ln S	1.099	0.693	1.386	1.792	1.792	1.792	1.946	1.792
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.127	0.130	0.216	0.231	0.219	0.136	0.187	0.235
H' máxima - H' calculada	0.959	0.603	1.087	1.378	1.399	1.549	1.582	1.371

Tabla 19. Diversidad por sitio de muestreo del M9 AL M16 (AR).

Índice	Valores obtenidos							
	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
Riqueza S	2	3	2	3	2	3	3	4
H'calculada	0.253	0.218	0.057	0.122	0.177	0.217	0.183	0.298
H'máxima = Ln S	0.693	1.099	0.693	1.099	0.693	1.099	1.099	1.386
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.365	0.198	0.082	0.111	0.255	0.198	0.167	0.215
H' máxima - H' calculada	0.440	0.881	0.636	0.977	0.516	0.882	0.916	1.088

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución en la (VS/BMM), los análisis obtenidos muestran una diversidad media de especies para los árboles (AR).

- **Arbustos (AB)**

Las diferentes especies identificadas en los 16 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 16 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.941, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es baja, haciendo notar que todas las especies no son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 2.773 y la H' calculada de 2.608 lo que indica que las especies tienen una diversidad media; en la zona de estudio cada vez son menos las superficies con

vegetación natural, donde las coberturas observadas están totalmente asociadas a la VS/BMM, ver tabla siguiente.

Tabla 20. Diversidad de especies (AB).

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	11	0.023	-3.774	-0.087
2	<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers.	18	0.038	-3.281	-0.123
3	<i>Clethra pringlei</i> S.Watson.	12	0.025	-3.687	-0.092
4	<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don.	33	0.069	-2.675	-0.184
5	<i>Cornus excelsa</i> Kunth.	16	0.033	-3.399	-0.114
6	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	40	0.084	-2.483	-0.207
7	<i>Montanoa leucantha</i> (Lag.) S.F. Blake.	18	0.038	-3.281	-0.123
8	<i>Piper aduncum</i> L.	45	0.094	-2.365	-0.222
9	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	70	0.146	-1.923	-0.281
10	<i>Solanum americanum</i> Mill.	19	0.040	-3.227	-0.128
11	<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp.	65	0.136	-1.997	-0.271
12	<i>Solanum chrysotrichum</i> Schtdl.	21	0.044	-3.127	-0.137
13	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	34	0.071	-2.645	-0.188
14	<i>Verbesina turbacensis</i> Kunth.	22	0.046	-3.081	-0.141
15	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H.Rob.	43	0.090	-2.411	-0.216
16	<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schtdl. & Cham.	12	0.025	-3.687	-0.092
<b>Total</b>		<b>479</b>	<b>1</b>		<b>H' 2.608</b>

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Tabla 21. Índices de diversidad de especies arbustivas.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	16
H'calculada	2.608
H'máxima = Ln S	2.773
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.941
H' máxima - H' calculada	0.164

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En las siguientes tablas se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 16 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. El sitio M7 (H' 0.691) presenta altos valores de diversidad y para el caso de la equidad los valores más altos fueron nuevamente para M7 (J'

0.386), el resto presenta valores homogéneos entre los sitios de muestreo, ya que en la mayor parte de los sitios solo se registró una sola especie.

Tabla 22. Diversidad por sitio de muestreo del M1 al M8 (AB).

Índice	Valores obtenidos							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Riqueza S	1	1	1	1	1	1	6	2
H'calculada	0.040	0.146	0.087	0.092	0.154	0.146	0.691	0.178
H'máxima = Ln S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.792	0.693
Equidad (J') = H'/H'máxima	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.386	0.257
H' máxima - H' calculada	-	-	-	-	-0.154	-0.146	1.101	0.515

Tabla 23. Diversidad por sitio de muestreo del M9 al M16 (AB).

Índice	Valores obtenidos							
	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
Riqueza S	1	2	2	1	4	1	3	2
H'calculada	0.068	0.196	0.179	0.141	0.625	0.114	0.267	0.167
H'máxima = Ln S	0.000	0.693	0.693	0.000	1.386	0.000	1.099	0.693
Equidad (J') = H'/H'máxima	0.000	0.283	0.258	0.000	0.451	0.000	0.243	0.241
H' máxima - H' calculada	-	0.497	0.514	-	0.761	-0.114	0.832	0.526

De forma general, las especies identificadas en los sitios de muestreo tienen una amplia distribución como parte de arbustos pioneros al disturbio, formando parte de especies que se desarrollan en fase inicial en sitios perturbados. Los datos obtenidos muestran que existe una diversidad media de especies.

- **Herbáceas (HI)**

Las diferentes especies identificadas en los 16 sitios de muestreo, poseen una riqueza específica de 7 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.818, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes es muy baja, haciendo notar que todas las especies son igualmente abundantes. La máxima diversidad fue de 1.946 y la H' calculada de 1.591 lo que indica que las especies tienen una diversidad media; sin embargo, es probable que conforme se aumenten los sitios de muestreo estos valores tiendan alcanzar la máxima diversidad. Ver tabla siguiente.

Tabla 24. Diversidad de especies (HI).

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	<i>Acmella repens</i> (Walter) Rich. ex Pers.	38	0.244	-1.412	-0.344
2	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	5	0.032	-3.440	-0.110
3	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. ex Rich.) DC.	21	0.135	-2.005	-0.270
4	<i>Panicum viscidellum</i> Scribn.	17	0.109	-2.217	-0.242
5	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	62	0.397	-0.923	-0.367
6	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon.	9	0.058	-2.853	-0.165
7	<i>Verbesina turbacensis</i> Kunth.	4	0.026	-3.664	-0.094
<b>Total</b>		<b>156</b>	<b>1</b>		<b>H' 1.591</b>

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Tabla 25. Índices de diversidad de especies herbáceas.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	7
H'calculada	1.591
H'máxima = Ln S	1.946
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.818
H' máxima - H' calculada	0.355

En este mismo sentido, se realizó una comparación por sitio de muestreo para conocer si existen cambios significativos entre ellos. En las siguientes tablas se muestran los valores de diversidad y equidad de especies para los 8 sitios de muestreo. En general, los valores fueron muy similares para todos los sitios, no mostrándose significativos entre ellos. El sitio M10 (H' 0.400) y M11 (H' 0.332) presentan altos valores de diversidad y para el caso de la equidad los valores más altos fueron para M7 (J' 0.316), el resto presenta valores homogéneos entre los sitios de muestreo, ya que en la mayor parte de los sitios solo se registró una sola especie.

Tabla 26. Diversidad por sitio de muestreo del M1 al M8 (HI).

Índice	Valores obtenidos							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Riqueza S	1	2	2	1	1	1	2	3
H'calculada	0.125	0.132	0.126	0.076	0.094	0.112	0.219	0.320
H'máxima = Ln S	0.000	0.693	0.693	0.000	0.000	0.000	0.693	1.099
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.000	0.190	0.182	0.000	0.000	0.000	0.316	0.291
H' máxima - H' calculada	-0.125	0.561	0.567	-0.076	-0.094	-0.112	0.474	0.779

Tabla 27. Diversidad por sitio de muestreo del M9 al M16 (HI).

Índice	Valores obtenidos							
	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
Riqueza S	2	4	4	1	1	3	3	3
H'calculada	0.132	0.400	0.332	0.110	0.094	0.260	0.298	0.168
H'máxima = Ln S	0.693	1.386	1.386	0.000	0.000	1.099	1.099	1.099
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.190	0.289	0.239	0.000	0.000	0.237	0.271	0.153
H' máxima - H' calculada	0.561	0.986	1.054	-0.110	-0.094	0.839	0.801	0.931

### Discusión de los datos obtenidos

Finalmente, la siguiente tabla muestra un resumen de los resultados obtenidos para los diferentes estratos evaluados (AR/AB/HI).

Tabla 28. Diversidad por estrato (AR/AB/HI).

Índice	Valores obtenidos		
	AR	AB	HI
Riqueza S	13	16	7
H'calculada	1.943	2.608	1.591
H'máxima = Ln S	2.565	2.773	1.946
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.758	0.941	0.818
H' máxima - H' calculada	0.622	0.164	0.355

De forma general, las especies identificadas en los 16 sitios de muestreo y los diferentes estratos clasificados, tienen una amplia distribución en la VS/BMM, los análisis obtenidos muestran que en la zona muestreada existe una diversidad media de especies para (AR/AB/HI) y una alta abundancia de las mismas, para las herbáceas es muy frecuente observarlas ya que en algunas áreas dominan el sotobosque.



Imagen 40. Condiciones generales que se presentan en la VS/BMM dentro de la PPE.

Algunas zonas asignadas a un USVEG para INEGI, de hecho corresponden a otro donde la densidad, dominancia y frecuencia a nivel de especies es muy clara partiendo de los estratos a la composición; por otro lado, la escala del mapa de USVEG ha impedido que se represente un gran número de pequeños manchones de comunidades vegetales con diferentes categorías y usos de suelo muy marcados en la zona, cuya situación y extensión se conoció con más o menos exactitud debido a los recorridos realizados dentro de la PPE, a menudo esto ha obligado a recurrir a generalizaciones que no concuerdan con lo observado en campo. Por lo anterior, fue importante llevar a cabo procesos de fotointerpretación para conocer con mayor detalle aquellas áreas que aun presentan (VS/BMM) dentro de la PPE.

En el país se informa de la presencia de bosque mesófilo en poco más de 100 localidades distintas, lo que deja ver que este ecosistema se distribuye principalmente en fragmentos, también llamados 'parches' o 'manchones', cuyas dimensiones son variables, desde unas pocas hectáreas hasta decenas de miles de hectáreas (Challenger, 1998). Esta información nos permite coleccionar que, si bien el BMM sigue existiendo en casi todas las áreas correspondientes a su distribución natural, en muchas de ellas ha sido reducido a fragmentos muy pequeños o ha sufrido perturbaciones muy profundas (tal cual lo detectado dentro de la PPE).

Si bien el cambio antropogénico guarda semejanzas con el cambio natural, tiene diferencias importantes, de entre las que destaca tanto la magnitud como la tasa a la que ocurre. Asimismo, el cambio de uso y de cobertura del terreno pueden ser los factores antropogénicos de mayor impacto actual en los ecosistemas naturales (Dirzo y Raven, 2003), el bosque mesófilo de montaña (BMM) no es la excepción a estos impactos, a pesar de su particular valor ecológico y de los importantes servicios ambientales que provee. Todos los bosques de montaña tienen un papel importante tanto en el aporte de agua (en calidad y cantidad) como en el mantenimiento de los patrones naturales de flujo de los arroyos y ríos que nacen de ellos, de ahí recae la importancia de las medidas de mitigación que se proponen en la MIA, para poder reducir y atenuar los posibles impactos ambientales que pudiera generar el proyecto dentro del PPO donde se pretenden insertar los EP.

Por lo anterior, como medida de prevención y compensación dentro de la PPE se pretende la protección y conservación de 2 áreas de reserva, mismas que son denominadas (Zona de reserva A, 1.19 ha y Zona de reserva B, 3.28 ha). Las actividades de desmonte y despalme repercuten de manera negativa en el funcionamiento general del ecosistema local, por lo que es sumamente importante llevar a cabo proyectos sustentables que promuevan la protección y conservación de la biodiversidad; en este sentido, a pesar de que dentro de la PPO se pretende la afectación de VS/BMM en 1.17 ha donde se insertaran los EP, dentro de la PPE existen áreas que presentan una vegetación con mayor grado de conservación; sin embargo, en estas áreas se presentan problemas de tala clandestina, actividad que está provocando deforestación y pérdida de hábitat, razón por la cual se pretende el cuidado de esas áreas que serán destinadas como zona de reserva para lograr frenar la afectación del bosque y a la vez, poder ejecutar el proyecto salvaguardando estas áreas de su afectación por actividades ilícitas.

Lo anterior, podrá lograr un proyecto mayormente amigable con el medio ambiente; por un lado, el desarrollo y ejecución del proyecto, y por el otro la protección y conservación de áreas con bosque que están siendo afectadas ilegalmente, contribuyendo al cuidado y protección de áreas con vegetación forestal dentro de la PPE.

#### ***IV.3.1.2.2 Fauna***

México sin duda tiene una enorme representatividad a nivel mundial en el tema de la biodiversidad. En el caso puntual de los vertebrados, se coloca en posiciones muy importantes. Los mamíferos, por ejemplo, están representados por 564 especies tanto terrestres como marinos, riqueza superada solo por Indonesia y Brasil (Sánchez-Cordero y col., 2014). Por su parte, la riqueza de reptiles ocupa el segundo lugar con 864 especies, apenas por debajo de Australia, quien ostenta el primer lugar a nivel mundial (Flores-Villela y García-Vásquez, 2014). Para los anfibios, su lugar se encuentra en la quinta posición con un total de 376 especies de las cuales más del 50% son endémicas para el país (Parra-Olea y col., 2014). Y para las aves, su riqueza de especies asciende a 1150 especies aproximadamente ocupando el onceavo lugar a nivel global (Navarro-Sigüenza, 2014).

El estado de Puebla es uno de los más importantes por la amplia variedad de ecosistemas presentes. Actualmente la herpetofauna presente para el estado de Puebla presenta una total de 267 especies de las cuales 89 son anfibios y 178 reptiles (Woolrich-Piña y col., 2017). Por su lado, la avifauna suman

599 especies tanto residentes como migratorias (Hernández-Castán y col., 2013). Los mamíferos de Puebla están representados por 110 especies ocupando el lugar 14 a nivel nacional (Ceballos y Oliva, 2005).

### Metodología

#### *Trabajo de campo*

Para el registro de fauna silvestre, particularmente los grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se llevó a cabo una serie de procesos metodológicos específicos según el gremio del que se trate. Para ello se definieron tres sitios de muestreo para el polígono del proyecto, tratando de cubrir diversos elementos ambientales (particularmente la condición de la vegetación), de modo que fuera representativo de la superficie total. Otros tres sitios fueron seleccionados para el sistema ambiental con fines comparativos, tanto en términos de riqueza de especies como de diversidad y otros aspectos ecológicos. La localización de los sitios muestrales se indican en el siguiente mapa.

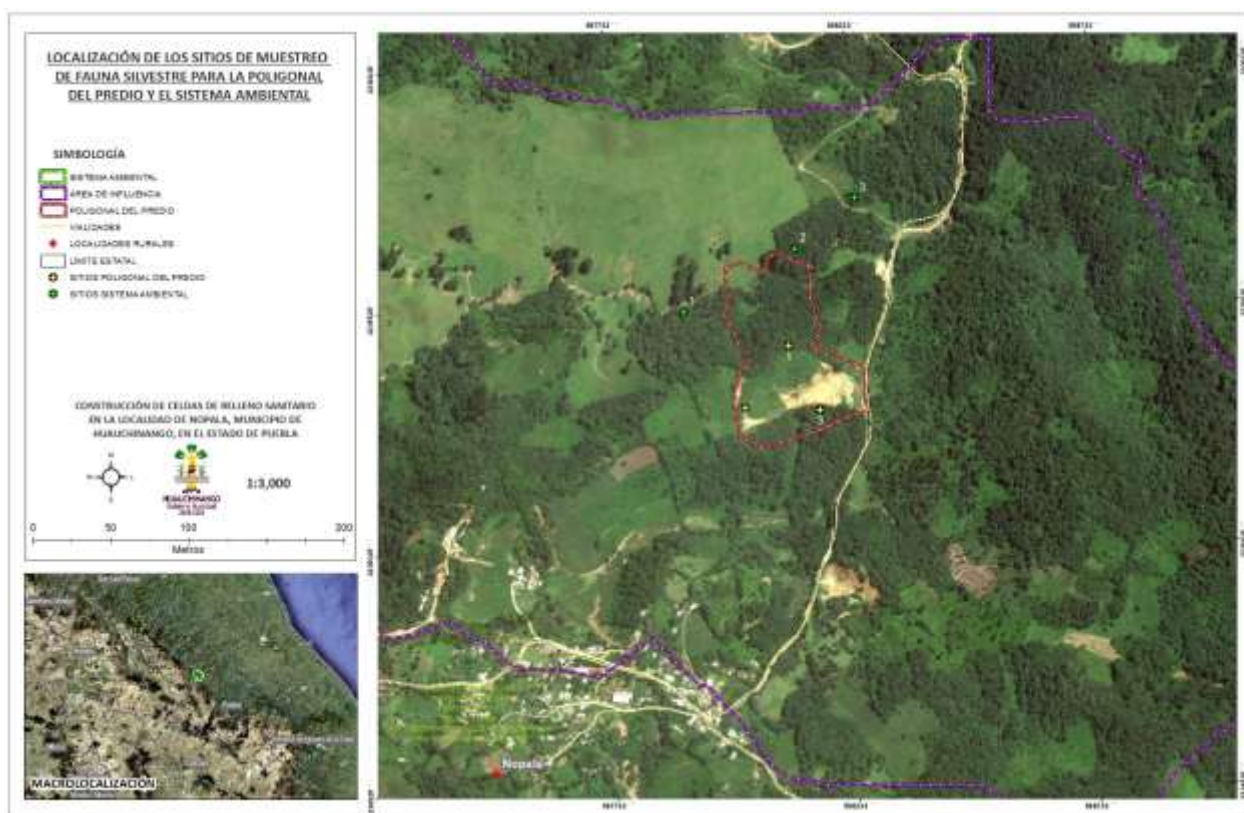


Imagen 41. Localización de los sitios de muestreo para el polígono del proyecto y el sistema ambiental.

- Anfibios y reptiles

Para el muestreo de anfibios y reptiles se definieron tres sitios de búsqueda para el polígono del proyecto y tres sitios para el sistema ambiental. Los muestreos fueron realizados por dos especialistas con un nivel de esfuerzo de 18 horas/hombre para el polígono del proyecto y la misma réplica para el



sistema ambiental. Cada sitio de muestreo presenta un radio de 20 metros (1,256.64 m<sup>2</sup>) en donde se ejecutaron búsquedas exhaustivas en todos los microambientes disponibles, por ejemplo, madrigueras, sitios rocosos, troncos caídos, sobre o bajo la corteza de árboles, entre la vegetación, en oquedades de árboles o rocas y en la hojarasca. Todos los muestreos fueron diurnos y se extendió la búsqueda de especies durante los traslados de un sitio a otro.



Imagen 42. Ejemplo de microambientes para la búsqueda de anfibios y reptiles.

Por otro lado, siempre que fue posible se capturó al menos un ejemplar por especie, con la finalidad de tomar fotografías de mayor calidad (los ejemplares fueron liberados al final de las tomas fotográficas en el mismo sitio de captura) como parte del material necesario para una correcta identificación en gabinete mediante literatura especializada (Casas y McCoy, 1979; Flores-Villela y col., 1995). Todos los ejemplares que fueron registrados se georreferenciaron y contabilizaron para su posterior análisis. En general las capturas fueron hechas mediante el uso de algunos instrumentos como ligas, ganchos y pinzas herpetológicas, o directamente con la mano.



Imagen 43. Equipo de campo general para el muestreo de anfibios y reptiles.

- Aves

Para el registro de aves se utilizaron los mismos sitios de muestreo definidos para la herpetofauna, solo que el radio muestral por sitio fue de 50 metros, en otras palabras se utilizó el método de puntos de radio fijo (Rappole y col., 1998), donde se contabilizaron todos los ejemplares registrados (visual o auditivamente) para su posterior análisis (imagen 45). Evidentemente también se puso atención en la obtención de nuevos registros durante el traslado de un sitio de conteo a otro. Este procedimiento metodológico fue realizado por dos especialistas en horario diurno (durante la mañana y al atardecer) con un nivel de esfuerzo de 16 horas/hombre para el polígono del proyecto y una réplica para el sistema ambiental. Todos los registros visuales (con binoculares y cámaras profesionales) fueron corroborados en campo y gabinete mediante el uso de guías de campo (Howell y Webb, 2005; Van-Perlo, 2006; Dunn y Alderfer, 2011).



Imagen 44. Equipo de campo general para el muestreo de aves.



Imagen 45. Toma de evidencias fotográficas para la corroboración de especies.

- Mamíferos

Para el caso de los mamíferos se establecieron dos técnicas de obtención de registros, la primera corresponde a los registros directos y se refiere a la búsqueda activa de especímenes utilizando binoculares y cámaras réflex para una mayor precisión en la toma de datos. Y la segunda técnica corresponde a los registros indirectos que se pueden obtener mediante huellas y otros rastros, a los

cuales es importante capturar mediante fotografías para su posterior y correcta identificación en gabinete (Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012). En todos los casos se tomaron las coordenadas de los registros encontrados para su posterior mapeo. Estos procedimientos se realizaron en los sitios de muestreo seleccionados para todos los vertebrados terrestre tanto en el polígono del proyecto (PP) como en el sistema ambiental (SA), y también se realizaron búsquedas de mamíferos en el traslado de un sitio de muestreo a otro. Los muestreos fueron realizados por dos especialistas con un nivel de esfuerzo de 16 horas/hombre para el PP y una réplica para el SA. El equipo de campo para el muestreo de mamíferos se compone principalmente de cámaras réflex, lámparas, binoculares, GPS, tripie, flash y guías de campo (imagen 46).



Imagen 46. Equipo de campo general para el muestreo de mamíferos.

#### *Tratamiento de los datos obtenidos*

Con la información obtenida en campo se realizaron algunos cálculos y procedimientos ecológicos con el objetivo de tener un primer acercamiento en el conocimiento de los vertebrados terrestres que ocurren en el polígono del proyecto (PP) y en la zona del sistema ambiental (SA), y estimar con ello, algunos impactos ambientales que podría generar el presente proyecto y sus implicaciones sobre la fauna silvestre.

Los procedimientos ecológicos se aplicaron a los diferentes grupos de vertebrados según la cantidad de información que fue posible generar durante los muestreos. Así entonces, la riqueza de especies se calculó a través del número de especies presentes dentro de los sitios de muestreo, así como durante los traslados de un sitio a otro dentro del PP. Por su parte, la abundancia cuantitativa corresponde al número de ejemplares registrados por especie solo para los sitios de muestreo. De este modo, la representación cualitativa de las abundancias de las especies presentan variaciones en sus rangos según el grupo faunístico del que se trate, así como del autor; para el presente estudio en el caso de

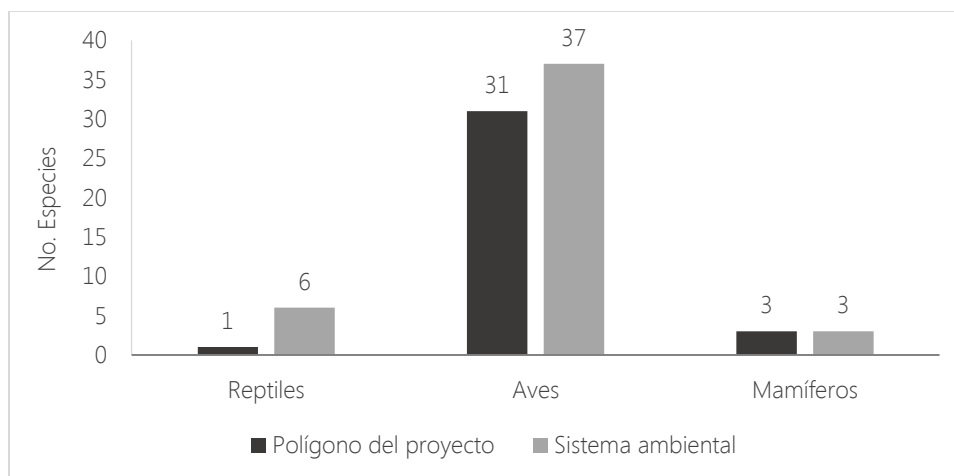
la herpetofauna se siguieron las indicaciones de Cox (1990) y Padilla (1996) que muestran como especie rara (R) aquella con registros de uno o dos ejemplares; especie moderadamente abundante (M) aquella de tres a cinco registros; y especie abundante (AB) aquella con seis o más registros. En el caso de aves y mamíferos se plantearon las abundancias cualitativas acorde con Ramírez-González (2006) que indica como especie rara (R) aquella con uno o dos registros, especie ocasional (O) de tres a cinco registros, especie frecuente (F) de cinco a 10 registros y especie abundante (AB) mayor a 10 registros. Para el cálculo de la diversidad de especies se midió a través del índice de Shannon (H'), utilizando el programa DIVERS (Franja, 1993). Este índice tiene una fuerte respuesta a la equidad, de modo que toma en cuenta no solo las abundancias de las especies, sino también que tan uniformemente se encuentran distribuidas.

Finalmente de manera complementaria se realizó una búsqueda bibliográfica de especies de vertebrados terrestres que potencialmente pudieran estar presentes (espacial y temporalmente) a nivel del polígono del predio y zonas aledañas (Ceballos y Oliva, 2005; Howell y Webb, 2005; Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2006; Woolrich-Piña y col., 2017; López-Becerra y Barrón-Sevilla, 2018).

## Resultados

### *Panorama general en el polígono del proyecto (PP) y en el sistema ambiental (SA)*

El polígono del proyecto (PP) se compone, según los muestreos realizados, de un total de 35 especies de vertebrados terrestres divididos en un reptil, 31 aves y tres mamíferos. Por su parte, para el sistema ambiental (SA) se generó un listado de 46 especies de vertebrados, de los cuales seis son reptiles, 37 aves y tres mamíferos. Evidentemente las aves fueron el grupo más dominante para ambos casos, mientras que los anfibios resultaron ausentes durante los muestreos, sin embargo, existe una mayor posibilidad de ser hallados principalmente fuera de la época invernal, pues existen condiciones ambientales, tanto dentro del PP como en el SA que favorecen su presencia. Incluso en ecosistemas de bosque mesófilo se suelen encontrar ejemplares de anfibios en actividad durante el invierno aunque con menor frecuencia, lo que repercute en un incremento considerable en el nivel de esfuerzo de muestreo.



Gráfica 29. Riqueza de especies de los vertebrados terrestres registrados en el polígono del proyecto y el sistema ambiental.

### Herpetofauna

La herpetofauna registrada durante los muestreos se limita solo al grupo de los reptiles (tabla 29). De las seis especies encontradas, únicamente la lagartija espinosa vientre rosado (*Sceloporus variabilis*) fue observada dentro del polígono del proyecto, es decir, la representatividad de los reptiles en el PP fue muy baja. No obstante en el sistema ambiental se lograron obtener registros de seis especies de reptiles de las cuales cinco son lagartijas y una es una serpiente. Esta última corresponde a la culebra parda (*Storeria dekayi*), que al igual que la lagartija espinosa vientre rosado (*S. variabilis*) y la lagartija de mezquite (*Sceloporus grammicus*), presentan amplias distribuciones tanto a nivel nacional como fuera del país, es decir, son especies no endémicas para México. Por su parte las especies endémicas a México son la lagartija espinosa de grieta (*Sceloporus mucronatus*), el lagarto alicante de las montañas (*Barisia imbricata*) y el dragoncito del sur de la Sierra Madre Occidental (*Abronia graminea*) (imagen 47).

Tabla 29. Listado herpetofaunístico generado durante los muestreos de campo. Se indica la categoría de endemismo, la categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el lugar de registro. E: Endémica; NE: No endémica; A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; PP: Polígono del proyecto; SA: Sistema ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lugar de registro	
					PP	SA
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija de mezquite	NE	Pr		x
	<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija espinosa de grieta	E	---		x
	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	NE	---	x	x
Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante de las montañas	E	Pr		x
	<i>Abronia graminea</i>	Dragoncito del sur de la SMO	E	A		x

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lugar de registro	
					PP	SA
Colubridae	<i>Storeria dekayi</i>	Culebra parda	NE	---		x

Cabe destacar que de las seis especies de reptiles encontradas, tres de ellas (50%) están incluidas en la lista de especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, la lagartija de mezquite (*S. grammicus*) y el lagarto alicante de las montañas (*B. imbricata*) con el estatus Sujetas a Protección Especial (Pr), y el dragoncito del sur de la Sierra Madre Oriental (*A. graminea*) catalogado como especie Amenazada (A).



Imagen 47. Especies de herpetofauna registradas en el polígono del proyecto y el sistema ambiental. A: *Sceloporus grammicus*, B: *Sceloporus mucronatus*, C: *Sceloporus variabilis*, D: *Barisia imbricata*, E: *Abronia graminea*, F: *Storeria dekayi*.

El número total de ejemplares hallados en el PP suman cuatro, de los cuales dos fueron encontrados en el sitio 1, y un ejemplar para cada uno de los sitios 2 y 3. Esto sitúa a la lagartija espinosa vientre rosado como una especie moderadamente abundante para el PP, resultando con esta misma condición en el SA con tres ejemplares hallados. Las especies restantes en el SA resultaron raras con registros de uno o dos ejemplares por especie. Sin lugar a dudas, estos valores bajos en las abundancias, son el reflejo, en parte, por las condiciones invernales, aunque el deterioro ambiental, desde un panorama general, repercute negativamente, en cierta medida, sobre las poblaciones de las especies.

Tabla 30. Abundancias para las diferentes especies de herpetofauna registradas en el polígono del proyecto y el sistema ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia cuantitativa						Abundancia cualitativa	
			Sitios/polígono del proyecto			Sitios/sistema ambiental			Polígono del proyecto	Sistema ambiental
			1	2	3	1	2	3		
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija de mezquite	0	0	0	1	0	1	---	R
	<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija espinosa de grieta	0	0	0	0	1	0	---	R
	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	2	1	1	0	2	1	M	M
Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante de las montañas	0	0	0	1	0	0	---	R
	<i>Abronia graminea</i>	Dragoncito del sur de la SMO	0	0	0	0	1	0	---	R
Colubridae	<i>Storeria dekayi</i>	Culebra parda	0	0	0	0	0	1	---	R

La distribución espacial de las especies, ayudan a entender en parte, el uso de los hábitats. Por ejemplo, en el siguiente mapa (48) se nota con claridad como la lagartija espinosa de vientre rosado (*Sceloporus variabilis*), además de haber sido la más abundante, también cubre la mayor extensión de terreno de entre todas las especies registradas. Otro aspecto importante a remarcar, es que dicha especie se pudo registrar tanto en áreas forestales como en áreas altamente impactadas, a diferencia de las especies restantes que solo fueron encontradas en sitios con una buena cobertura vegetal.

Cabe destacar que la parte norte de la poligonal del predio presenta una cobertura forestal interesante en términos paisajísticos y ecológicos, pues se encuentra conectada con otras áreas igualmente forestales, que en teoría permiten soportar una mayor riqueza de fauna silvestre y su cambio de uso de suelo, traería consigo impactos locales, de importante envergadura por efecto de la fragmentación y pérdida de hábitats.



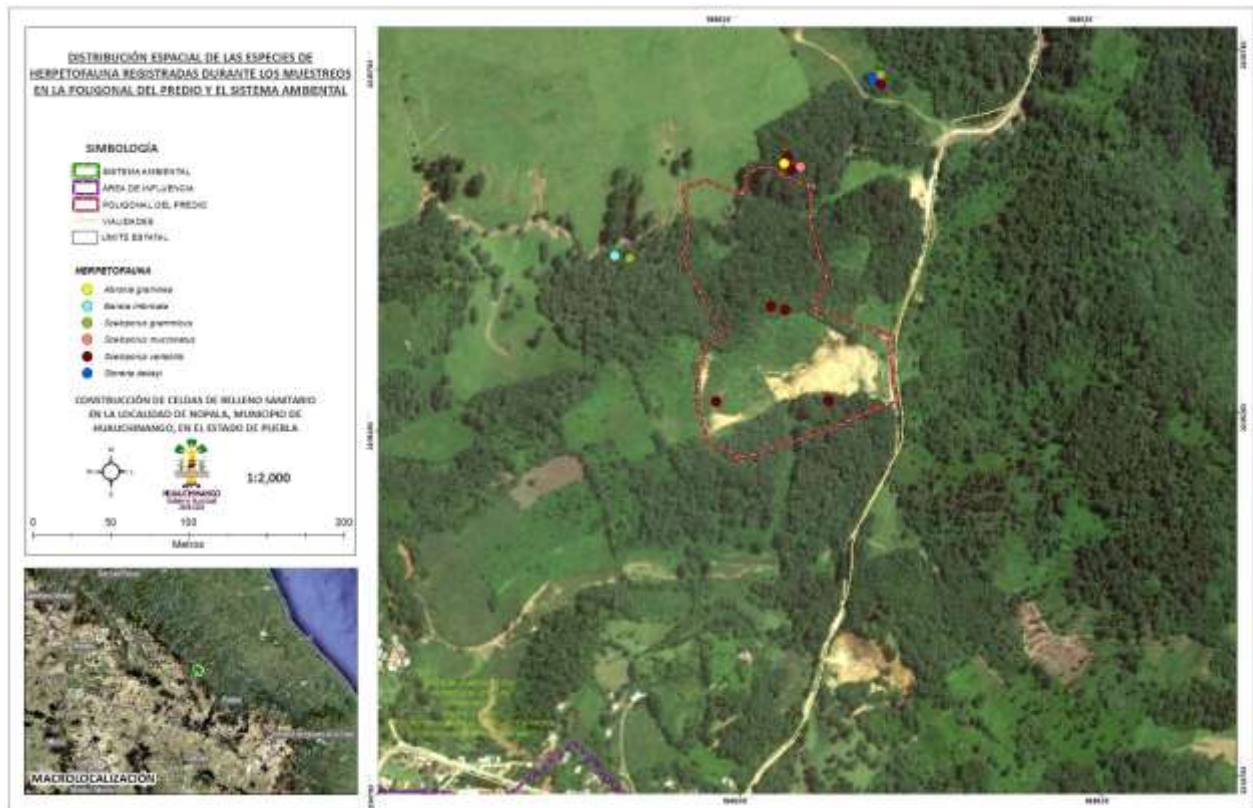
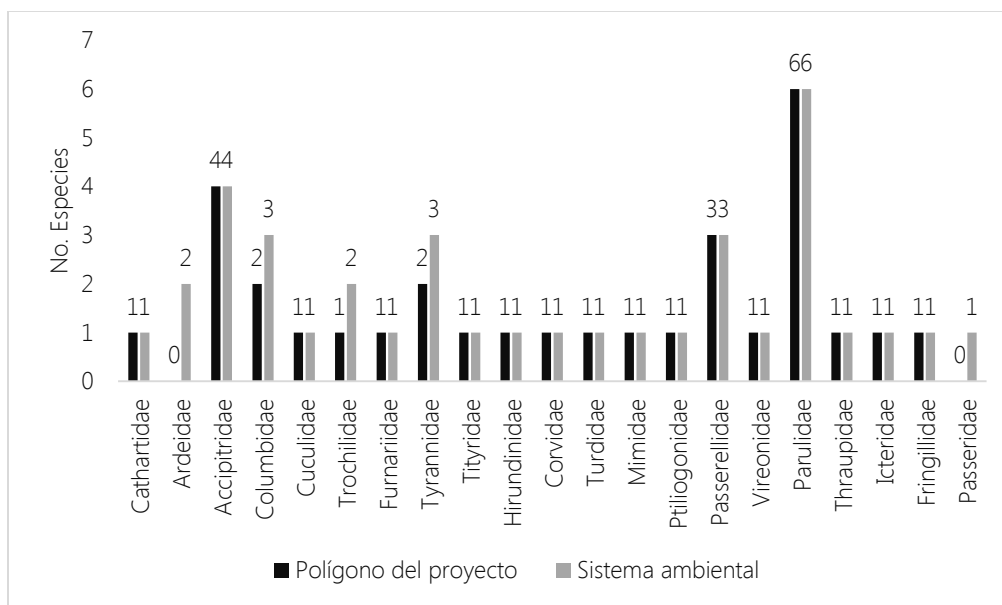


Imagen 48. Distribución espacial de las especies de herpetofauna registradas en la poligonal del predio y el sistema ambiental.

### Aves

Se registraron para el polígono del proyecto 31 especies de aves divididas en 19 familias, de las cuales Accipitridae y Parulidae fueron las mejor representadas con cuatro y seis especies respectivamente. Para el sistema ambiental el total de especies asciende a 37 distribuidas en 21 familias, incluyendo todas las reportadas para el PP (19). Las familias Ardeidae y Passeridae solo se encontraron en el SA. Cabe mencionar que la representatividad de las familias según su número de especies encontradas coincide con lo reportado para el PP. En otras palabras, en términos de la composición de aves para el PP y el SA, la similitud es muy alta, denotando en cierta medida la buena adaptabilidad y rápido desplazamiento que presentan las aves para ir de un sitio forestal a otro, a través de áreas abiertas o con algún nivel de deterioro.



Gráfica 30. Número de especies de aves por familia para el polígono del proyecto y el sistema ambiental.

En el tema de los endemismos, se registraron tres especies con categoría de endémicas para el país (*Melanotis caerulescens*, *Atlapetes albinucha* y *Atlapetes pileatus*), es decir, solo se distribuyen en México. Las no endémicas fueron las más numerosas, en el caso del PP fueron 26 especies, mientras que para el SA fueron 30 especies, algunos ejemplos son: *Buteo jamaicensis*, *Piaya cayana* y *Psilorhinus morio*. Las especies cuasiendémicas fueron únicamente dos, *Ptiliogonys cinereus* y *Basileuterus rufifrons*. Y finalmente se registraron también dos especies con categoría de exóticas, ambas encontradas solo en el SA: *Columba livia* y *Passer domesticus*.

Por otra parte, para el PP se registraron 26 especies residentes y cinco migratorias de invierno, mientras que para el SA las especies residentes llegan a 32 y las migratorias de invierno son igualmente cinco como en el PP.

Tabla 31. Listado avifaunístico generado durante los muestreos de campo. Se indica la categoría de endemismo, la categoría de permanencia, el estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el lugar de registro. E: Endémica; NE: No endémica; CE: Cuasiendémica; Ex: Exótica; R: Residente; MI: Migratoria de invierno; Pr: Sujeta a Protección Especial; PP: Polígono del proyecto; SA: Sistema ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	Categoría de permanencia	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lugar de registro	
						pp	SA
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	NE	R	---	x	x
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	NE	R	---		x
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	NE	R	---		x
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	NE	R	Pr	x	x
	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguiluilla aura	NE	R	Pr	x	x
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	NE	R	---	x	x
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguiluilla caminera	NE	R	---	x	x
	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	Ex	R	---		x
Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	NE	R	---	x	x
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	NE	R	---	x	x
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo canelo	NE	R	---	x	x
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	NE	MI	---	x	x

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	Categoría de permanencia	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lugar de registro	
						PP	SA
	<i>Lampornis amethystynus</i>	Colibrí garganta amatista	NE	R	---		x
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	NE	R	---	x	x
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas chico	NE	MI	---	x	x
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	NE	R	---	x	x
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	NE	R	---		x
Tityridae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	NE	R	---	x	x
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	NE	R	---	x	x
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea	NE	R	---	x	x
Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	NE	R	Pr	x	x
Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	E	R	---	x	x
Ptiliogonidae	<i>Ptiliogonys cinereus</i>	Capulnero gris	CE	R	---	x	x
	<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero canelo	NE	R	---	x	x
Passerellidae	<i>Atlapetes albinucha</i>	Atlapetes nuca blanca	E	R	---	x	x
	<i>Atlapetes pileatus</i>	Rascador gorra canela	E	R	---	x	x
	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	NE	R	---	x	x
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	NE	MI	---	x	x
	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	CE	R	---	x	x
	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito alas blancas	NE	R	---	x	x
	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	NE	MI	---	x	x
	<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Chipe cejas blancas	NE	R	---	x	x
	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	NE	MI	---	x	x
Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	NE	R	---	x	x
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	NE	R	---	x	x
Fringillidae	<i>Spinus notatus</i>	Jilguerito encapuchado	NE	R	---	x	x
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	Ex	R	---		x

Del total de especies registradas se tiene que tres de estas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría Sujetas a Protección Especial (Pr). Las especies son: el gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*), el aguililla aura (*Buteo albonotatus*) y el clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*). Las tres especies resultaron raras durante los muestreos de modo que se resalta de algún modo su carácter de vulnerabilidad. No obstante todas las especies registradas juegan roles fundamentales en las interacciones ecológicas, por lo cual es importante atender de modo oportuno y correcto todas las medidas ambientales derivadas de la presente MIA-P.



Imagen 49. Especies de aves con categoría de riesgo registradas en el polígono del proyecto y el sistema ambiental. A: *Buteo albonotatus*; B: *Accipiter striatus*; C: *Myadestes occidentalis*.

De acuerdo a los conteos de aves en los distintos sitios de muestreo se tiene un registro de 87 individuos repartidos en 31 especies para el PP, mientras que para el SA la abundancia total es de 143 ejemplares divididos en 37 especies. En general las especies abundantes son solo tres: *Oreothlypis superciliosa*, *Sporophila torqueola* y *Spinus notatus*. Entre las especies frecuentes se pueden citar a *Cardelina pusilla*, *Setophaga virens* y *Myiozetetes similis*. Por otro lado están las especies ocasionales por ejemplo, *Zenaida asiatica*, *Empidonax minimus* y *Atlapetes albinucha* por mencionar algunas. Y por último están las especies raras que son las mejor representadas tanto en el PP como en el SA con registros de 16 y 19 especies respectivamente; algunas de especies de éstas son: *Buteo jamaicensis*, *Patagioenas flavirostris*, *Pachyramphus aglaiae* y *Ptiliogonys cinereus*.

Tabla 32. Abundancias para las diferentes especies de aves registradas en el polígono del proyecto y el sistema ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia cuantitativa						Abundancia cualitativa	
			Sitios/polígono del proyecto			Sitios/sistema ambiental			Polígono del proyecto	Sistema ambiental
			1	2	3	1	2	3		
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	1	2	1	1	1	0	O	R
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	0	0	0	0	0	1	---	R
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	0	0	0	0	0	1	---	R
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	1	0	0	1	0	0	R	R
	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	1	0	0	1	0	0	R	R
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	0	1	0	0	0	1	R	R
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	0	1	1	1	1	R	O
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	0	0	0	0	0	2	---	R
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	0	1	0	0	0	2	R	R
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	1	2	0	2	2	1	O	O
Cuculidae	<i>Playa cayana</i>	Cuculillo canelo	1	0	1	1	2	1	R	O
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	0	0	1	1	0	1	R	R
	<i>Lampornis amethystynus</i>	Colibrí garganta amatista	0	0	0	0	0	1	---	R
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	1	0	0	1	1	0	R	R
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas chico	1	1	1	1	2	1	O	O
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2	1	1	1	2	3	O	F
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	0	0	0	0	0	1	---	R
Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	0	1	1	1	1	0	R	R
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	0	2	1	1	2	3	O	F
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea	0	0	3	0	2	4	O	F
Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	0	0	1	1	1	0	R	R
Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	0	0	1	1	0	0	R	R
Ptiliongonidae	<i>Ptiliogonys cinereus</i>	Capulinerio gris	0	1	0	0	0	1	R	R
Passerellidae	<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero canelo	2	1	0	0	1	3	O	O
	<i>Atlapetes albinucha</i>	Atlapetes nuca blanca	1	0	2	1	1	2	O	O
Vireonidae	<i>Atlapetes pileatus</i>	Rascador gorra canela	0	0	1	0	1	0	R	R
	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	3	0	1	2	1	0	O	O
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	2	1	4	3	3	2	F	F
	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	1	0	1	2	1	1	R	O
	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito alas blancas	2	0	0	1	2	1	R	O
	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	2	0	1	1	1	0	O	R
	<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Chipe cejas blancas	4	3	1	5	7	3	F	AB
Thraupidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	1	2	1	2	2	4	O	F
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	2	1	3	3	5	3	F	AB
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	0	2	0	0	0	4	R	O
Fringillidae	<i>Spinus notatus</i>	Jilguerito encapuchado	2	3	2	5	8	3	F	AB
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	0	0	0	0	0	2	---	R

En resumen, para el polígono del proyecto se contabilizaron 87 ejemplares de 31 especies de aves, y para el sistema ambiental el registro de individuos alcanzó los 143 repartidas en 37 especies. Bajo el contexto de riqueza y abundancia de aves para el PP y SA se calculó la diversidad a través del índice de Shannon, el cual muestra un valor de  $H'$ : 3.22 para el PP y  $H'$ : 3.26 para el SA. En este caso el valor del SA es ligeramente superior al obtenido para el PP, ambos considerados como valores de diversidad media, lo que está en concordancia con la condición ambiental de la zona, es decir, se pueden observar áreas ampliamente devastadas, así como zonas donde la vegetación presenta importantes coberturas, que se traducen como parches de hábitats naturales.

Tabla 33. Datos ecológicos generales para el polígono del proyecto y el sistema ambiental.

Sitios	Número de especies	Abundancia total	Shannon ( $H'$ )	Uniformidad (E)
Polígono del proyecto	31	87	3.22	0.93
Sistema ambiental	37	143	3.26	0.90

### Mamíferos

Los mamíferos fueron el grupo con menor representación durante los muestreos, pues solo se registraron tres especies de manera indirecta, todas ellas tanto en la poligonal del predio como en el sistema ambiental. Las tres especies presentan amplias distribuciones de manera natural, incluso fuera de México, lo que les repercute una condición de no endémicas para el país. En otras palabras se trata de especies comunes con amplias adaptaciones a ecosistemas alterados.

Según la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 ninguna de las tres especies que aquí se reportan se encuentra incluida como especie con algún estatus de riesgo, no obstante forman parte de los elementos naturales de la región, y juegan roles fundamentales en las interacciones ecológicas.

Tabla 34. Listado mastofaunístico generado durante los muestreos de campo. Se indica la categoría de endemismo, el estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el lugar de registro. NE: No endémica; PP: Polígono del proyecto; SA: Sistema ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lugar de registro	
					PP	SA
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	NE	---	x	x
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	NE	---	x	x
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	NE	---	x	x

Como ya se mencionó, los registros fueron realizados a través de métodos indirectos, en este caso por hallazgos de excretas, pues resulta una de las formas más comunes de evidenciar la presencia de mamíferos, ya que se trata de un gremio faunístico naturalmente esquivo y muchas especies de ellas de actividad nocturna, haciendo más difícil su observación directa. En el siguiente grupo de imágenes se observan parte de las evidencia indirectas encontradas.



Imagen 50. Rastros de las especies de mamíferos registrados en el polígono del proyecto y el sistema ambiental. A: *Bassariscus astutus*; B: *Urocyon cinereoargenteus*; C: *Sylvilagus floridanus*.

En general las tres especies resultaron raras, obteniéndose registros de individuos entre uno y dos por especie. Para el PP se obtuvieron dos registros de conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*), uno de cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y uno de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Para el SA el número de registros fue el mismo que en el PP a excepción de la zorra gris de la cual se encontraron dos excretas en puntos diferentes.

Tabla 35. Abundancias para las diferentes especies de mamíferos registrados en el polígono del proyecto y el sistema ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia cuantitativa						Abundancia cualitativa	
			Sitios/polígono del proyecto			Sitios/sistema ambiental			Polígono del proyecto	Sistema ambiental
			1	2	3	1	2	3		
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	0	0	1	0	1	1	R	R
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	0	1	0	1	0	0	R	R
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	1	1	0	0	1	1	R	R

En términos espaciales el conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) tuvo la mayor amplitud, mientras que el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) tuvo la menor distribución. Las tres especies tuvieron registros tanto en áreas forestales como en zonas degradadas asociadas a terrenos abiertos o con vegetación secundaria pionera, de modo que se trata de especies comunes que suelen ocupar ambientes tanto conservados como alterados. A nivel paisajístico, la zona norte de la poligonal del predio es la más importante por su nivel de conectividad, y aunque las tres especies que aquí se reportan, son muy adaptables, un cambio de uso de suelo traería problemas ecológicos locales por la fragmentación y pérdida de hábitats, principalmente para especies menos tolerantes al disturbio.



Imagen 51. Distribución espacial de las especies de mamíferos registradas en la poligonal del predio y el sistema ambiental.

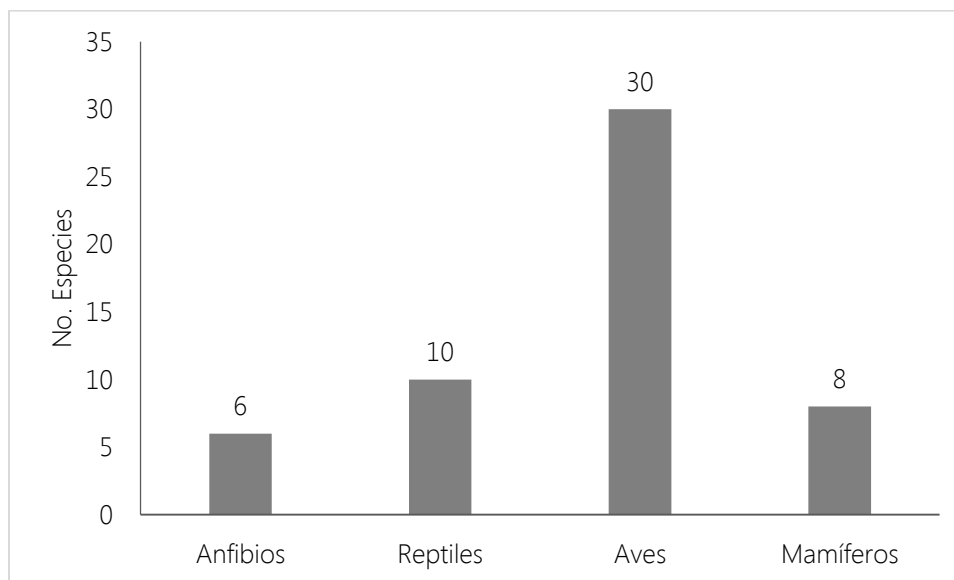
### *Vertebrados de probable ocurrencia*

Con base en la búsqueda bibliográfica, se espera la posibilidad de ocurrencia de 54 especies nuevas de vertebrados terrestres para el predio del proyecto y zonas aledañas (gráfica 31). Estas especies se dividen en seis anfibios, 10 reptiles, 30 aves y ocho mamíferos (ver anexo). Cabe destacar que gran parte de estas especies podrían encontrarse con mayor posibilidad en los remanentes de vegetación forestal, y en menor medida en áreas degradadas, pues muchas especies, en particular los anfibios, precisan de ambientes con características más favorables como una menor incidencia solar, elevada humedad ambiental y del suelo, temperaturas frescas y baja o nula velocidad del viento por mencionar algunos factores.

Por otra parte, los sitios impactados suelen ser más inhóspitos y con mayor riesgo de depredación, de modo que muchas especies suelen evitar áreas abiertas o de baja cobertura vegetal. Además la disponibilidad de recursos se reduce considerablemente, al igual que la riqueza de especies de fauna silvestre, observándose habitualmente solo aquellas que tienen buenas adaptaciones y que toman provecho de la baja competencia.

En este sentido, la riqueza de especies registrada en campo, más aquellas de probable ocurrencia suman un listado más completo y de gran importancia que revelan la diversidad de vertebrados terrestres de ecosistemas de bosque mesófilo de montaña y su prioridad de conservación, más aún

en el contexto de especies vulnerables, que suman una proporción relevante, principalmente en cuanto a herpetofauna se refiere.



Gráfica 31. Número de especies de probable ocurrencia para los distintos grupos de vertebrados terrestres.

### Conclusión

Se registraron para la poligonal del predio (PP) un total de 35 especies de vertebrados terrestres de los cuales se dividen en un reptil, 31 aves y tres mamíferos. Para el sistema ambiental (SA) el listado de vertebrados ascendió a 46 especies repartidas en seis reptiles, 37 aves y tres mamíferos. No se encontraron especies de anfibios, aunque las condiciones ambientales apuntan a una alta posibilidad de hallazgos fundamentalmente fuera de la época invernal. Del total de especies seis de ellas (tres reptiles y tres aves) se encuentran referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de riesgo. Todas fueron registradas en el SA y solo tres (aves) en el PP, aunque es posible la ocurrencia de otras especies en riesgo dentro de esta superficie. Es importante atender de manera correcta y oportuna todas las medidas ambientales que se establezcan en el capítulo VI de esta MIA-P para garantizar la reducción, prevención y compensación de los impactos a la vida silvestre de la región.

#### *IV.3.1.3 Descripción de la estructura y función del Sistema Ambiental (Ecosistemas)*

La importancia de los ecosistemas radica en la compleja dinámica que sus comunidades vegetales, animales, de microorganismos y su entorno abiótico, que le hace funcionar como una unidad funcional. Por tal razón, es importante identificar y describir de manera concreta los procesos y las funciones de los mismos, particularizando el análisis de aquellos procesos o de aquellas funciones que potencialmente, pudieran ser afectadas por el proyecto. Esto permitirá visualizar de manera objetiva cómo el proyecto puede afectar de forma positiva o negativa la dinámica antes citada.

Con la finalidad de tener un perfil de las áreas que ocupa el ecosistema asociado a la VS/BMM fue necesario definir los principales factores y procesos que inciden en su deterioro, transformación y mantenimiento. Para ello se consideraron cuatro criterios principales: *calidad, amenazas a la*



*permanencia y a la calidad y características sociales.* Se entiende por criterios a los componentes esenciales del mantenimiento de los bosques, incluyendo atributos de las áreas y los factores y procesos que inciden sobre la presencia y estado de la VS/BMM. El criterio (calidad) es afectado por los otros criterios. Los criterios comprenden a los indicadores, variables que permiten medir o inferir un criterio.

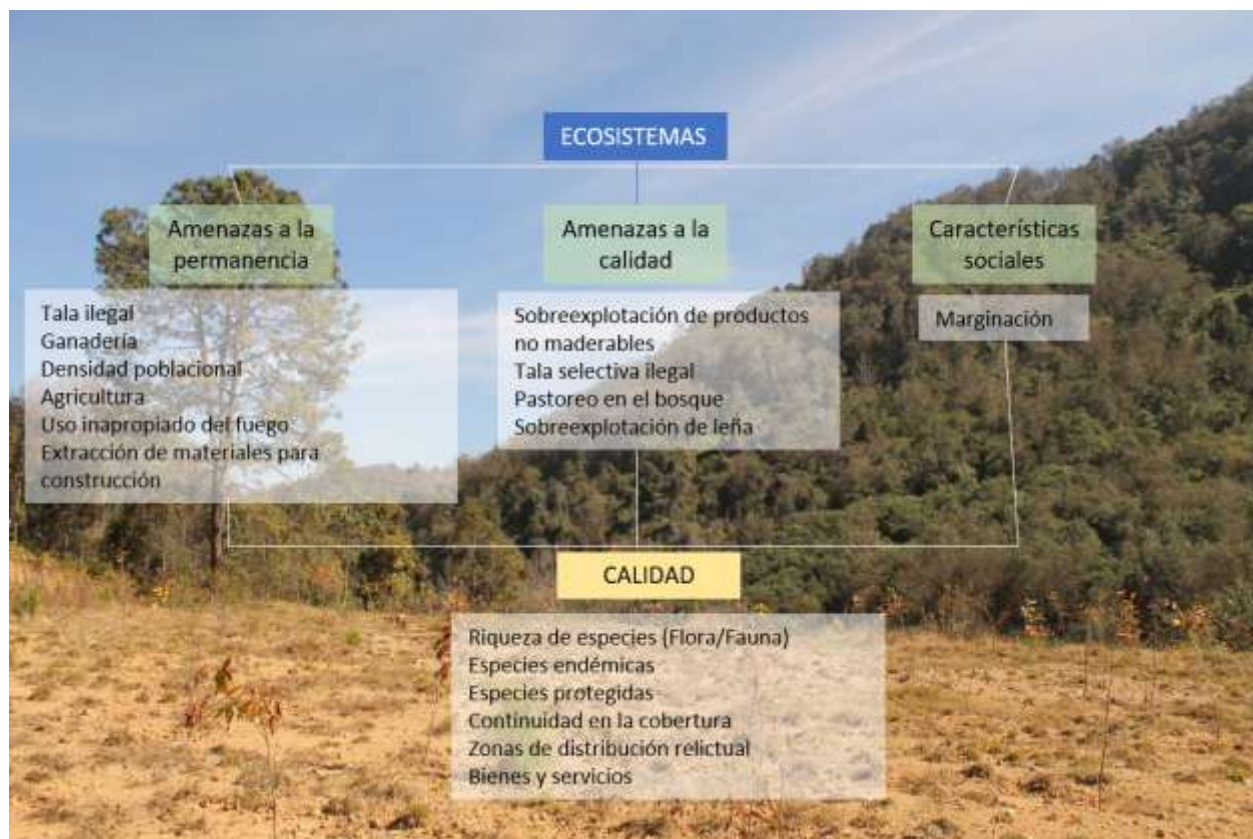


Imagen 52. Indicadores que influyen en la calidad de un bosque.

La calidad es un criterio que refleja la condición del ecosistema. Sus atributos incluyen elementos importantes para el mantenimiento de la integridad del bosque (nivel de conservación, conectividad, continuidad en la cobertura, distribución relictual, riqueza de especies y especies en riesgo) y procesos que lo afectan. En este sentido, la pérdida de hábitat y la fragmentación son los procesos que tienen mayor impacto sobre los ecosistemas forestales en la zona de estudio, poniendo en peligro la sostenibilidad de los bienes y servicios que estos proveen (Laurance *et al.*, 1998, WRI 2000). Aunque estos procesos pueden tener varios orígenes, están asociados principalmente a patrones de asentamientos humanos y de explotación del paisaje (Gascon *et al.*, 2001, Perz *et al.*, 2003). Como resultado, los procesos de fragmentación en la zona de estudio definen mosaicos de prácticas de uso del suelo, con coberturas arbóreas y arbustivas variables en su grado y diversidad (Boshier, 2004).



Imagen 53. Perdida de hábitat y fragmentación del BMM dentro del SA y AI

La reducción y la fragmentación del hábitat no solo tienen efectos obvios como la modificación del paisaje y la eliminación local de algunas especies, también pueden tener efectos en la viabilidad a largo plazo de poblaciones de ciertas especies por la reducción del número y aislamiento de sus individuos (Boshier, 2004); además, la fragmentación modifica los procesos ecológicos naturales de los ecosistemas, (Bennett, 1998). Estos efectos pueden extenderse a través de una red de interacciones interespecíficas, siendo probablemente las más críticas aquellas que afectan directamente la producción de semillas (Murcia 1996) y por ende el reclutamiento de nuevos individuos, pudiendo causar la extinción local de especies en los fragmentos (Turner, 1996).

La composición funcional y las tasas de los procesos dinámicos del bosque a escala local varían mucho entre los bosques dentro del SA libres de intervención humana conocida, de modo que es probable que también sus respuestas al impacto humano sean variables (Finegan y Camacho, 1999). A partir de esa idea, es probable que una determinada intervención produzca cambios más fuertes en algunos tipos de bosque que en otros, por razones que dependen de las características intrínsecas de cada ecosistema. El grado de cambio en fragmentos de bosque de un determinado tamaño dependerá de varios factores, por ejemplo, del tiempo transcurrido luego de la fragmentación y del

tipo de ecosistema adyacente. También dependerá del contexto general del paisaje en el que se ubica el fragmento (McIntyre y Hobbs, 1999).

Considerando el relieve accidentado característico de la región, que determina por un lado notables diferencias de altitud y por otro una amplia variedad de comunidades, es posible deducir una notable riqueza florística y faunística; sin embargo, la destrucción de los ecosistemas en la zona de estudio ha significado también la desaparición de especies de flora y fauna o en el mejor de los casos su desplazamiento hacia los terrenos más abruptos y mejor conservados dentro del SA como son las barrancas y otros accidentes topográficos de difícil acceso y donde no se refleja una alta riqueza dentro de la PPE. Varios factores específicos asociados con la ecología reproductiva de las especies las hacen especialmente vulnerables a la destrucción y fragmentación de hábitat, incluyendo su sistema de compatibilidad, su limitada capacidad de dispersión y su dependencia de la interacción, la que actualmente ha sido afectada por el cambio del paisaje. Es aceptado ampliamente que las interacciones planta-animal son factores fundamentales en la ecología reproductiva de las especies arbóreas, tanto para su polinización como para la dispersión de semillas.

También la dispersión de semillas es dependiente de la participación animal en la mayoría de situaciones (Terborgh *et al.*, 2002). Muchos autores han predicho que la fragmentación del bosque y en el caso de la dispersión de semillas, la reducción de la riqueza y abundancia de los vertebrados por la cacería, reducirá la fecundidad de los árboles, lo cual impactaría los procesos demográficos en las poblaciones de sus especies, y reduciría la regeneración exitosa a partir de semillas (Laurance, 1999; Guariguata *et al.*, 2002). Janzen y Vasquez-Yanes (1991) predijeron que la intensidad de la depredación de semillas antes y después de la dispersión declina en un paisaje con el aumento de la destrucción del hábitat tanto porque las especies pioneras, cuyos frutos y semillas son por lo general pequeños y poco atractivos para los vertebrados de bosques maduros, son más abundantes, o porque las poblaciones de vertebrados declinan en los paisajes con una matriz dominada por las actividades humanas, con independencia de la disponibilidad de alimento.

La fragmentación que ha realizado la población humana presente dentro del SA para establecer diversas actividades ha ocasionado procesos negativos para la fauna silvestre, el más notorio está directamente ocasionado por el cambio de uso del suelo que se ha realizado desde hace varias décadas para establecer actividades agropecuarias, esto se observa en la fragmentación del hábitat, situación que afecta a las especies más sensibles y que ocasiona una serie de procesos de extinción local que hasta el día parecen no ser reversibles.

Esta situación se debe a la percepción de la población humana, que continúa realizando usos tradicionales de los recursos naturales, y considerando su crecimiento, el impacto que genera no puede ser revertido por medios naturales, en otras palabras, se ha sobrepasado la capacidad de carga de los ecosistemas presentes en el SA, más aún, se continúan realizando actividades que merman las poblaciones de diversas especies faunísticas.

Actualmente la superficie de la PPE presenta superficies forestales, pero también se presentan áreas altamente impactadas, problemas de erosión y presencia de especies de plantas invasoras que dominan algunos sitios impactados. Esta condición evidentemente afecta a la fauna silvestre de

diversa manera. Por un lado, en las áreas altamente impactadas, la ocurrencia de fauna es esporádica, y en general las especies que se pueden observar, son en su mayoría especies comunes y muy adaptables a las condiciones de deterioro. Por otra parte, en las zonas donde la vegetación mantiene una cobertura relativamente mayor, las condiciones ambientales como la temperatura, humedad, baja incidencia solar, etc., son más favorables para la vida silvestre, de modo que la presencia de esta resulta más evidente tanto en términos de riqueza como de abundancia.

Sin embargo, a pesar de la presencia de fragmentos forestales, es un hecho ineludible que la constante presión sobre los hábitats (tala clandestina, incendios, cambio de uso de suelo, etc.) está transformando el paisaje del área de estudio, extendiéndose al área de influencia y sistema ambiental, en un mosaico compuesto de elementos antropogénicos como pastizales inducidos, tierras agrícolas y asentamientos humanos, en contraste con áreas forestales mezcladas con elementos secundarios. Por supuesto esta situación afecta fuertemente a la fauna silvestre, probablemente con mayor intensidad a grupos como los anfibios y reptiles que suelen tener menor capacidad de dispersión ante eventos de disturbio.



Imagen 54. Ejemplo de algunas especies de fauna silvestre registradas en la PPE y zonas aledañas.

La importancia de la fauna silvestre en un contexto amplio, debe valorarse por el rol que juega en las múltiples interacciones ecológicas, pero, además, la fauna silvestre provee bienes y servicios ambientales al hombre, de una manera en que pocos, por decirlo mucho, están conscientes de dichos servicios. Entre estos se pueden citar el control de plagas como insectos o roedores, la polinización, la dispersión de semillas y algunos usos directos como alimento, espiritual o medicinal. En este sentido, la integración del proyecto en el área solicitada, si bien trae consigo un bien social, es importante entender la posibilidad de que haya presencia de fauna nociva, como ratas, en la proporción en cómo se ejecuten las medidas ambientales y los procesos propios de la operación del proyecto. De este modo, el cuidado y protección de áreas aledañas a la PPO donde se insertarán los EP es fundamental para promover la presencia de especies depredadoras de roedores, como aves rapaces, más aún por el hecho de haberse registrado cuatro especies de aves de este grupo, dos de ellas (*Buteo*

*albonotatus* y *Accipiter striatus*) incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo el estatus Sujeta a Protección Especial (Pr).



Imagen 55. Rapaces con categoría de riesgo registradas en la PPO y el SA. A: *Buteo albonotatus*, B: *Accipiter striatus*.

Por otro lado, la evaluación de los impactos de la fragmentación en la biodiversidad de la vegetación forestal requiere de estudios integrados que consideren sus principales componentes funcionales: estructura, composición, diversidad y procesos dinámicos. Se enfatiza esto para el manejo y la conservación de los bosques, en el entendido de que los procesos dinámicos de los fragmentos y de las poblaciones de las especies son tan relevantes como la comprensión de la estructura y composición del bosque (Whitmore,1990).

La diversidad de la comunidad y las abundancias de las especies de flora mostraron diferencias entre sitios y el área basal total del bosque, así como la frecuencia obtenida en las clases intermedias fueron mayores en los bordes (zonas perturbadas). Esto se interpreta como una consecuencia de la regeneración inmediata de especies pioneras durables de rápido crecimiento que abundan en la PPE, pero sobre todo en la PPO donde se insertaran los EP, por tal motivo la ejecución del proyecto no pondrá en riesgo la dinámica del ecosistema.

Es probable que los únicos efectos “negativos” del proyecto se sumen a los ya reflejados por causas de la actividad humana; sin embargo, no se deja a un lado el derribo de vegetación que existirá en áreas donde se insertaran los EP, donde esta actividad provocará algunas bajas dentro del bosque, por ello en este proyecto se deberán tomar en cuenta algunas medidas de mitigación y compensación que logren aminorar el impacto negativo a la vegetación forestal.

### *Ecosistemas ambientalmente sensibles*

Los bosques mesófilos de montaña BMM son los ecosistemas terrestres más amenazados a nivel nacional. Estos bosques son de elevada importancia debido a la extraordinaria biodiversidad que albergan y a los servicios hidrológicos que proveen. Desafortunadamente, la mayor parte de los BMM en la zona de estudio prácticamente carecen de algún tipo de protección y sin lugar a dudas dentro de la PPE, estos cambios son notorios, donde se refleja un remanente en sucesión secundaria con especies pioneras de sitios perturbados, observando únicamente VS/BMM, donde en algunos sitios, la deforestación y fragmentación han sido severas.

Por ello, es importante mencionar que los polígonos delimitados como zonas de reserva (A y B) deben ser protegidas y conservadas, ya que por ningún motivo la afectación a la vegetación debe superar los límites especificados en este proyecto para su ejecución del proyecto en áreas donde se pretenden insertar los EP, con el fin de evitar poner en riesgo este ecosistema. Estas áreas propuestas para su conservación y protección deben estar basadas en tantos criterios como sea posible para conservar no solamente su diversidad biológica del bosque, sino también sus valores ecológicos, evolutivos y culturales.

#### *IV.3.1.4 Paisaje*

El hombre ha transformado parte del paisaje natural paulatinamente, con el fin de obtener alimento, abrigo, protección y así mejorar sus condiciones de vida; los seres humanos se han adaptado al paisaje y también lo han cambiado de acuerdo a sus necesidades y cultura. Los cambios al paisaje son debidos en gran medida por la construcción de caminos, viviendas, tierras de cultivo, presas, etc. La ocupación territorial realizada por el ser humano, ya sea por la instalación de ciudades o para la explotación económica, ha hecho que gran parte del paisaje natural vaya disminuyendo a pasos agigantados.

Estudios recientes mencionan que la sociedad moderna, en el proceso de transformación del paisaje natural, ha tendido a producir degradación o deterioro en el medio ambiente, observándose enormes superficies de zonas erosionadas o afectadas por la desertificación, producto de la sobreexplotación de los recursos forestales, la contaminación en todas sus formas y las alteraciones climáticas debido a la emisión de gases contaminantes que han dañado a la atmósfera.

El concepto de Paisaje tiene sin duda una gran cantidad de acepciones, y esto se debe a que se trata de una cuestión de percepción individual entre las personas, no obstante, para el presente apartado se entenderá por *Paisaje a: toda extensión de cualquier dimensión, en cuyos límites los diferentes componentes naturales de la estructura geológica, litológica, relieve, clima, agua, suelo, flora y fauna, tanto en estado natural como modificado por el hombre se encuentran en estrecha interacción formando un sistema* (Mateo, 2007).

##### *IV.3.1.4.1. Diagnóstico del paisaje visual.*

###### *a) Metodología.*

Con fines de estimar la calidad visual del paisaje, se llevó a cabo una metodología sustentada en la ponderación en campo de ocho factores propios del ambiente (Geomorfología, Vegetación, Fauna, Agua, Color, Fondo escénico, Singularidad o rareza, y Actuaciones humanas). Este procedimiento se aplicó en ocho sitios de muestreo. El desarrollo metodológico y algunas recomendaciones sobre el mismo se indican de forma general a continuación.

1. Como primer paso y previo a la salida de campo, se generó una matriz que funge como guía para la valoración de la vista paisajística. Dicha matriz presenta una escala de calidad de cinco niveles, donde cada nivel muestra una breve descripción de las posibles condiciones en que

se encuentra cada factor del paisaje, y a su vez, muestra un valor numérico para usarse en las ponderaciones en campo.

Tabla 36 Escala de valoración de la Calidad Paisajística

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
<b>Geomorfología</b>	Relieve con formas poco comunes o ampliamente llamativas: Cadenas montañosas con riscos, cañadas, cañones, monolitos, etc. Valles con sistemas de dunas o elementos rocosos de gran tamaño.	Formas erosivas naturales interesantes. Relieve del terreno amplio, pero sin llegar a formar sistemas montañosos. Las formas en el terreno son llamativas, pero no de grado excepcional.	Terreno que llega a formar colinas o valles con elementos moderadamente destacados.	Relieve en el terreno que puede llegar a formar pequeñas colinas o valles con suaves depresiones.	Planicies sin ningún elemento atractivo visualmente como depresiones, cañones, formaciones rocosas, etc.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Vegetación</b>	Componente florístico sin alteración aparente. Los elementos que la componen muestran atractivas y numerosas texturas, formas, tamaños, colores, etc.	Vegetación natural con muy bajo o inapreciable impacto por el hombre. Muestra variables importantes en la textura, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos que la componen.	Texturas, tamaños, colores y formas de los elementos florísticos de una variabilidad moderada. La vegetación presenta un evidente, aunque moderado impacto en su composición, cobertura, arreglo y configuración natural.	Las variaciones en las características de los elementos que componen la vegetación son bajas. Las condiciones de la vegetación natural se aprecian alteradas de forma importante, tanto en la composición, como en la cobertura y configuración de sus componentes florísticos.	Terreno sin presencia de vegetación o vegetación compuesta de elementos alóctonos o secundarios. Las texturas, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos no muestran un atractivo visual de importancia.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Fauna</b>	Presencia visual o auditiva de manera permanente de diferentes grupos faunísticos, tanto vertebrados como invertebrados. Especies altamente llamativas que pueden, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia constante de fauna silvestre moderadamente llamativa, que puede, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia moderada de fauna silvestre que no forma grandes congregaciones.	Presencia ocasional de distintos grupos de fauna silvestre que pueden, o no, ser atractivas visual o auditivamente. Ocasionalmente se puede llegar a ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.	Presencia nula o casi nula de fauna silvestre atractiva. Ocasionalmente se puede ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Agua</b>	Elemento que realza en extremo el atractivo visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. En todos los casos el agua se muestra limpia y sin malos olores.	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y sin malos olores.	Cuerpos o corrientes de agua pequeños que pueden ser perennes o intermitentes realizando moderadamente la calidad visual del paisaje. El agua se aprecia levemente contaminada y con mal olor.	Corrientes o cuerpos de agua poco contrastantes que usualmente son intermitentes. Sus aguas se aprecian contaminadas en una medida importante y presentan mal olor.	Corrientes o cuerpos de agua ausente, efímera, intermitente, perenne o poco perceptible que apenas realzan la calidad visual del paisaje. Sus aguas se muestran muy contaminadas y con olores nauseabundos.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

<b>Color</b>	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje.	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Moderada combinación y realce del factor color en el paisaje.	Poca combinación de colores en el paisaje. Los tonos suelen ser apagados y poco contrastantes.	Totalidades de colores apagados y casi monocromáticos, que no realzan la calidad visual del paisaje.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Fondo escénico</b>	El paisaje circundante a la superficie de muestreo realza fuertemente la calidad visual del paisaje. Habitualmente el fondo escénico se compone de macizos montañosos conservados.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos montañosos de calidad aceptable, realzando la calidad visual del paisaje.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de una topografía que puede, o no, superar a las colinas en relieve. La vegetación se encuentra moderadamente aceptable. Se pueden llegar a ver elementos antrópicos como casas o tierras de cultivo.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos poco atractivos. Es posible visualizar casas, tierras de cultivo, ganado en pastoreo, etc.	El fondo escénico se compone total o casi en su totalidad de elementos antrópicos como casas, carreteras, tierras de cultivo, zonas pecuarias, etc.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Singularidad o rareza</b>	Paisaje de alta singularidad que muestra elementos paisajísticos únicos o poco usuales.	Paisaje poco común a nivel regional. Los elementos compositivos denotan una alta armonía.	Paisaje común a nivel regional, pero a nivel local resulta atractivo. Puede presentar algunos elementos compositivos particulares que resalta su calidad visual.	Muy común a nivel regional. A escala local suele presentar un atractivo moderado. Los elementos que lo componen resultan en su mayoría homogéneos.	Muy común incluso a nivel local. Los elementos que lo componen, además de ser comunes, resultan poco atractivos en el paisaje.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Grado de alteración humana</b>	Paisaje sin evidencia de alteración humana.	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad visual al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1

Fuente: [http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration\\_files/guias/Guia\\_Evaluacion\\_Paisaje\\_130926.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/guias/Guia_Evaluacion_Paisaje_130926.pdf)

- En este sentido, se seleccionaron ocho sitios de muestreo o de valoración distribuidos en puntos estratégicos de evaluación, la distribución fue de 3 sitios en el área del proyecto (AP) o poligonal del predio y 5 en el área de influencia (AI). En cada sitio se evaluó a una distancia aproximada a un radio de 100 m desde la posición del ponderador, dónde se analizaron las condiciones actuales de cada factor en términos visuales y de apreciación en el paisaje local. Únicamente para el atributo de "fondo escénico" se consideró como distancia de evaluación hasta el infinito (hasta donde llegue la percepción visual del evaluador). Durante el procedimiento de evaluación se mantuvo un alto nivel de objetividad con el objetivo de garantizar resultados más confiables. Para tener la ubicación precisa de los sitios de evaluación se tomó la coordenada central (UTM) de cada uno de estos con apoyo de GPS.





- Finalmente es fundamental que los ponderadores mantengan un alto nivel de objetividad a la hora de asignar los valores a los factores seleccionados.

Para interpretar los resultados obtenidos de una forma simple y clara, se generó una escala de calidad paisajística de cinco niveles, cada cual, con un rango de valores, que representan subniveles de calidad, tomando en consideración el número de factores utilizados para la evaluación. Teóricamente el valor más bajo (8) correspondería a un paisaje completamente modificado y con características naturales de muy bajo atractivo, por otro lado, el valor más alto (40) estaría representado por un paisaje sin intervención humana y con numerosas características naturales de gran atractivo visual.

Tabla 38. Escala de valores de calidad paisajística.

Escala de calidad paisajística	
Muy alta	33.6-40
Alta	27.2-33.5
Media	20.8-27.1
Baja	14.4-20.7
Muy baja	8-14.3

Fuente: [http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration\\_files/guias/Guia\\_Evaluacion\\_Paisaje\\_130926.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/guias/Guia_Evaluacion_Paisaje_130926.pdf).

#### b) Resultados.

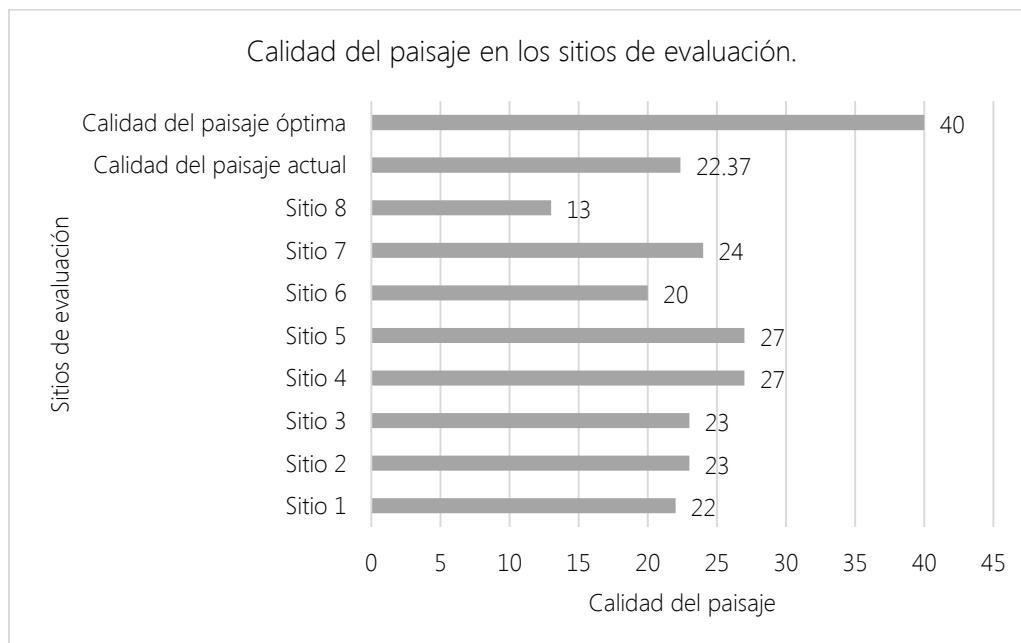
Según la metodología aplicada, el área de estudio se muestra como un paisaje heterogéneo en términos de su calidad visual. Así, por ejemplo, se observaron sitios desde una calidad media-baja hasta sitios que se ubican cerca del extremo inferior de la máxima escala de calidad paisajística. En promedio, la calidad del paisaje para el área total de estudio se localiza en el extremo superior de la escala media de calidad con un puntaje de 26.8.

Tabla 39. Valores asignados en campo durante la evaluación de los distintos atributos paisajísticos.

Factor	Sitios de muestreo								Calidad paisajística promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Geformas	3	3	3	4	4	3	4	2	3.25
Vegetación	3	3	3	4	4	3	4	1	3.12
Fauna	3	3	3	4	4	2	3	1	2.87
Agua	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Color	3	3	3	4	3	3	3	2	3
Fondo escénico	3	4	4	4	4	3	4	2	3.5
Singularidad o rareza	3	3	3	3	3	3	3	2	2.87
Actuaciones humanas	3	3	3	3	4	2	2	2	2.12
<i>Calidad del paisaje por sitio</i>	22	23	23	27	27	20	24	13	CP: Media (22.37)
	Media	Media	Media	Media	Media	Baja	Media	Muy baja	
<b>Calidad general del paisaje</b>									

Fuente; elaboración propia con datos obtenidos en campo. 2019.

De los sitios evaluados, el 6 y el 8 presentaron los valores más bajos con 20 y 13 puntos respectivamente, esto los ubica en la parte baja y muy baja de la escala de calidad paisajística, indicando que hay elementos de su componente paisajístico que se encuentran deteriorados o simplemente no son de relevancia en términos visuales. En contraste, los sitios 4 y 5 obtuvieron el mayor valor con un total de 27 puntos cada uno a una calidad visual del paisaje media, lo que sugiere que se trata de un sitio donde los elementos naturales vistos desde el sitio de evaluación, muestran una calidad medianamente importante y con características propias del lugar. Otros puntos de evaluación que también presentaron una importante calidad visual corresponden a los sitios 7,2,3 y 1.



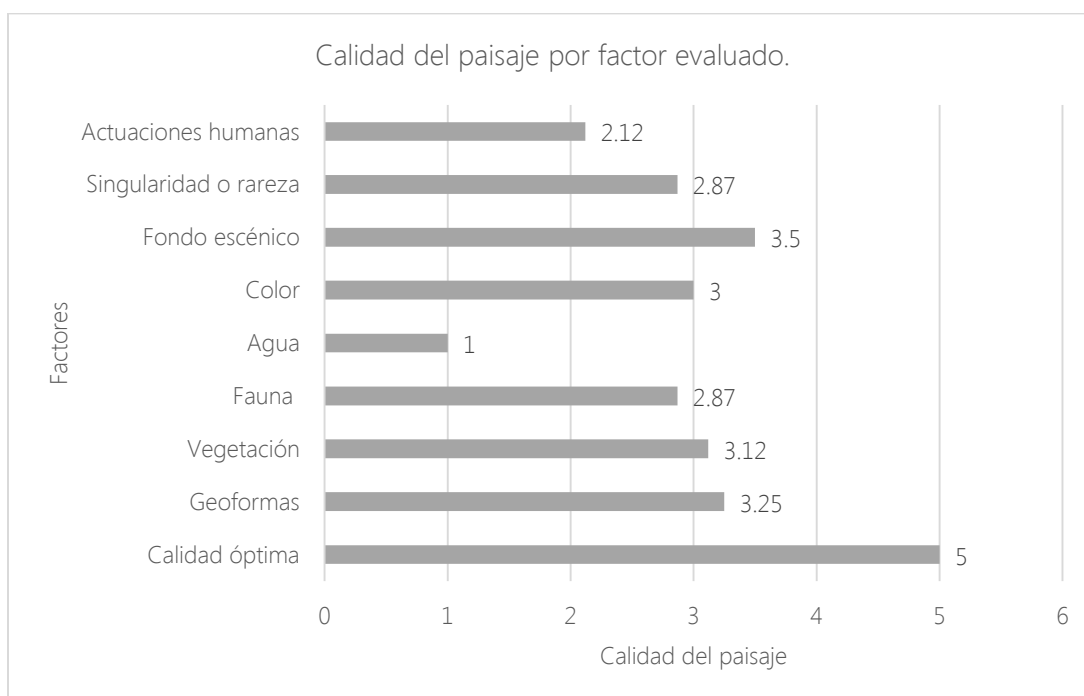
Gráfica 32. Calidad del paisaje por sitio y calidad óptima.

Ahora bien, es necesario conocer cuales factores contribuyen más positivamente que los restantes. En la gráfica siguiente se observa claramente que el factor Agua es el que presenta la menor puntuación con apenas 1 en una escala de 5 puntos. Esto se debe a que en las cercanías del polígono del proyecto se encuentra un pequeño arroyo intermitente que no realza la calidad visual del paisaje. De hecho, la corriente más cercana de tipo perenne corresponde a un arroyo igualmente muy pequeño y de bajo caudal, localizado en los límites del área de influencia. Los factores restantes mostraron valores más cercanos entre sí, desde un valor de 3 hasta el más alto correspondiente al fondo escénico con 3.5.

Sin duda el factor de fondo escénico estuvo muy bien representada en términos de originalidad y profundidad enmarcando esos manchones o parches de matriz forestal de bosque y por presentar un relieve pronunciado, que forma un macizo montañoso, esto en conjunto aumenta el valor visual. La geofoma y la vegetación son dos elementos que contribuyeron a tener buenas valoraciones paisajísticas.

La singularidad y rareza al igual que fauna obtuvieron un valor de 2.87 puntos. Se detectó una gran actividad principalmente en el grupo de las aves y en menor medida la herpetofauna y los mamíferos, aunque estos últimos grupos representan un mayor reto para la obtención de registros.

Las actividades humanas han modificado enormemente el paisaje de la región. De hecho, a nivel del Sistema Ambiental los elementos antrópicos como pastizales inducidos, asentamientos humanos y tierras agrícolas resultan dominantes. Si bien, aún quedan componentes naturales con cierto nivel de conservación, es fundamental tomar medidas de rehabilitación de terrenos en desuso para mejorar la calidad paisajística, así como la funcionalidad ecológica.



Gráfica 33. Calidad del paisaje por factor evaluado.

A continuación, se muestra una serie de imágenes panorámicas de algunos sitios de evaluación.



Imagen 57. Mostrando diferentes panorámicas del sitio de evaluación 1, nótese como en A. Parte central del sitio desprovisto de vegetación, B. Colindancias del sitio de evaluación donde se muestra parte de la vegetación original y C. apertura de un camino de acceso al sitio y se alcanza a diferenciar la vegetación secundaria del Bosque Mesófilo de Montaña.



Imagen 58. Esta serie de ilustraciones muestra las características ambientales del sitio de evaluación paisajística 2. A. Tipo de vegetación en el sitio. B. Presencia de helechos arborescentes lo que indica la calidad del sitio y C. Actuaciones humanas, se observa tala no autorizada.



Imagen 59. Panorámicas del sitio de evaluación 4. En la sección A se observa la condición de la vegetación del bosque mesófilo de montaña, la sección B se nota de como el hombre fue eliminando la cobertura arbórea para la introducción de pastizal para la ganadería y C, se observa que en la parte alta se desmonto para introducir pastizal para la ganadería extensiva.



Imagen 60. Muestra vistas frontales del sitio de evaluación número 7. Se alcanza a observar lo conservado del sitio, localizado en una ladera de una topoforma. Se nota poca evidencia de actuaciones humanas.

A continuación, se muestra una imagen panorámica tomada desde la parte media del polígono del proyecto con dirección pendiente abajo. Nótese la variedad de parches presentes en el paisaje local, producto del uso que los pobladores le han dado al terreno.



### c) Conclusiones.

La calidad visual del paisaje donde se enclava el proyecto presenta un nivel medio con un valor de 22.37 puntos de calidad paisajística, este valor se debe fundamentalmente al relieve pronunciado del terreno y a los colores poco cambiantes de la vegetación, la fauna y tipo de vegetación. Las áreas de menor calidad paisajística corresponden a elementos de sitios donde se pudieron observar la mayor cantidad de actuaciones humanas principalmente caminos, brechas, veredas y residuos urbanos restando originalidad a los componentes naturales.

Para el área del proyecto, vista únicamente en lo que corresponde al polígono en cuestión, el paisaje se encuentra ampliamente modificado, componiéndose básicamente de tres elementos o tipos de coberturas. La de mayor importancia corresponde a las áreas forestales de bosque mesófilo con vegetación secundaria, la segunda tiene que ver con la vegetación secundaria que se está desarrollando actualmente que soporta plantas arbóreas y arbustivas, y en la tercera zona abundan las plantas herbáceas formando un potrero en la parte baja y en la parte alta se observan tierras de cultivo en desuso.

Retomando los valores obtenidos de la evaluación de la calidad visual del paisaje, se encontró que actualmente el paisaje del área total de estudio (SA) presenta una calidad paisajística Media con cierta tendencia a una calidad Alta. Los elementos que aportan más valor visual a la región se relacionan con la alta presencia y actividad de la fauna silvestre, principalmente del grupo de las aves, y con el fondo escénico que se compone de diversos factores físicos como macizos montañosos de altas pendientes y parches de comunidades de bosque mesófilo que le brinda autenticidad y un toque de frescura al paisaje.

La conservación de paisajes con elementos naturales es de gran importancia para el desarrollo, recreación y la cultura de todas las localidades que se encuentran inmersas en el SA. Cabe señalar que un paisaje con vastos elementos naturales, como es el caso de la presencia de vegetación natural, son de suma importancia no solo a la vista del hombre, sino, además, ayudan en la prevención de catástrofes como inundaciones, violentas avenidas de agua, problemas de erosión, etc. En otras palabras, es recomendable que toda región donde se encuentren asentamientos humanos haya áreas (principalmente tierras altas) destinadas a la conservación que sirvan como zonas de amortiguamiento de los impactos generados por el hombre, además de agregar calidad al panorama inmediato.

#### *IV.3.1.4.2. Análisis espacial del paisaje a nivel del sistema ambiental.*

##### *a) Metodología.*

Como parte del análisis en el presente apartado se estudiaron las condiciones actuales del paisaje a nivel del Sistema Ambiental en base a las diferentes coberturas y usos de suelo existentes, desde un enfoque espacial. Para ello se realizaron algunos procedimientos sobre las plataformas de ArcView 3.2 y ArcMap 10.1, así como la extensión Patch Analyst 5.1 (Rempel y col., 1999). El primer paso fue generar el mosaico paisajístico.

##### *1. Mosaico paisajístico.*

Para generar el mosaico paisajístico del Sistema Ambiental se descargó un conjunto de imágenes satelitales en alta definición del programa Global Mapper 16.0 (World Imagery) y se procedió a realizar un mapa utilizando como base la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI Serie V, así como fotografías durante las visitas de campo. Todos los polígonos generados se reclasificaron conforme a la carta de uso de suelo y vegetación antes mencionada.

##### *2. Índice de formas y composición del paisaje.*

La composición del paisaje y los índices de forma se obtuvieron a partir del mosaico paisajístico mediante la extensión Patch Analyst 5.1. Para la composición general se obtuvieron: 1) el número de clases paisajísticas; 2) el total de parches a nivel de paisaje y por clase; 3) superficies por clase; 4) parche máximo, mínimo y medio.

##### *b) Resultados.*

El resultado de la fotointerpretación indica que el paisaje del Sistema Ambiental está compuesto por catorce clases paisajísticas tanto de origen natural como de origen antropogénico. Se trata de un paisaje mayormente heterogéneo dominado en su mayoría por una matriz natural del tipo bosque templado como los bosques de pino, pino-encino y bosque mesófilo de montaña. Los paisajes antropogénicos están dominados por zonas urbanas construidas, agricultura y pastizales. A continuación, se describen de una manera breve y sencilla en su mayoría las diferentes clases paisajísticas presentes en el Sistema Ambiental (SA).

Áreas urbano construidas. Representa a las áreas ocupadas por el hombre que corresponden al desarrollo habitacional, inmobiliario y de otros servicios.

Agua. Corresponde prácticamente a presas, arroyos y ríos en una zona paisajística con un alto valor.

Pastizal cultivado (PC). Esta matriz corresponde al pastizal que se ha introducido intencionalmente en una zona o región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, por lo general son pastos nativos de diferentes partes del mundo que han sido cultivados para alimentar a la ganadería extensiva.

Selva baja caducifolia (SBC). Vegetación natural que pierde el follaje durante la época de secas y se encuentra dominada por especies arbóreas de porte bajo.

Agricultura de temporal anual (TA). Se clasifica a la actividad agrícola en la que todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran dependen del agua de lluvia, por lo que su éxito depende en gran medida de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, se trata anual pues los cultivos sembrados duran un período vegetativo de un año.

Agricultura de temporal anual y permanente (TAP). Modalidad de agricultura en la que el riego depende de manera completa de la precipitación del lugar y de la capacidad del suelo para retener agua. Se siembran cultivos anuales y permanentes, es decir, aquellos cultivos en la que su permanencia en el suelo es superior a los diez años como es el caso de los frutales.

Agricultura de temporal permanente (TP). Modalidad de agricultura que depende en su totalidad de la precipitación del lugar y de la capacidad del suelo para detener humedad, la duración de los cultivos es superior a diez años, como es el caso de las plantaciones de agave, coco y otros frutales como el aguacate.

Bosque de pino (BP). Es una comunidad constituida por árboles del género *Pinus*, de amplia distribución en México. Estos bosques que con frecuencia se encuentran asociados con encinares y otras especies, son los de mayor importancia para la industria forestal del país por lo que prácticamente todos soportan actividades forestales como producción de madera, resinación, obtención de pulpa para celulosa, postería y recolección de frutos y semillas.

Bosque de pino-encino (BPO). Esta comunidad, junto con los bosques de encino-pino se consideran fases de transición en el desarrollo de bosques de pino o encino puros. Este tipo de vegetación se desarrolla en la mayor parte de la superficie forestal de las partes altas de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*) siendo dominantes los pinos.

Bosque Mesófilo de Montaña (BM). Este tipo de vegetación fisonómicamente denso, que se distribuye en zonas de clima templado húmedo de altura, ocupa zonas más húmedas que los bosques de pino y encinos, es muy frecuente en laderas montañosas que se encuentran protegidas de los fuertes vientos y de excesiva insolación, donde se forman las neblinas durante casi todo el año.

La mayoría de sus componentes son de hoja perenne, también se encuentran especies caducifolias que en alguna época del año tiran sus hojas, es muy común la presencia muy abundante de plantas epifitas y trepadoras debido a la alta humedad atmosférica y abundantes lluvias durante todo el año. Generalmente se encuentran entre los 800-2400 msnm.

Pastizal inducido (PI). Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original o primaria. Este pastizal aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también se establece en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino (VSa/BPO). Corresponde a la vegetación sucesional en estrato arbustivo del ecosistema de pino-encino donde originalmente predominaba la





paisajística menor representada es la del tipo de agricultura de temporal anual y permanente con 1.606 ha. La tabla siguiente lo ilustra de una manera más simplificada.

Tabla 40. Composición y superficies de las distintas clases paisajísticas.

Clases paisajísticas	No. Parches	Área (Has)	Tamaño máximo de parche (Has)	Tamaño mínimo de parche (Has)	Tamaño medio de parche (Has)
Agricultura de temporal anual (TA)	8	1077.352	329.326	53.211	257.752
Agricultura de temporal anual y permanente (RP)	1	1.606	1.606	-	-
Agricultura temporal permanente (TAP)	1	1.998	1.998	-	-
Agua (H2O)	1	188.884	188.884	-	-
Bosque de pino (BP)	3	357.888	160.98	40.521	160.98
Bosque de pino-encino (BPQ)	4	915.07	557.294	0.793	161.029
Bosque mesófilo de montaña (BM)	2	411.328	350.019	61.309	-
Pastizal cultivado (PC)	4	953.731	367.375	98.876	163.559
Pastizal inducido (PI)	4	1033.719	790.123	4.654	152.791
Selva baja caducifolia (SBC)	1	240.135	240.135	-	-
Urbano construido (AH)	8	957.579	322.876	3.192	178.903
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino (VSa/BPQ)	2	195.771	98.797	96.974	-
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo (VSa/BM)	3	509.147	350.665	59.551	98.931
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo (VSA/BM)	3	638.945	379.048	65.882	194.015
Datos generales	45	7675.284	---	---	-

Fuente; elaboración propia con datos vectoriales de ARGIS.

### c) Conclusiones

La calidad del paisaje actualmente es media tomando en cuenta el nivel de conservación de los ecosistemas y la enorme continuidad de los fragmentos de hábitats naturales. De hecho, el nivel de impacto antropogénico es alto, de tal forma que es posible ver amplias extensiones ininterrumpidas de vegetación natural, además de una amplia diversidad de vida silvestre.

El paisaje del Sistema Ambiental está compuesto por catorce clases paisajísticas dentro de 45 parches o matrices paisajísticas tanto de origen natural como de origen antropogénico. Se trata de un paisaje

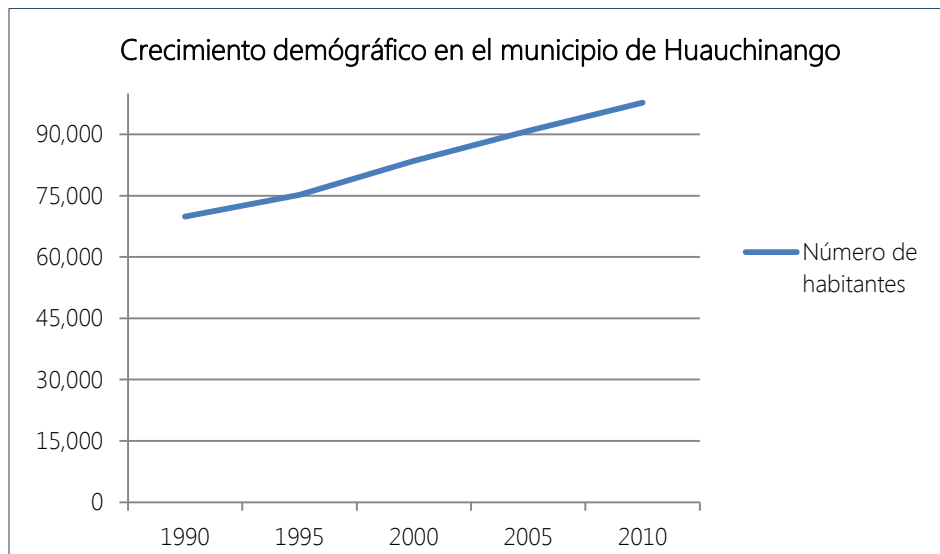
mayormente heterogéneo dominado en su mayoría por un a matriz del tipo bosque templado como los bosques de pino, pino-encino y bosque mesófilo de montaña. Los paisajes antropogénicos están dominados por zonas urbanas construidas, agricultura y pastizales, de los cuales la más dominante es la matriz de agricultura de temporal anual.

#### IV.3.1.5 Medio socioeconómico

##### a) Demografía

De acuerdo a los datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010, la población del municipio de Huachinango en ese año sumó un total de 97, 753 habitantes, de los cuales el 53 % son hombres y el 47% mujeres, con una densidad poblacional de 389.53 hab/km<sup>2</sup>.

Dentro de esta población se contó a un total de 4,162 habitantes que habla alguna lengua indígena; la siguiente gráfica muestra el crecimiento de población que ha ocurrido en el municipio en los últimos años.



Gráfica 34. Crecimiento demográfico del municipio

Por otra parte, el predio del proyecto se ubica en la localidad de Nopala, la cual contaba en el año 2000 con una población total de 338 habitantes, de los que 194 habitantes hablan alguna lengua indígena, principalmente náhuatl.

##### b) Disponibilidad de servicios

En el año 2010, se obtuvo un total de viviendas habitadas en el municipio de 23,344, de las que el 98.17 % cuenta con energía eléctrica, el 86.16% cuenta con agua entubada de la red pública y el 85.83% cuenta con drenaje. En general, el 73% de las viviendas cuenta con todos los servicios.

##### c) Medio y vías de comunicación

El municipio cuenta con un sistema de telégrafo y diez oficinas postales, con sistema telefónico, capta señales de radio, televisión regional y nacional, además de una radiodifusora local XENG; y circulan periódicos y revistas regionales y nacionales.

Huauchinango se comunica con Puebla, cruzando el Estado de Tlaxcala a una distancia de 180.2 km misma que comunica hacia el sur con los municipios de Zacatlán y Chignahuapan. También se cuenta con la súper carretera de Apizaco al Tejocotal que cuenta con 63 km de longitud. El resto del municipio se encuentra comunicado por medio de carreteras asfaltadas y revestidas, así como por caminos de terracería y brechas.

#### d) Salud

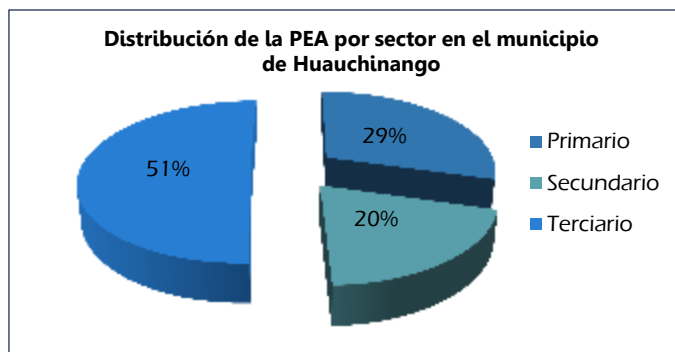
El municipio cuenta con el Hospital General Huauchinango el cual da servicio en diferentes especialidades como son: Ginecobstetricia, Traumatología y Ortopedia, Cirugía General, Pediatría, Medicina Interna y Clínica de Displacias. El Hospital da servicio no sólo al municipio de Huauchinango, sino a municipios cercanos como Ahuazotepec, Juan Galindo y Naupan. Además apoya a las referencias de los hospitales integrales de Xicotepec, Mecapalapa, Villa Ávila Camacho, Tlaola y Pahuatlan, así como del IMSS, atendida por 7 médicos, una del ISSSTE, atendida por 28 médicos, una del ISSSTEP, atendida por 4 médicos, una de PEMEX, atendida por 16 médicos, 3 del IMSS-Oportunidades, atendida por 3 médicos y 6 enfermeras, y 15 de la SSEP, atendida por 75 médicos. Así mismo, el municipio también cuenta con 38 casas de salud y 44 auxiliares de salud, distribuidas en todo el municipio.

La infraestructura se encuentra distribuida estratégicamente y cubre el 100% de los servicios básicos de salud. Huauchinango cuenta con una población derechohabiente de 90, 846 personas de las cuales 9, 448 son derechohabientes del IMSS, 6, 157 del ISSSTE, 3, 332 de PEMEX, SEDENA y/o SEMAR, y 17, 692 en alguna otra institución (INEGI, 2005).

En contraste, la localidad de Nopala contaba en el año 2000 con una población derechohabiente de 6 personas

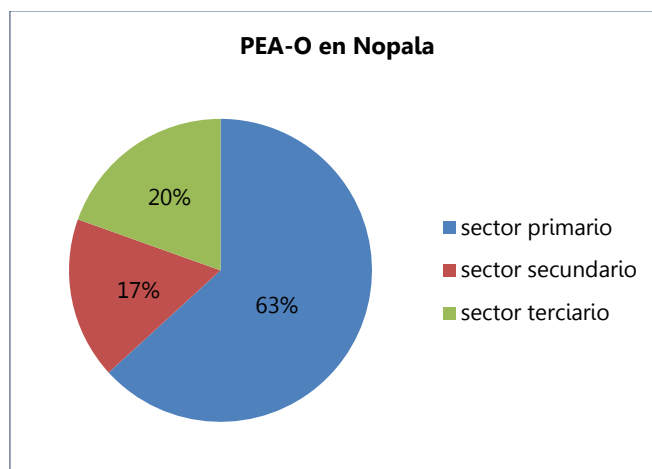
#### e) Empleo

La población económicamente activa en el municipio en el año 2010 es de 35,890 habitantes, de los cuáles 34, 475 se encontraban ocupados, esto indica que aproximadamente el 96% de la PEA del municipio se había incorporado al mercado de trabajo.



Gráfica 35. Distribución de PEA en el municipio

En el caso de la localidad de Nopala, la población económicamente activa era de 89 personas en el año 2000, de las que 87 se encontraban ocupadas en el periodo del conteo. La mayor parte de la población EA-O trabaja en el sector primario, y el resto se ocupa en una distribución muy similar entre los sectores secundario y terciario.



Gráfica 36. Distribución de la PEA-O en Nopala

#### f) *Actividades económicas*

El plan de Desarrollo municipal de Huauchinango 2008-2011, señala que para el año 2000 la actividad económicamente sobresaliente era el sector terciario, lo cual no ha variado desde entonces. En cuanto a agricultura, los principales cultivos cosechables son: el chile verde, maíz, algodón, alfalfa, arroz, cacahuate, caña de azúcar, cebada, haba, papa, tabaco, tomate verde, yuca, lenteja y camote.

El municipio para el año 2006 contaba con 12,358 cabezas de ganado y 79,571 aves de crían, así como 350 colmenas de abejas.

En cuanto a la industria dentro del municipio, para el año 2004 se registró un total de 322 unidades económicas del sector de la industria de la transformación y extractiva, la cual generó empleo para 1,162 personas durante ese año.

## IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Es importante considerar que para cualquier obra a realizar y dentro de los marcos jurídico ambientales, se debe de contemplar al medioambiente desde una visión amplia de su problemática y que se integre en la transversalidad de las diferentes políticas sectoriales enfatizando que el medio ambiente es una unidad compleja, en la cual los recursos naturales aparecen en interacción con el desarrollo cultural social y económico de las personas.

El diagnóstico ambiental está constituido por un conjunto de estudios, técnicas, análisis y propuestas de actuación y seguimiento que abarcan el estado ambiental en cualquier ámbito territorial.

El diagnóstico ambiental tiene como objetivo el conocimiento de la situación actual de los factores ambientales, el uso de esta herramienta permite pretende ofrecer una panorámica sobre el estado actual del ambiente, así como la identificación de los puntos sobre los cuales será necesario actuar.

Los factores que abarca el diagnóstico ambiental son paisaje, vegetación, fauna, movilidad y transporte, agua, residuos, atmósfera, ruido, energía y suelos.

Este capítulo de diagnóstico ambiental, establece cómo se encuentran los diferentes componentes del ambiente para definir las líneas y componentes transversales con vista a planear las tendencias y escenarios, que como resultado de su estudio y entendimiento brindarán el esquema conceptual mejor conocido Modelo de Ordenamiento del Territorio.

El diagnóstico tiene como finalidad identificar las relaciones y los procesos que determinan la existencia de conflictos territoriales en el Municipio, que justifican la definición de áreas para la protección y conservación, y que identifican simultáneamente áreas con aptitud para el desarrollo de actividades humanas.

#### IV.4.1 Evaluación de factores ambientales (método in situ)

Los métodos que implican la ponderación de múltiples factores habitualmente arrojan buenos resultados, cuando se aplican de la forma correcta, es decir, bajo ciertas consideraciones que reducen la sobre o sub-valoración de algún factor en particular. Para el presente apartado, que implica la valoración ambiental en una escala local, se ponderaron ocho factores representativos del ambiente inmediato durante las salidas de campo en un total de 8 sitios de muestreo.

Como se trata de un método basado en juicios de valor, se tuvieron algunas consideraciones para reducir el sesgo en los resultados obtenidos, planteando un seguimiento metodológico simple, pero efectivo, el cual se indica a continuación:

##### IV.4.1.1 Metodología

1. Primeramente, se elaboró una matriz guía, que incluye los ocho factores ambientales de interés. A estos factores se les asignó un nivel de calidad ambiental tanto cualitativo como cuantitativo.

Tabla 41. Matriz de evaluación de factores ambientales para su aplicación en campo

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
Geoformas	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificada	1
Suelo	Sin erosión	5
	Escasa erosión	4
	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2
	Extremadamente erosionado	1
Cubierta vegetal	Mayor al 100 %	5
	75 - 100 %	4
	50 - 75 %	3

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
	25 - 50 %	2
	Menor al 25 %	1
Naturalidad de la vegetación	Sin vegetación secundaria	5
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural que la secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
Presencia de ganado	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy alta	1
Presencia de cultivos	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy alta	1
Hábitat para la fauna	Potencial muy alto	5
	Potencial alto	4
	Potencial medio	3
	Potencial bajo	2
	Potencial muy bajo	1
Evidencia de penetración antrópica (casas, caminos, brechas, basura, etc.)	Nula	5
	Escasa	4
	Media	3
	Alta	2
	Muy alta	1

Fuente: [http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration\\_files/guias/Guia\\_Evaluacion\\_Paisaje\\_130926.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/guias/Guia_Evaluacion_Paisaje_130926.pdf)

- Se determinó un radio de muestreo que no sobrepasara la visualización clara del entorno por parte del ponderador (es), siendo este, 100 o 200 m según las condiciones del sitio.
- Se recomienda que las ponderaciones las realice un grupo multidisciplinario con la finalidad de obtener resultados más confiables, al venir de varios enfoques y percepciones.
- También es de suma importancia que los ponderadores cuenten con abundantes conocimientos sobre los factores seleccionados para su evaluación.
- Otra condición no menos importante, es mantener un alto grado de objetividad a la hora de asignar los valores a cada factor.
- Este procedimiento se realizó en un total de 8 sitios de muestreo, de los cuales, 6 se encuentran dentro del polígono del proyecto y los restantes fuera del mismo. La ubicación espacial de los sitios de evaluación se indica en el siguiente mapa:

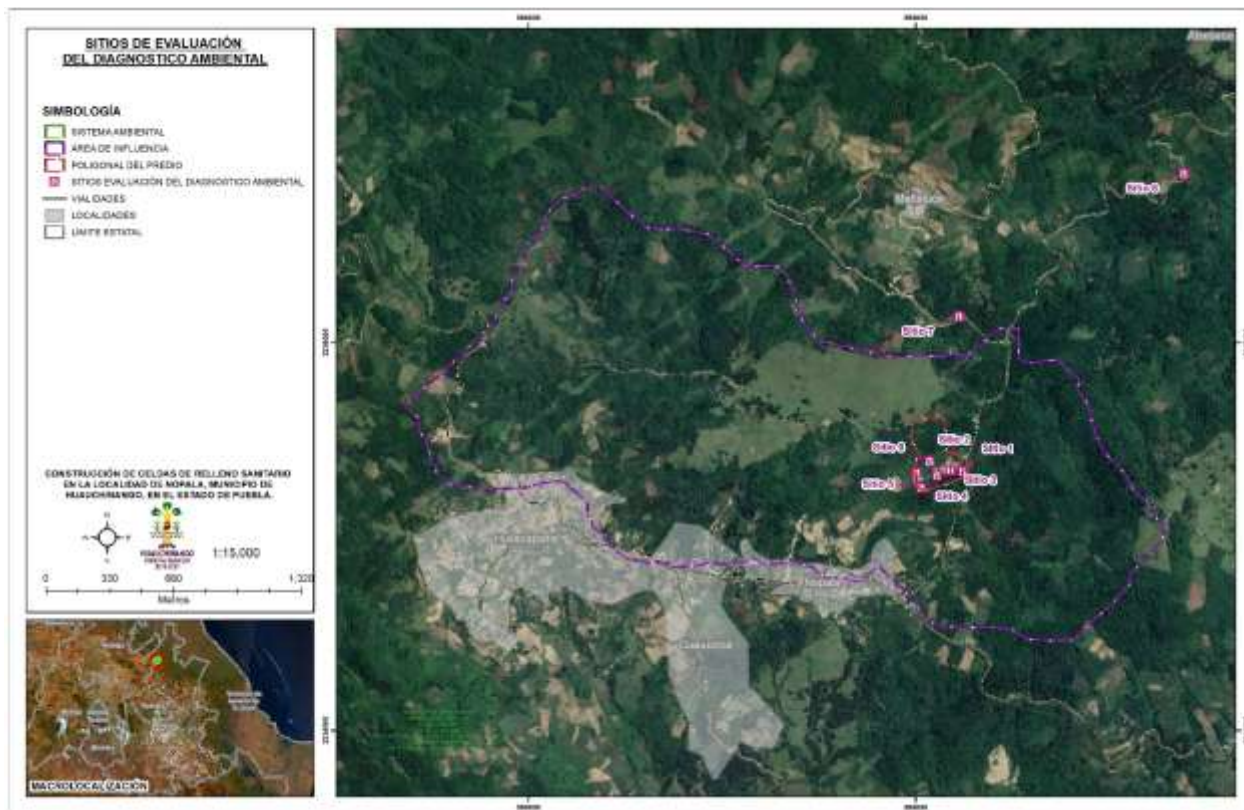


Imagen 62. Ubicación espacial de los sitios de muestreo.

Tabla 42. Coordenadas en UTM de los ocho sitios de muestreo.

Sitio	Coordenadas X	Coordenadas Y
Sitio 1	598243.926	2235334.35
Sitio 2	598178.434	2235339.63
Sitio 3	598111.929	2235313.15
Sitio 4	598004.196	2235329.42
Sitio 5	598028.877	2235251.52
Sitio 6	598072.012	2235387.86
Sitio 7	598225.018	2236134.01
Sitio 8	599383.56	2236871.53

Fuente; elaboración propia con datos obtenidos en campo. 2019.

Finalmente se generó una tabla de calidad ambiental de cinco niveles. De esta manera, se pueden estimar las condiciones del ambiente a partir de la cuantificación y cualificación de los resultados obtenidos por sitio de evaluación y como resultado absoluto de la superficie total de estudio.

Tabla 43. Escala de valores de calidad ambiental.

Escala de calidad ambiental	
Muy baja	8 - 14.4
Baja	14.5 - 20.8



Escala de calidad ambiental	
Media	20.9 - 27.2
Alta	27.3 - 33.6
Muy alta	33.7 - 40

Fuente: [http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration\\_files/guias/Guia\\_Evaluacion\\_Paisaje\\_130926.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/guias/Guia_Evaluacion_Paisaje_130926.pdf)

#### IV.4.1.2. Resultados

La calidad ambiental del área de estudio indica, según los resultados obtenidos, un valor alto en base a la escala ambiental planteada, obteniendo un puntaje de 31.1. Los sitios de muestreo revelaron valores que van desde los 26 puntos equivalentes a una calidad media, hasta valores de 36 y 37 puntos correspondientes a una calidad muy alta. La siguiente tabla muestra los valores asignados en la ponderación en campo para cada uno de los sitios y para cada uno de los factores ambientales.

Tabla 44. Ponderación en campo por sitio de muestreo y factor

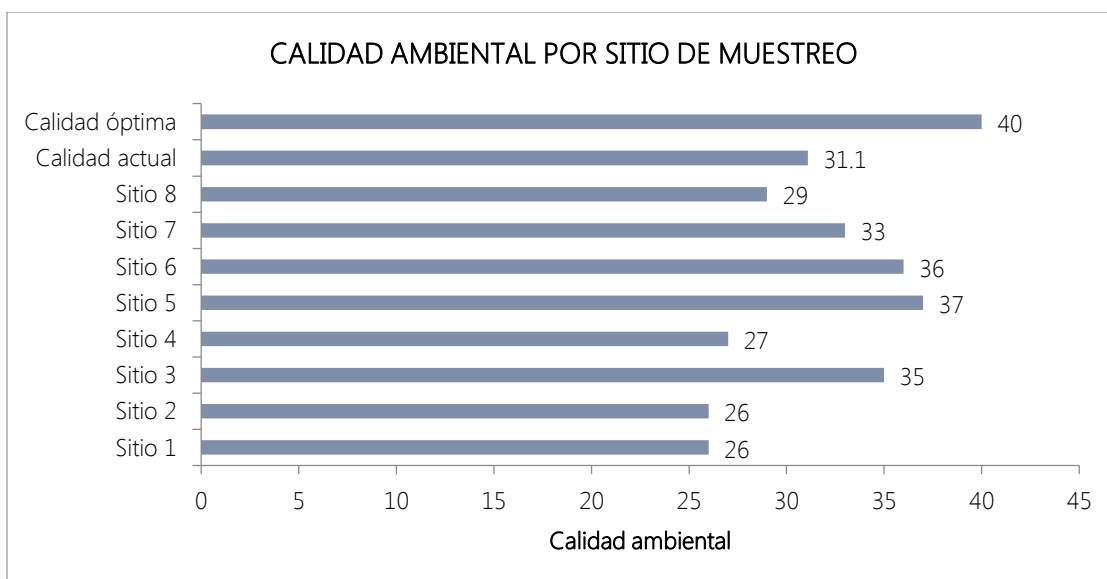
FACTOR	SITIOS DE MUESTREO								CALIDAD AMBIENTAL PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Geoformas	4	4	5	5	5	4	5	4	4.5
Suelo	4	4	5	4	5	4	5	4	4.4
Cubierta vegetal	2	2	4	2	4	4	4	4	3.3
Naturalidad de la vegetación	2	2	3	1	4	5	2	3	2.8
Presencia de ganado	4	4	5	4	5	5	4	4	4.4
Presencia de cultivos	4	4	5	5	5	5	5	4	4.6
Hábitat para la fauna	3	3	4	3	5	5	4	3	3.8
Evidencia de penetración antrópica (casas, caminos, brechas, basura, etc.)	3	3	4	3	4	4	4	3	3.5
Valores de calidad ambiental por sitio	<u>26</u>	<u>26</u>	<u>35</u>	<u>27</u>	<u>37</u>	<u>36</u>	<u>33</u>	<u>29</u>	<u>31.13</u>
Valor de CA absoluta									

Fuente; elaboración propia con datos obtenidos en campo. 2019.

De los ocho puntos evaluados, los sitios 1 y 2 obtuvieron los valores más bajos (26), estando estos sitios en la parte más baja dentro del polígono del proyecto. Las condiciones de esta zona apuntan a un terreno ampliamente desmontado, dominado por la sucesión de vegetación herbácea y arbustiva. Por otro lado, los sitios 5 y 6 presentaron los valores más altos con 36 y 37 puntos e igualmente se encuentran dentro del polígono del proyecto, pero hacia el interior de las zonas con vegetación arbórea primaria, lo que demuestra una importante diferencia entre calidades ambientales dentro de la misma poligonal del proyecto.

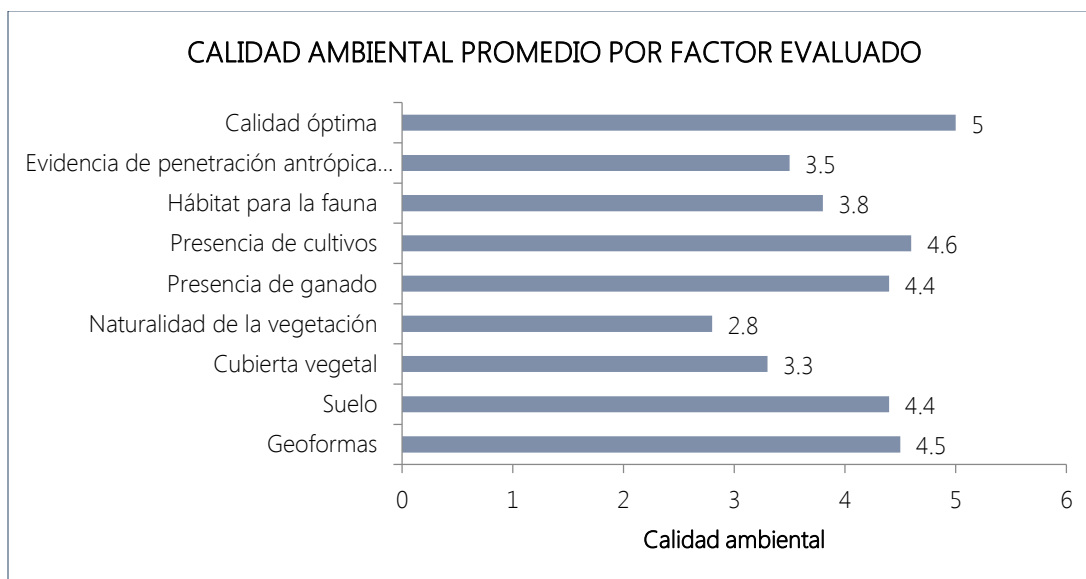


Imagen 63. En esta serie de diapositivas se observan algunas actuaciones humanas que fueron registradas en algunos sitios de muestreo lo que demerita la calidad ambiental del lugar. A. Tala no autorizada, B. Apertura de una brecha para meter vehículos al predio y C. Polución (basura).



Gráfica 37. Calidad ambiental por sitio de muestreo

Aunque los valores mencionados anteriormente indican calidades ambientales relativamente altas, es importante analizar, la forma en que contribuyeron los distintos factores en los resultados obtenidos. Así, por ejemplo, se detectaron pocas parcelas agrícolas dentro de los sitios de muestreo, lo cual hizo que se obtuvieran valores positivos para este factor, recordando que, a menor presencia de cultivos, mayor es el puntaje obtenido de calidad ambiental para dicho factor. El siguiente factor con el puntaje más alto fue para las geoformas (4.5), las cuales no se observaron tan modificadas, a excepción de los caminos actuales que conducen al predio, donde se aprecian cortes sobre el terreno. En cuanto a la presencia de ganado, si bien se logró observar poca actividad ganadera y por tanto obtuvo valores altos durante la ponderación (4.4 de 5), la cantidad de potreros y la extensión de los mismos para la ganadería extensiva es probablemente lo que más ha fragmentado las áreas forestales, de tal forma que la naturalidad de la vegetación presentó el menor puntaje, ya que como se acaba de mencionar, una parte muy importante del terreno, anteriormente forestal, se encuentra cubierta por pastos o vegetación secundaria. Los factores restantes presentan valores medio-altos.



Gráfica 38. Calidad ambiental promedio por factor evaluado

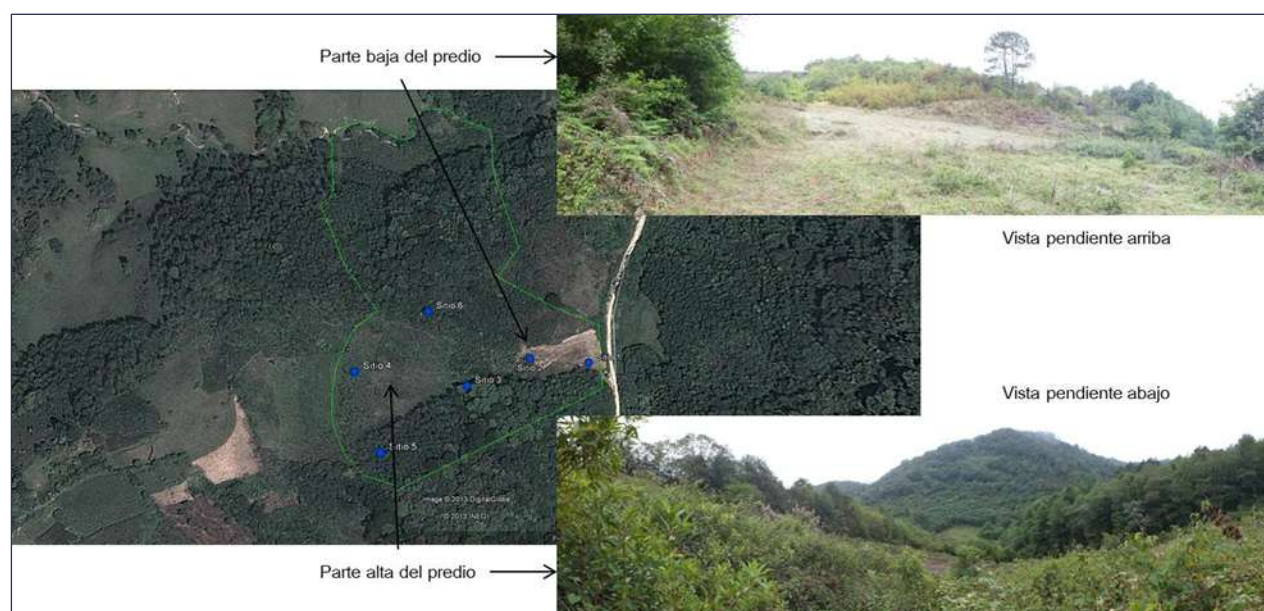


Imagen 64. Paisaje en el sitio del proyecto

Con esto se puede concluir que la calidad ambiental del área de estudio presenta valores heterogéneos, dada principalmente por el uso que los pobladores le dan el terreno, dejando parches de vegetación en condiciones aceptables de conservación, inmersos en una matriz de potreros y otros elementos de origen antrópico.

#### IV.4.2 Fragilidad ambiental

En la naturaleza todos los componentes se encuentran regulados a través de un sinnúmero de ciclos interrelacionados, entre los seres vivos y los factores abióticos. De esta manera todo en la naturaleza se puede renovar, reciclar y conservar. No obstante el factor humano es sin duda el causante de la crisis ambiental actual, y esto se debe en gran medida a que la sociedad no conozca ni comprenda, aunque sea de modo superficial, los principios básicos de la ecología. En general estos principios pueden englobarse en siete: 1) la Tierra es un sistema viviente finito, en equilibrio y sustentable; 2) la Tierra está constituida por un subsistema físico y uno biológico; 3) principio de factor limitante; 4) principio de sistema abierto (flujo de energía); 5) principio de sistema cerrado (flujo de materia); 6) homeostasis; y 7) capacidad de carga.

La fragilidad ambiental es un concepto que puede ser definido como una medida de sensibilidad intrínseca de los ecosistemas a las presiones ambientales, asociadas a amenazas que sean capaces de perturbar el equilibrio de un sistema (Cola-Valle y col., 2016). Es claro que un ecosistema puede responder de diferente manera a las intervenciones humanas dentro de sus componentes paisajísticos como el relieve del terreno, el suelo, el clima, los recursos hídrico y la cobertura vegetal por mencionar algunos de los más importantes (Dávila, 2011).

En este tenor, la representación cartográfica de la fragilidad ambiental constituye una herramienta de visualización espacial muy importante de algún territorio dado, que suele ser utilizada por los organismos públicos y de investigación para la gestión del suelo en una escala local o regional. La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha sido usada ampliamente desde hace más de 15 años por varios sectores interesados en la investigación o en el planeamiento del territorio (Donha y col., 2006).

##### *IV.4.2.1 Metodología*

En la presente sección, que forma parte del diagnóstico ambiental, se estimó su condición actual a nivel del área de influencia mediante el cálculo de la fragilidad ambiental en un proceso de suma algebraica de capas de información sobre las plataformas de ArcView 3.2 y ArcMap 10.1 (UAT, 2001; Donha y col., 2006; Saborío-Viquez, 2012). Para este proceso se definieron cuatro capas:

1. Uso de suelo y vegetación
2. Relieve del terreno en grados
3. Cercanía a corrientes de agua
4. Cercanía a vías de comunicación

Las capas fueron ponderadas por un equipo de expertos con valores entre 1 y 5, posteriormente se reclasificaron según las características de cada una y finalmente se normalizaron los valores para evitar sesgos por sobre o subvaloración de alguna capa en particular. El proceso sumatorio de capas se llevó a cabo en formato raster con celdas de 3X3 metros. A continuación se desarrollan algunos detalles sobre la obtención y reclasificación de cada una de las capas de información.

Uso de suelo y vegetación. Se obtuvo mediante un proceso de fotointerpretación general del área de influencia a partir de imágenes satelitales. El resultado fue una capa compuesta por seis tipos de uso de suelo y vegetación: bosque de pino-encino, selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña, pastizal inducido, y sin vegetación aparente (tabla 45).

Tabla 45. Valores asignados para la capa de uso de suelo y vegetación

Uso de suelo y vegetación	Valores ponderados	Valores normalizados
Bosque de pino-encino	5	0.25
Selva baja caducifolia	5	0.25
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	4	0.20
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	3	0.15
Pastizal inducido	2	0.10
Sin vegetación aparente	1	0.05

Relieve del terreno en grados. Para generar la capa del relieve del terreno en grados se obtuvieron las curvas de nivel con el programa Global Mapper 16.1 cada tres metros. Posteriormente en el programa ArcView 3.2 se generó un TIN (Red Irregular de Triángulos) y después un Modelo Digital de Elevación (MDE) a partir de las curvas de nivel usando celdas de 3X3 metros. Ya con el MDE se calculó el relieve del área de estudio con la calculadora de mapas obteniendo un rango que va de 0° a 76°. De estos datos se generaron cinco niveles de relieve y se normalizaron los valores como se indica en la siguiente tabla (46).

Tabla 46. Relieve del terreno del área de influencia

Relieve del terreno (grados)	Valores ponderados	Valores normalizados
0 – 5	1	0.067
6 – 10	2	0.133
11 – 15	3	0.200
16 – 20	4	0.267
21 – 76	5	0.333

Cercanía a corrientes de agua. Las corrientes de agua naturales como ríos y arroyos son ecosistemas que ejercen una importante influencia en la vida silvestre desde los cauces, pasando por sus riberas y en las cercanías a estas. Muchas especies de fauna silvestre viven asociadas de una u otra forma a las corrientes de agua, ya sea para beber, reproducirse, buscar alimento o como corredores biológicos para desplazarse de un hábitat a otro. En este sentido, considerando las corrientes presentes en el área de influencia se crearon cinco buffers cada 30 metros a partir de la línea central de los arroyos hasta cubrir toda la superficie del área de estudio. A estos se les dio valores ponderados del uno al cinco y se normalizaron como en los casos anteriores (tabla 47).

Tabla 47. Cercanía a las corrientes de agua presentes en el área de influencia.

Cercanía a corrientes agua (m)	Valores ponderados	Valores normalizados
> 120	1	0.067
90 – 120	2	0.133
60 – 90	3	0.200
30 – 60	4	0.267
0 – 30	5	0.333

Cercanía a vías de comunicación. La red de vialidades se obtuvo de la página GEOFABRIK a la cual se le crearon cinco buffers cada 10 metros a partir de la línea central de cada vialidad. Evidentemente entre más alejados de las vías de comunicación más importante para la vida silvestre. La tabla general queda de la siguiente manera:

Tabla 48. Cercanía a vías de comunicación en el área de influencia.

Cercanía a vías de comunicación	Valores ponderados	Valores normalizados
0 – 20	1	0.067
20 – 40	2	0.133
40 – 60	3	0.200
60 – 80	4	0.267
> 80	5	0.333

Una vez que se definieron los valores de cada tabla se procedió a reclasificar cada capa de información y se convirtieron a formato raster para proceder a realizar la suma algebraica de todas las capas (imagen 65) y así obtener el mapa final de fragilidad ambiental. Los valores finales obtenidos se dividieron en cinco niveles para una mejor representación e interpretación de los resultados.

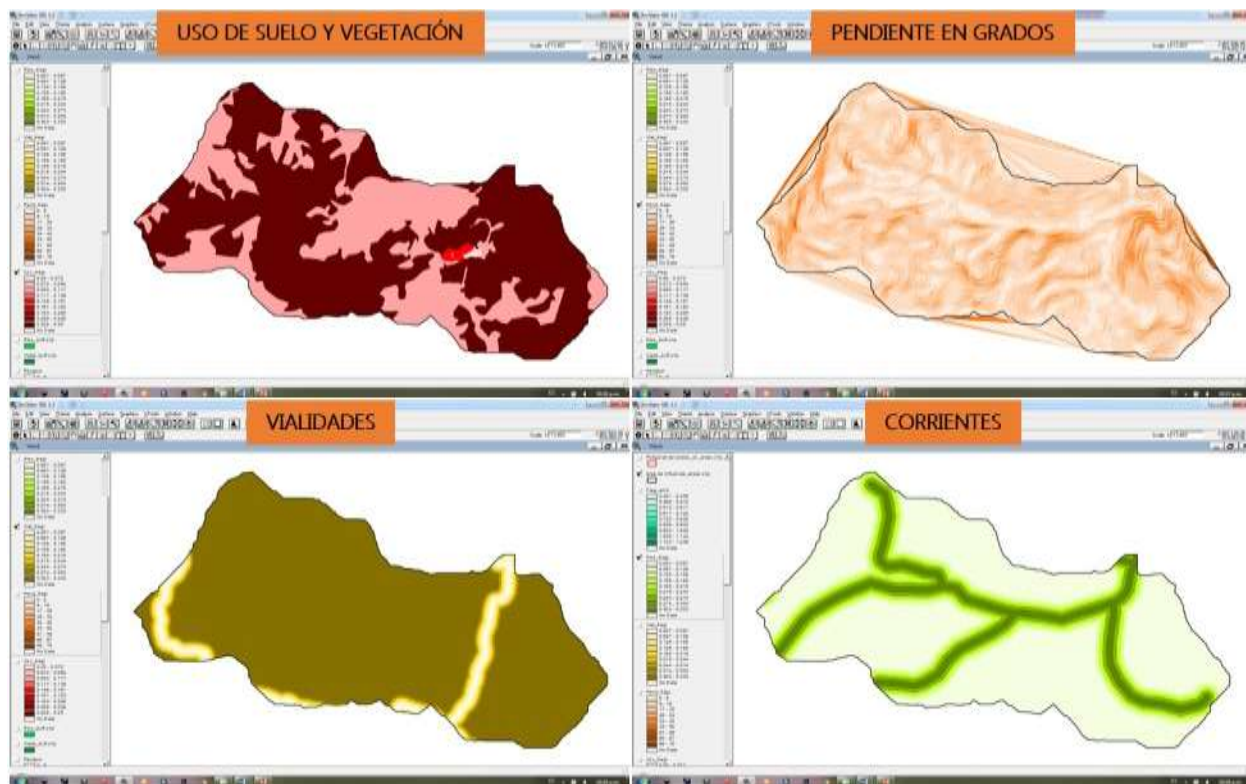


Imagen 65. Capas de información utilizadas para el cálculo de la fragilidad ambiental en el área de influencia.

#### IV.4.2.2 Resultados

Los resultados obtenidos muestran que a nivel del área de influencia no se observa una dominancia contundente en algún grado de fragilidad ambiental. No obstante cabe señalar que a partir de la fragilidad media y hasta la muy alta, las áreas coinciden en gran medida con muchas de las superficies forestales, ya sea en estado primario o secundario, en otras palabras, todas las zonas de fragilidad media, alta y muy alta son aquellas de mayor prioridad para la conservación. Por otro lado están las superficies de fragilidad baja y muy baja que se localizan sobre terrenos mayormente desprovistos de vegetación forestal, e incluso, de cualquier tipo de vegetación, pues se observaron pequeñas áreas de suelo desnudo. Estas últimas zonas evidentemente tienen un valor inferior en términos ecológicos, aunque no representan barreras completamente impermeables, de modo que existen especies de fauna silvestre que pueden desplazarse a través de estas zonas para llegar a sitios forestales de mayor calidad.

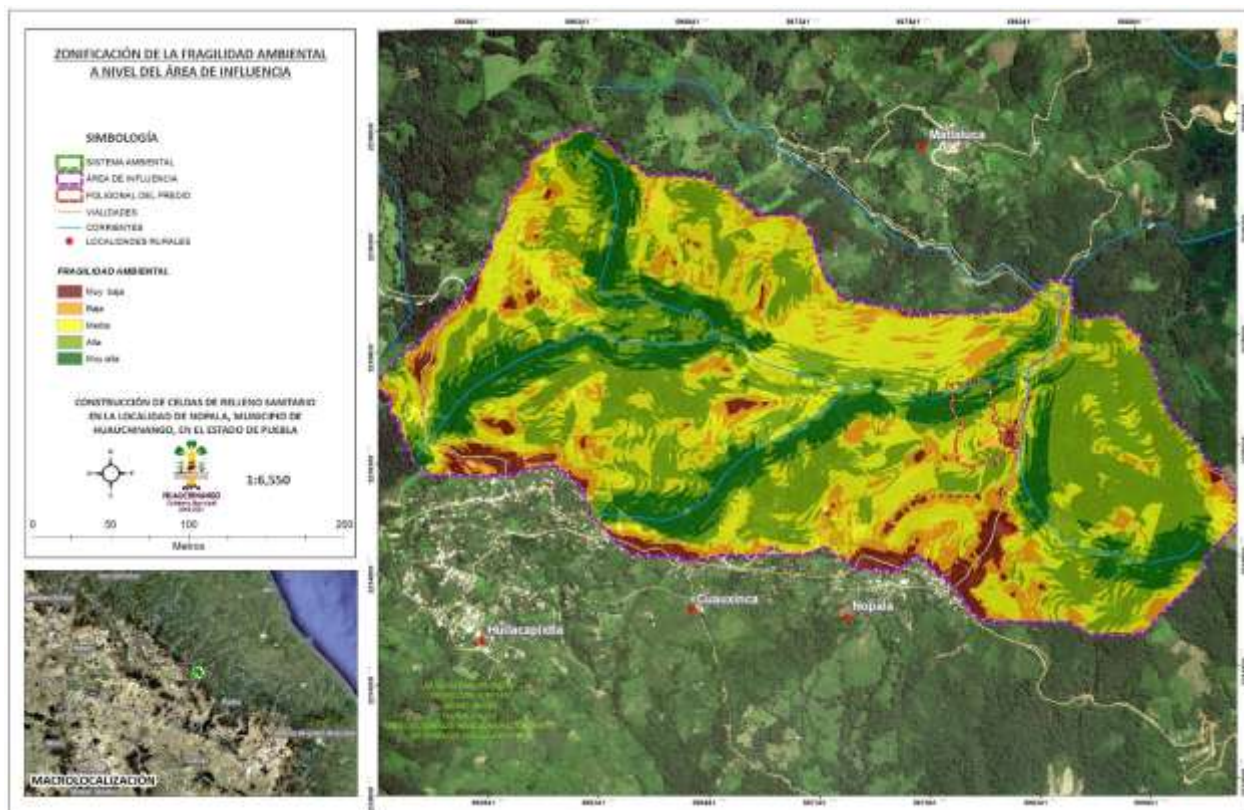


Imagen 66. Zonificación de los distintos niveles de fragilidad ambiental a nivel del área de influencia.

A nivel de la poligonal del predio se presentan básicamente los cinco grados de fragilidad ambiental, aunque se observan dos áreas bastante definidas, que resulta muy interesante comentar por su relevancia con el proyecto. Primeramente, desde la parte central del predio y hacia el norte, los valores de fragilidad son altos y muy altos, es decir, tienen una importante calidad ambiental, de modo que su aptitud se inclina mayormente a la conservación.



Imagen 67. Muestra fotográfica de la zona norte de la poligonal del predio.

Por otra parte, desde la sección central del predio y hacia el sur del mismo se pueden observar cuatro grados de fragilidad, desde el grado alto hasta el muy bajo. Toda esta superficie se observó en campo con características de deterioro bien marcadas, desde zonas con vegetación secundaria arbustiva



hasta sitios completamente desprovistos de vegetación. Por supuesto, la aptitud para la conservación de estas zonas se ve mermada por su evidente deterioro, por lo cual, su uso para la ejecución del proyecto se ve favorecido y con buena inclinación hacia su viabilidad, bajo el cumplimiento de todas las medidas ambientales que se propongan en el capítulo VI.



Imagen 68. Muestra fotográfica de la zona sur de la poligonal del predio.

#### *IV.4.2.3 Conclusión*

A nivel del área de influencia no se observa con claridad alguna dominancia de los distintos grados de fragilidad ambiental. Las áreas forestales coinciden en buena medida con los grados alto y muy alto, mientras que las áreas con mayor intervención humana se relacionan con los grados de fragilidad baja y muy baja. A nivel de la poligonal del predio se distinguen con claridad dos zonas con diferente aptitud para la conservación. En la parte centro-norte la fragilidad ambiental es mayormente alta y muy alta denotando su aptitud para la conservación. En el área centro-sur la fragilidad ambiental presenta desde valores altos hasta muy bajos, detectándose incluso en esta zona, superficies altamente deterioradas donde la vegetación se encuentra completamente ausente. La zona con mayor aptitud y viabilidad ambiental para ejecutar el proyecto, recae en general sobre la parte sur de la poligonal del predio, obviamente bajo el entendido de cumplir con todas las medidas ambientales propuestas en el capítulo VI.

V. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	2
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	2
V.1.1 Matriz de identificación de impactos	2
V.1.2 Matriz de valoración de impactos	4
V.2 Identificación de impactos	7
V.3 Evaluación de impactos	12
V.3.1 Con proyecto y sin medidas	12
V.3.1.1 Preparación del sitio	13
V.3.1.2 Construcción	16
V.3.1.3 Operación y mantenimiento	18
V.3.1.4 Abandono del sitio	22
V.3.2 Con proyecto y con medidas	24
V.3.2.1 Preparación del sitio	24
V.3.2.2 Construcción	27
V.3.2.3 Operación y mantenimiento	29
V.3.2.4 Abandono y desmantelamiento de las instalaciones	32
V.4 RESULTADOS	34
V.4.1 Preparación del sitio	34
V.4.2 Construcción	35
V.4.3 Operación y mantenimiento	36
V.4.4 Abandono y desmantelamiento de instalaciones	36

## V. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

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

Para identificar y caracterizar los impactos ambientales tanto benéficos como adversos, se utilizaron dos métodos de matrices complementarias entre sí. La primera es una matriz de interacción con la que únicamente se identifican los impactos probables; la segunda matriz evalúa dichos impactos y los caracteriza de acuerdo al beneficio o perjuicio ejercido tanto sobre el área de influencia como el SA del proyecto. Estos métodos se describen a continuación:

#### V.1.1 Matriz de identificación de impactos

Con esta matriz se identifican los impactos en base a la interacción entre componentes del sistema ambiental regional y las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. Los pasos seguidos fueron los siguientes:

- Se definen los componentes para cada categoría a evaluar: Ecosistemas, Contaminación ambiental, Aspectos estéticos y Aspectos socioeconómicos.
- Se enlistan las actividades a realizar para el proyecto de acuerdo al programa de trabajo presentado en el capítulo II y a la información proporcionada por el promovente.

La matriz quedó integrada por las cuatro categorías mencionadas, 9 subcategorías y 28 componentes ambientales y las actividades de instalación, mostrados en las tablas siguientes:

Tabla 1. Categorías, subcategorías y componentes del SA.

ECOSISTEMAS		CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	
Vegetación	Afectación a la Vegetación Forestal	Agua	Modificación de cauces
	Afectación a la Vegetación No forestal		Modificación de calidad de agua subterránea
Fauna	Modificación del hábitat para la herpetofauna	Suelo	Modificación de calidad por Transporte de sólidos
	Modificación del hábitat para las aves		Modificación del Relieve
	Modificación del hábitat para los mamíferos		Modificación de la calidad por Compactación
Servicios ambientales	Captura de carbono	Aire	Afectación de la Estabilidad
	Regulación climática		Modificación de la calidad por Residuos sólidos
	Protección de biodiversidad y ecosistemas		Modificación de la calidad por Residuos sólidos peligrosos
			Modificación de la calidad perceptible por la generación de Ruido
			Modificación a la calidad

	Protección del suelo		perceptible por generación de polvo Modificación de la calidad perceptible por la generación de GEI
<b>ASPECTOS ESTÉTICOS</b>		<b>ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS</b>	
<b>Paisaje</b>	Fondo escénico	<b>Social</b>	Disponibilidad de servicios urbanos Seguridad y salud de la población Seguridad de los trabajadores
	Actuaciones humanas Color	<b>Económico</b>	Actividades comerciales Generación de empleos

Las actividades de operación del proyecto se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2. Actividades para el proyecto.

Preparación del sitio	Construcción	Operación	Abandono del sitio
Instalación de obras provisionales	Instalación de drenaje de lixiviados	Recepción de residuos	
Desmonte	Instalación de cunetas para agua pluvial	Separación de residuos	
Despalme	Construcción de caseta de vigilancia y área de pesado	Compactación de residuos	
Nivelación	Construcción de áreas administrativas y de servicios	Transporte y acomodo de pacas al área de disposición final	Colocación de cobertura final
Corte de taludes	Instalación de cerca perimetral	Colocación de cubierta diaria	Desmantelamiento de obras
Preparación del suelo de soporte	Sistema de captación de lixiviados	Operación de sistema de captación de lixiviados	Conservación de ZR
Impermeabilización (geomalla y geomembrana)	Sistema de floculación (lixiviados)	Operación de pozos de biogás	Monitoreo ambiental
	Instalación de pozos para biogás	Almacenamiento de reciclables	
	Instalación de pozos de monitoreo de lixiviados	Monitoreo ambiental	
		Mantenimiento	

Para formar la matriz se colocaron las actividades en forma horizontal y los componentes de forma vertical. Posteriormente se procede a llenar la matriz marcando con un 1 la casilla donde se identifique una interacción entre actividad y componente, y con un 0 donde no exista interacción.

Los resultados se obtienen de las sumatorias de las interacciones identificadas, obteniendo sumatorias por actividad, por etapa, por subcategoría, o por componente. Estos resultados permiten observar desde que factor presenta el mayor número de interacciones y en relación a que actividad.

## V.1.2 Matriz de valoración de impactos

La metodología utilizada es tomada de Bojórquez Tapia, 1989; Duinker y Beanlands, 1986; y ésta consiste en calificar cada interacción (impacto) mediante once criterios, clasificados como básicos, y complementarios.

Tabla 3. Criterios para evaluación de impactos.

Criterios	Definición
<b>BÁSICOS</b>	
Magnitud (M)	Intensidad de la afectación en el área del impacto
Extensión (E)	Área de afectación con respecto a la disponible en la zona de estudio
Duración (D)	Tiempo del efecto
<b>COMPLEMENTARIOS</b>	
Sinergia (S)	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación (A)	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia (C)	Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto
Mitigación (T)	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación

Estos criterios se evalúan con una escala de diez niveles de magnitud (del 0 al 9) dependiendo del efecto que tenga la actividad sobre el componente evaluado.

Tabla 4. Escala de evaluación de criterios.

Valor	Nivel de significancia	Valor	Nivel de significancia
0	Nulo	5	Moderado
1	De Nulo a Bajo	6	Moderado a Alto
2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto

Por su lado, los criterios básicos y complementarios tienen la escala siguiente.

Tabla 5. Escala de evaluación para los criterios básicos y complementarios.

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	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	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

CRITERIOS BÁSICOS	PARÁMETROS Y ESCALAS		
	1 - 3	4 - 6	7 - 9
	por la normativa o criterio ambiental	máximo permisible por la normativa o criterio ambiental.	ambiental.
<b>Extensión (E)</b>	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.
<b>Duración (D)</b>	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
<b>Sinergia (S)</b>	Nula a mínima, cuando una acción actuando sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	Moderada, cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental poco relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	Alta, cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente
<b>Acumulación (A)</b>	Nula a Mínima, cuando el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio o 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.
<b>Controversia (C)</b>	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
<b>Mitigación (T)</b>	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.

Para la evaluación de las interacciones identificadas y obtener la significancia parcial y final de cada impacto se aplicaron las ecuaciones contenidas en la tabla siguiente:

Tabla 6. Ecuaciones aplicadas.

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

A continuación, se describen los índices utilizados.

Índice básico: se obtiene utilizando los tres parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), con la siguiente ecuación.

$$IB_{ij} = 1/27(M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

El origen de la escala de valoración es 0.111, ya que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice. ( $0.111 \leq IB \leq 1$ ).

Índice complementario. En este índice se utilizan los tres parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), en la siguiente ecuación.

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

Para este índice el origen de la escala es 0, debido a que es valor más bajo posible a obtener, por lo que sus valores se ubican en el rango  $0 \leq IC \leq 1$ .

Índice de impacto. Está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios. Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (S, A, C), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula con la ecuación siguiente:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{1-IC_{ij}}$$

Dónde:

II<sub>ij</sub> = índice de impacto

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

Significancia del impacto. Una vez obtenidos los índices IB, IC e II, se procede a calcular la significancia del impacto ( $S_{ij}$ ), tomando en cuenta la existencia y en su caso, la eficiencia esperada de las medidas de mitigación ( $T_{ij}$ ) usando la ecuación siguiente:

$$S_{ij} = I_{ij} * \left(1 - \frac{1}{9(T_{ij})}\right)$$





Dónde:

$I_{ij}$  = Índice de impacto

$T_{ij}$  = Existencia, 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; utilizando la escala siguiente:

Tabla 7. Clasificación del impacto de acuerdo al valor de la significancia.

Rango del impacto	Clasificación	
0.110 – 0.249	Inapreciable (I)	
0.250 – 0.499	Menor (M)	
0.500 – 0.749	Medio (Md)	
0.749 – 1.00	Alto (A)	

## V.2 Identificación de impactos

Se observa que de los 28 componentes incluidos en la matriz de identificación, se prevé que sean afectados 27 por el proyecto en cierta forma y magnitud, lo cual se determinará con la metodología complementaria desarrollada en el inciso siguiente.

De estos 27 componentes afectados, se desprende un total de 184 interacciones o impactos, los cuales se identifican con un "1" en la tabla mostrada a continuación.



Tabla 8. Matriz de identificación de impactos

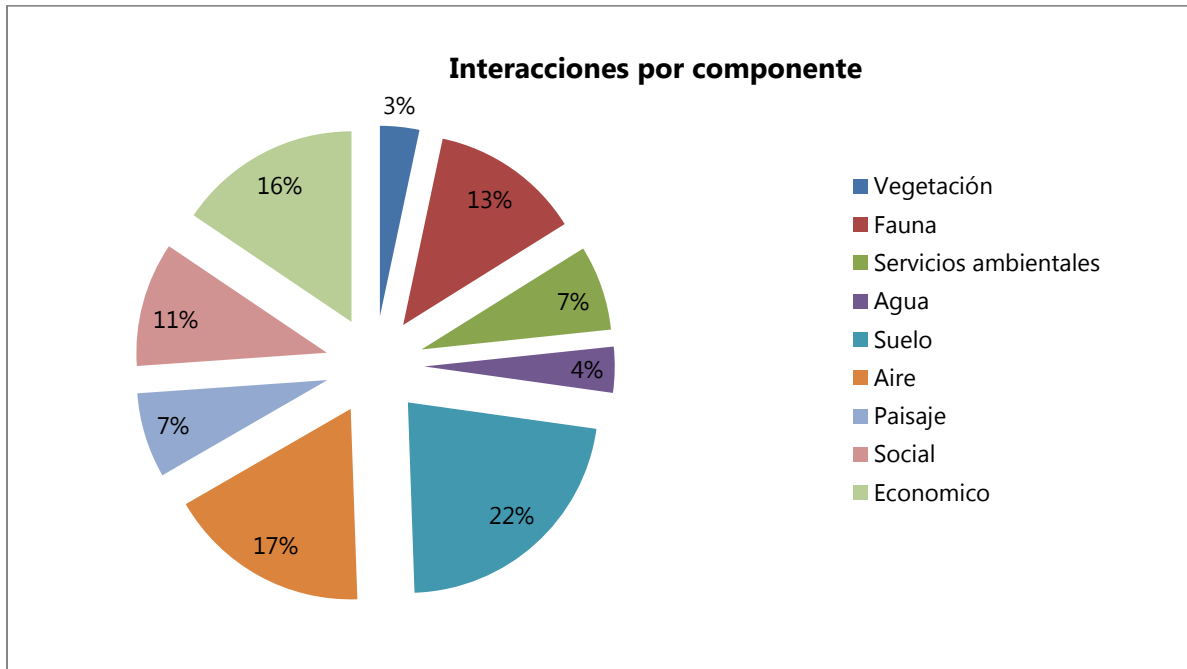
ETAPAS DEL PROYECTO			PREPARACIÓN DEL SITIO						CONSTRUCCIÓN								OPERACIÓN								DESMANTELA MIENTO Y ABANDONO							
CATEGORIAS	SUBCATEGORIA	COMPONENTE	Instalación de obras provisionales	Desmante	Despalme	Nivelaciones	Corte de taludes	Preparación del suelo de soporte	Impermeabilización	Instalación drenaje de lixiviados	Instalación cunetas para agua pluvial	Construcción caseta de vigilancia y área de pesado	Construcción de áreas administrativas y de servicios	Instalación de cerca perimetral	Sistema de captación de lixiviados	Sistema de floculación	Instalación de pozos de biogás	Inst. pozos monitoreo lixiviados	Recepción de residuos	Separación de residuos	Compactación de residuos	Transporte y acomodo de pacas	Colocación de cubierta diaria	Op. de sist. de captación de lixiviados	Op. de pozos de biogás	Almacenamiento de reciclables	Monitoreo ambiental	Mantenimiento	Colocación de cobertura fina	Desmantelamiento de obras	Conservación de ZR	Monitoreo ambiental
			ECOSISTEMAS	VEGETACIÓN	Afectación Vegetación Forestal <sup>a</sup>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afectación Vegetación no forestal <sup>a</sup>	0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
FAUNA	Herpetofauna-Modificación hábitat <sup>de</sup>	1		1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Aves-Pérdida hábitat <sup>de</sup>	0		1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Mamíferos-Modificación hábitat <sup>de</sup>	0		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
SERVICIOS AMBIENTALES	Captura de carbono	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Regulación climática	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	
	Protección de biodiversidad y ecosistemas <sup>de</sup>	0		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Protección del suelo	0		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AGUA	Modificación de calidad por transporte <sup>de</sup>	0		0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

ETAPAS DEL PROYECTO			PREPARACIÓN DEL SITIO					CONSTRUCCIÓN										OPERACIÓN							DESMANTELA MIENTO Y ABANDONO									
CATEGORIAS	SUBCATEGORIA	COMPONENTE	Instalación de obras provisionales	Desmante	Despalme	Nivelaciones	Corte de taludes	Preparación del suelo de soporte	Impermeabilización	Instalación drenaje de lixiviados	Instalación cunetas para agua pluvial	Construcción caseta de vigilancia y área de pesado	Construcción de áreas administrativas y de servicios	Instalación de cerca perimetral	Sistema de captación de lixiviados	Sistema de floculación	Instalación de pozos de biogás	Inst. pozos monitoreo lixiviados	Recepción de residuos	Separación de residuos	Compactación de residuos	Transporte y acomodo de pacas	Colocación de cubierta diaria	Op. de sist. de captación de lixiviados	Op. de pozos de biogás	Almacenamiento de reciclables	Monitoreo ambiental	Mantenimiento	Colocación de cobertura fina	Desmantelamiento de obras	Conservación de ZR	Monitoreo ambiental		
					de sólidos																													
		Modificación a la calidad del agua subterránea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	
		Modificación de cauces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SUELO	Modificación del relieve	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
		Modificación de calidad por compactación	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Afectación a la estabilidad	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
		Modif a la calidad por RSU	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	
		Modif a la calidad por RPs	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	
		AIRE	Modif a la calidad por ruido	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
			Modif a la calidad generación de polvo	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
	Modif a la calidad por generación de GEI		0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	

ETAPAS DEL PROYECTO			PREPARACIÓN DEL SITIO							CONSTRUCCIÓN										OPERACIÓN							DESMANTELA MIENTO Y ABANDONO							
CATEGORIAS	SUBCATEGORIA	COMPONENTE	Instalación de obras provisionales	Desmante	Despalme	Nivelaciones	Corte de taludes	Preparación del suelo de soporte	Impermeabilización	Instalación drenaje de lixiviados	Instalación cunetas para agua pluvial	Construcción caseta de vigilancia y área de pesado	Construcción de áreas administrativas y de servicios	Instalación de cerca perimetral	Sistema de captación de lixiviados	Sistema de floculación	Instalación de pozos de biogás	Inst. pozos monitoreo lixiviados	Recepción de residuos	Separación de residuos	Compactación de residuos	Transporte y acomodo de pacas	Colocación de cubierta diaria	Op. de sist. de captación de lixiviados	Op. de pozos de biogás	Almacenamiento de reciclables	Monitoreo ambiental	Mantenimiento	Colocación de cobertura fina	Desmantelamiento de obras	Conservación de ZR	Monitoreo ambiental		
			ASPECTOS ESTÉTICOS	PAISAJE	Fondo escénico	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Actuaciones humanas	1	0			0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Color	0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	ECONOMICO	Generación de empleos	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1		
		Actividades comerciales	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
	SOCIAL	Disponibilidad de servicios urbanos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Seguridad de trabajadores	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
		Seguridad y salud de la población	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	

Cabe destacar que en este punto de la metodología, se están identificando interacciones (impactos) de las actividades con su entorno, y hasta este punto aún no se indica si la interacción es positiva o negativa; como primer análisis, los impactos identificados con un "1" en la casilla se ordenan de acuerdo a su subcategoría, encontrado la siguiente distribución:



Gráfica 1. Distribución de impactos por subcategoría.

Se observa que la mayor parte de los impactos se ubican en la subcategoría de suelo, evidentemente el tipo de proyecto modificará la calidad del suelo y que la mayor parte de las actividades están relacionadas con este componente, se observa en la gráfica un 22% de impactos en esta subcategoría. De acuerdo a estas mismas actividades de manejo de material, suelo, y funcionamiento de maquinaria se observa que el 17% de los impactos será hacia la subcategoría Aire. El 7% de los impactos se presentará hacia los servicios ambientales asociados con la cubierta vegetal y la calidad del suelo principalmente, al ser modificados ambos aspectos, los servicios ambientales también serán afectados en alguna medida. El 13% de impactos se observan hacia la Fauna, dentro del sistema ambiental se encontraron seis especies de reptiles, treinta y siete especies de aves (tres de estas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría Sujetas a Protección Especial) y tres especies de mamíferos, estas especies tienen una alta posibilidad de desplazarse hacia la poligonal del proyecto, atraídas hacia las zonas que aún conservan una buena cubierta vegetal, como son las zonas de reserva, por lo que pueden ser afectadas por las diferentes actividades de instalación del proyecto.

El paisaje visual presenta un 7% de impactos, estos impactos se detectan considerando desde el cambio en la cubierta vegetal, la modificación del perfil topográfico, presencia de maquinaria, instalaciones y por supuesto la conformación de celdas de RSU. La subcategoría de Agua presenta el 4% de impactos considerando la probabilidad de un incorrecto manejo del material producto de los

cortes y nivelaciones, de los residuos peligrosos que se lleguen a presentar, de las aguas residuales, así como de los propios RSU, todos ellos podrían ser arrastrados a los escurrimientos cercanos o infiltrarse al suelo.

La vegetación presenta un 3% de impactos puesto que sólo la actividad de desmonte modificará a este componente. Finalmente se observa un 11 % de impactos a la subcategoría social y 16 % a la económica, en general se esperan impactos positivos para estas subcategorías ya que el proyecto durante todas sus etapas genera empleos temporales o permanentes, así como actividades comerciales.

Por otra parte, también se analiza la distribución de los impactos por etapa en la que se presentan, resultando lo siguiente:



Gráfica 2. Distribución de impactos por etapa del proyecto.

## V.3 Evaluación de impactos

### V.3.1 Con proyecto y sin medidas

A continuación, se describen los impactos identificados por etapa y categoría. En esta valoración no se contempla el criterio "T" relativo a la existencia y eficiencia de las medidas de mitigación, por lo que los resultados obtenidos conforman un escenario "sin medidas de mitigación".

Es importante mencionar que la Significancia obtenida en todas las categorías, está determinada por cuatro criterios principalmente: la extensión del impacto, la duración, magnitud y existencia de medidas de mitigación; mismos que a su vez responden al tipo de proyecto y a las características bióticas y abióticas del área en donde se pretende insertar.

### V.3.1.1 Preparación del sitio

#### a) Ecosistemas y Contaminación ambiental

Se considera el efecto negativo a la vegetación forestal, ya que se deberá desmontar dentro del polígono del proyecto, una superficie de 1.71 ha con este tipo de vegetación representada por vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña. Esta superficie con vegetación forestal a afectar representa el 58.16% del polígono del proyecto, y el 23 % de la superficie total del predio, por último en relación al AI, representa el 0.35% de superficie. Por el tipo de vegetación y la duración de impacto, se observa una significancia media para este impacto. Cabe recordar que dentro del predio se mantendrán dos zonas de reserva conservando la vegetación en ellas.

En el caso de la fauna se observa una afectación referente a la modificación de hábitat y a los eventos de atropellos para reptiles principalmente; ya que este grupo por su naturaleza (movimiento lento y atracción por las zonas con alta temperatura y vibraciones) son más susceptibles. En el caso de los mamíferos y aves la pérdida de hábitat no llega a ser un impacto bajo y medio, puesto que estas especies tienen mayor probabilidad de alejarse en busca de otros sitios de refugio y alimento.

El primer impacto identificado es la mortalidad de herpetofauna durante la etapa de preparación del sitio (desmonte y despalme); si bien la superficie del predio ya presenta una modificación de la vegetación original, aún permite que algunas especies de reptiles puedan sobrevivir en ella.

Las tres especies de mamíferos encontradas en el polígono del proyecto (zorra gris, cacomixtle, conejo serrano) presentan amplias distribuciones de manera natural, incluso fuera de México, lo que les repercute una condición de no endémicas para el país. En otras palabras se trata de especies comunes con amplias adaptaciones a ecosistemas alterados.

Para los Servicios ambientales se identifican impactos medios principalmente, estos impactos están estrechamente relacionados con la cobertura vegetal y la calidad y estabilidad del suelo, por lo que la superficie de desmonte, despalme y corte de taludes también es determinante para su valoración.

Tabla 9. Valoración sin medidas – Preparación del sitio - Ecosistemas

Sub categoría	Impacto ambiental		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	Significancia
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Vegetación	Afectación a vegetación forestal	Desmonte	4	3	8	1	1	2	0	0.5556	0.0741	0.5803	0.61
	Afectación a vegetación no forestal	Desmonte	3	3	8	0	0	2	0	0.5185	0.0000	0.5185	0.54
Fauna	Modificación de hábitat para herpetofauna	Instalación de obras provisionales	2	2	3	1	0	0	0	0.2593	0.0370	0.2726	0.27
		Desmonte	4	3	7	1	1	0	0	0.5185	0.0741	0.5444	0.54
		Despalme	3	3	7	1	1	0	0	0.4815	0.0741	0.5083	0.51
		Corte de taludes	4	3	7	1	0	0	0	0.5185	0.0370	0.5313	0.53
	Modificación de	Desmonte	4	3	7	1	1	0	0	0.5185	0.0741	0.5444	0.54

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Sub categoría	Impacto ambiental		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	Significancia
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
	hábitat para aves	Corte de taludes	3	3	7	1	0	0	0	0.4815	0.0370	0.4947	0.49
	Modificación de hábitat para mamíferos	Desmante	4	3	7	1	0	0	0	0.5185	0.0370	0.5313	0.53
		Despalme	3	3	7	0	0	0	0	0.4815	0.0000	0.4815	0.48
Servicios ambientales	Captura de carbono	Desmante	3	3	8	1	0	0	0	0.5185	0.0370	0.5313	0.53
	Regulación climática	Desmante	3	3	8	1	0	0	0	0.5185	0.0370	0.5313	0.53
	Protección de biodiversidad y ecosistemas	Desmante	3	3	8	1	0	0	0	0.5185	0.0370	0.5313	0.53
		Despalme	3	3	7	0	1	0	0	0.4815	0.0370	0.4947	0.49
	Protección del suelo	Despalme	4	3	7	1	1	0	0	0.5185	0.0741	0.5444	0.54
		Corte de taludes	4	3	7	1	0	0	0	0.5185	0.0370	0.5313	0.53

El primer impacto se ubica en el componente Agua y se refiere a cualquier posibilidad de un manejo inadecuado del material producto del despalme y de los cortes, así como de cualquier residuos originado por estas actividades (residuos urbanos generados por los trabajadores), el cual puede ser arrastrado por el viento o lluvia a los escurrimientos naturales cercano provocando una contaminación.

Para la subcategoría, suelo se considera la modificación del relieve natural, impacto que será permanente, el efecto de la compactación no sólo en el área de disposición final sino también en las zonas de trabajo y movimiento de maquinaria. Igualmente se contempla la generación de residuos sólido como material de excavación y residuos urbanos generados por los trabajadores; al igual que residuos peligrosos provenientes de la operación de maquinaria y equipo, desde suelo contaminado hasta estopa o trapo usado por los operadores.

En el caso del aire se considera el levantamiento de polvo por el movimiento de material, la generación de GEI por los motores de los equipos utilizados y la generación de ruido.

Tabla 10. Valoración sin medidas – Preparación del sitio – Contaminación ambiental

Sub categoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Agua	Modificación de calidad por arrastre de sólidos	Despalme	3	4	3	1	1	0	0	0.3704	0.0741	0.3986	0.40
		Corte de taludes	4	3	3	1	1	0	0	0.3704	0.0741	0.3986	0.40
Suelo	Modificación del relieve	Nivelación	3	3	7	1	0	0	0	0.4815	0.0370	0.4947	0.49
		Corte de taludes	4	3	7	1	0	0	0	0.5185	0.0370	0.5313	0.53
	Modificación de la calidad por compactación	Nivelación	3	3	7	1	1	0	0	0.4815	0.0741	0.5083	0.51
		Corte de taludes	3	3	7	0	1	0	0	0.4815	0.0370	0.4947	0.49
		Preparación de suelo de soporte	4	4	7	0	1	0	0	0.5556	0.0370	0.5678	0.57

Sub categoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
	Afectación a la estabilidad	Corte de taludes	5	3	6	1	0	0	0	0.5185	0.0370	0.5313	0.53
	Modificación a la calidad por generación de RSU	Instalación de obras provisionales	3	3	3	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33
		Desmante	3	3	3	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33
		Despalme	3	3	3	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33
	Modificación a la calidad por generación de RP	Desmante	3	3	3	0	1	0	0	0.3333	0.0370	0.3472	0.35
		Corte de taludes	3	3	3	0	1	0	0	0.3333	0.0370	0.3472	0.35
Aire	Modificación a la calidad por ruido	Desmante	4	3	3	1	0	0	0	0.3704	0.0370	0.3842	0.38
		Despalme	4	3	3	1	0	0	0	0.3704	0.0370	0.3842	0.38
		Corte de taludes	4	3	3	1	0	0	0	0.3704	0.0370	0.3842	0.38
	Modificación a la calidad por generación de polvo	Desmante	4	4	3	1	0	0	0	0.4074	0.0370	0.4212	0.42
		Despalme	4	4	3	1	0	0	0	0.4074	0.0370	0.4212	0.42
		Corte de taludes	4	4	3	1	0	0	0	0.4074	0.0370	0.4212	0.42
	Modificación a la cal por generación de GEI	Desmante	3	4	3	0	1	0	0	0.3704	0.0370	0.3842	0.38
		Despalme	3	4	3	0	1	0	0	0.3704	0.0370	0.3842	0.38
		Corte de taludes	3	4	3	0	1	0	0	0.3704	0.0370	0.3842	0.38

### b) Aspectos estéticos y socioeconómicos

Para esta etapa (sin medidas de mitigación) se considera cualquier riesgo de trabajo por la operación de maquinaria y equipo requerido para el desmante y corte de taludes principalmente, por la duración de la actividad se obtiene un impacto negativo de significancia menor.

En el caso de la subcategoría económica se observa la generación de empleo temporal y la generación de actividades comerciales, en el caso de requerir insumos y materiales que preferentemente serán adquiridos en la misma localidad o localidades cercanas; en este caso el impacto es positivo, temporal y de significancia menor.

Finalmente en esta etapa se observa la instalación de una actuación humana que será permanente y en este primer paso se modificará la percepción que tenga un observación de este paisaje con la instalación de obras provisionales y remoción de vegetación, cabe mencionar que el esta zona donde se pretende el proyecto ya se observan modificaciones previas al paisaje asociadas con la actuación humana, como áreas de cultivo, asentamiento humanos y caminos.



Tabla 11. Valoración sin medidas – Preparación del sitio – Aspectos estéticos y socioeconómicos

Sub categoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Paisaje	Fondo escénico	Instalación de obras provisionales	3	3	3	1	0	0	0	0.3333	0.0370	0.3472	0.35
		Desmante	3	3	3	1	0	0	0	0.3333	0.0370	0.3472	0.35
		Corte de taludes	4	3	3	1	0	0	0	0.3704	0.0370	0.3842	0.38
	Actuaciones humanas	Instalación de obras provisionales	2	2	3	1	0	0	0	0.2593	0.0370	0.2726	0.27
	Color	Desmante	3	3	7	1	0	0	0	0.4815	0.0370	0.4947	0.49
Social	Seguridad de los trabajadores	Despalme	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
		Corte de taludes	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
		Instalación de obras provisionales	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
Económico	Generación de actividades comerciales	Desmante	5	5	2	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44
		Instalación de obras provisionales	5	5	2	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44
	Generación de empleos	Desmante	5	5	2					0.444	0.000	0.444	0.44

### V.3.1.2 Construcción

#### a) Ecosistemas y Contaminación ambiental

Durante la etapa de Construcción se considera que algunas especies de fauna puedan ser afectadas, como es el caso de la herpetofauna, ya que a pesar de poder ser ahuyentadas por las actividades de preparación del sitio es posible que algunas permanezcan enterradas o regresen a las zonas de trabajo atraídas por las temperaturas alcanzadas por el suelo descubierto, al igual que algunas aves que utilicen algunas instalaciones como percha y refugio.

En el caso de la contaminación ambiental, se espera generación de residuos y/o emisiones prácticamente por todas las actividades de esta etapa. Se contempla el arrastre de material de excavación, de construcción o residuos sólidos a los escurrimientos cercanos; así como la contaminación del suelo por este mismo tipo de residuos, e incluido cualquier derrame de combustibles o aceites provenientes de la maquinaria utilizada. También podrá existir levantamiento de polvo por el movimiento de material, y tránsito de vehículos, generación de GEI por estos mismos equipos, así como generación de ruido.

Tabla 12. Valoración sin medidas – Construcción – Ecosistemas y Contaminación ambiental

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
Fauna	Modificación de hábitat para herpetofauna	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	3	3	3	1	0	0	0	0.333	0.037	0.347	0.35	
		Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	1	0	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
		Construcción de áreas administrativas	4	3	3	1	0	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
	Modificación de hábitat para aves	Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	1	0	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
Agua	Transporte de sólidos	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	4	3	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
		Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
Suelo	Modificación de la calidad por compactación	Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
		Construcción de áreas administrativas	4	3	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
	Modificación de la calidad por RSU	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33	
		Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
		Construcción de áreas administrativas	4	3	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
		Instalación de cerca perimetral	3	3	3	0	1	0	0	0.333	0.037	0.347	0.35	
	Generación de residuos peligrosos	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33	
		Construcción de caseta de vigilancia	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33	
		Construcción de áreas administrativas	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33	
	Aire	Emisión de polvo	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	4	3	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38
Construcción de caseta de vigilancia			3	4	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
Construcción de áreas administrativas			3	4	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
Emisión de GEI		Construcción de caseta de vigilancia	3	4	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
		Construcción de áreas administrativas	3	4	3	0	1	0	0	0.370	0.037	0.384	0.38	
Generación de ruido diurno		Construcción de caseta de vigilancia	3	3	3	0	1	0	0	0.333	0.037	0.347	0.35	
		Construcción de áreas administrativas	3	3	3	0	1	0	0	0.333	0.037	0.347	0.35	

*b) Aspectos estéticos y socioeconómicos*

En el caso del paisaje se observa en esta etapa lo primeros indicios de una actuación humana temporal, que es la instalación de las obras complementarias de relleno sanitario.

Por otro lado se espera o se contempla cualquier riesgo de trabajo que puedan sufrir los trabajadores al realizar las actividades de construcción requeridas, principalmente cuando se trate de operar maquinaria pesada. Sin embargo también en esta etapa se esperan impactos sociales positivos, aunque temporales, como son la generación de empleos (requiriendo personal especialista para la instalación de los sistemas especiales como el de captación de lixiviados y de biogás) y la promoción de actividades comerciales en la zona.

Tabla 13. Valoración sin medidas – Construcción – Aspectos estéticos y socioeconómicos

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Paisaje	Actuaciones humanas	Construcción de caseta de vigilancia	2	3	7	1	0	0	0	0.444	0.037	0.458	0.46
		Construcción de áreas administrativas	2	3	7	1	0	0	0	0.444	0.037	0.458	0.46
Social	Seguridad de los trabajadores	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
		Construcción de caseta de vigilancia	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
		Construcción de áreas administrativas	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
Economía	Generación de actividades comerciales	Instalación de drenaje de lixiviados	4	3	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	4	3	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Construcción de áreas administrativas	4	4	3	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41
		Instalación de cerca perimetral	4	4	3	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41
	Generación de empleos	Instalación de drenaje de lixiviados	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Construcción de caseta de vigilancia	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Sistema de floculación	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Instalación de pozos de biogás	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Instalación de pozos de monitoreo (lixiviados)	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37

*V.3.1.3 Operación y mantenimiento*

*a) Ecosistemas y Contaminación ambiental*

Aun durante la operación del proyecto se contempla el efecto negativo que pueda tener para la fauna que se presentaba en el predio; se contempla que la presencia de los residuos atraiga a

algunos mamíferos y aves en busca de alimento, así como que se encuentren algunos individuos de herpetofauna en las áreas de trabajo, donde pueden ser atropellados por los camiones de carga.

En el caso de los servicios ambientales se observaría el efecto del cambio de cobertura en esta superficie, es decir la pérdida de una cobertura vegetal (independientemente de ser de tipo forestal o no) que proveía un servicio de absorción de rayos UV, control de polvo, protección de suelo, entre otros, frente a una nueva cobertura con residuos sólido compactado y el material de cubierta diario (suelo compactado) la cual no tendrá el mismo funcionamiento ecológico que la vegetación, esperándose ligeros cambios en la regulación climática, erosión y levantamiento de polvo en el sitio.

Tabla 14. Valoración sin medidas – Operación – Ecosistemas

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Fauna	Herpetofauna	Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495	0.49
		Aves	Recepción de residuos	3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495
	Transporte y acomodo de pacas		3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495	0.49
	Mamíferos		Recepción de residuos	3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495
		Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495	0.49
Servicios ambientales	Regulación climática	Colocación de cubierta diaria	3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495	0.49
		Op de pozos de biogás	3	4	7	0	1	0	0	0.519	0.037	0.531	0.53
	Protección del suelo	Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
		Colocación de cubierta diaria	2	3	7	1	0	0	0	0.444	0.037	0.458	0.46

Para la categoría de contaminación ambiental, como su nombre lo indica se consideran todos los puntos de generación y emisiones que se puedan presentar al realizar las actividades de operación y mantenimiento del proyecto.

De igual forma que en casos anteriores, se considera la posibilidad de un manejo inadecuado de los residuos urbanos, y del material de cubierta provocando que sean arrastrados a los escurrimientos de agua cercanos.

En el caso del suelo se observa la modificación del relieve natural con la conformación y acomodo de las celdas diarias, la compactación en zonas diferentes a la del sitio de disposición final por el tránsito del equipo, la generación de residuos urbanos por los trabajadores y así también la generación de residuos peligrosos, tanto aquellos que lleguen a ingresar con los camiones recolectores (o de transferencia) como aquellos generados por la operación de la maquinaria y equipo. Así también se contempla el levantamiento de polvo, la generación de GEI y de ruido.

Tabla 15. Valoración sin medidas – Operación – Contaminación ambiental

Subcategoría	Impacto ambiental		Criterios básicos			Criterios complementarios			Índice básico	Índice complementario	Índice de impacto	Significancia	
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Agua	Modificación de la calidad por transporte de sólidos	Recepción de residuos	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
		Compactación	3	4	4	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41
		Transporte y acomodo de pacas	3	4	4	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41
	Modificación de la calidad del agua subterránea	Transporte y acomodo de pacas	3	3	3	0	0	1	0	0.333	0.037	0.347	0.35
		Op del sistema de lixiviados	3	3	3	0	0	1	0	0.333	0.037	0.347	0.35
		Mantenimiento	2	3	6	0	0	1	0	0.407	0.037	0.421	0.42
Suelo	Modificación del relieve	Transporte y acomodo de pacas	5	3	7	1	0	0	0	0.556	0.037	0.568	0.57
		Colocación de cubierta diaria	3	3	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
	Modificación por compactación	Transporte y acomodo de pacas	3	3	6	1	0	0	0	0.444	0.037	0.458	0.46
	Afectación a la estabilidad	Transporte y acomodo de pacas	4	3	6	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
		Mantenimiento	3	3	6	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44
	Modificación de la calidad por RSU	Recepción de residuos	3	3	7	0	1	1	0	0.481	0.074	0.508	0.51
		Compactación de residuos	3	3	3	0	1	0	0	0.333	0.037	0.347	0.35
		Transporte y acomodo de pacas	3	3	3	0	1	1	0	0.333	0.074	0.362	0.36
		Mantenimiento	3	3	6	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44
	Modificación a la calidad por RP	Separación de residuos	4	3	7	0	1	0	0	0.519	0.037	0.531	0.53
Compactación de residuos		4	3	7	0	1	0	0	0.519	0.037	0.531	0.53	
Transporte y acomodo de pacas		3	3	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
Colocación de cubierta diaria		3	3	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
Op de sistema de lixiviados		5	4	7	0	1	0	0	0.593	0.037	0.604	0.60	
Mantenimiento		3	3	6	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44	
Aire	Modificación a la calidad por generación de polvo	Recepción de residuos	3	4	7	0	0	1	0	0.519	0.037	0.531	0.53
		Transporte y acomodo de pacas	3	4	7	0	0	1	0	0.519	0.037	0.531	0.53
		Colocación de cubierta diaria	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
		Mantenimiento	2	3	6	0	1	0	0	0.407	0.037	0.421	0.42
	Emisión de GEI	Separación de residuos	2	3	7	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44
		Compactación de residuos	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
		Transporte y acomodo	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52

Subcategoría	Impacto ambiental		Criterios básicos				Criterios complementarios			Índice básico	Índice complementario	Índice de impacto	Significancia
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
		de pacas											
		Op de pozos de biogás	4	4	7	0	0	1	0	0.556	0.037	0.568	0.57
		Mantenimiento	3	4	6	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
	Modificación a la calidad por ruido	Compactación	3	3	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
		Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
		Mantenimiento	2	3	6	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41

*b) Aspectos estéticos y socioeconómicos*

Para los componentes del paisaje se observa un impacto negativo medio, ya que se estará conformando un nuevo perfil compuesto por los residuos urbanos compactados y la cubierta diaria, se observará dentro del predio las pacas de residuos, el material de cubierta, las instalaciones complementarias, camiones y maquinaria, se espera la generación de polvo, y ruido sumándose en un paisaje poco atractivo durante toda la vida útil del proyecto. Con impacto positivo se encuentra la disponibilidad de servicios urbanos, refiriéndose al propio relleno sanitario que proveerá el servicio de captación, separación y disposición adecuada de los RSU del municipio. Esta misma actividad se observa beneficiosa para las poblaciones que serán atendidas por el relleno sanitario; si bien se ha observado en las visitas de campo que para muchos pobladores la función de relleno sanitario, bajo una visión con información insuficiente, no será benéfica para la comunidad, el proyecto incluye un monitoreo ambiental continuo y un mantenimiento que asegure su correcto funcionamiento.

Otro aspecto positivo es la generación de empleo, tanto temporal como permanente para la operación y mantenimiento del relleno, así como la generación de actividades comerciales en la región, donde se considera la compra/venta o renta de insumos y servicios para la operación del proyecto. Así también se contempla la comercialización de la fracción reciclable de los RSU que ingresen al relleno sanitario.

Como impacto negativo se tiene considerada a la salud y seguridad de los trabajadores, ya que se contempla cualquier riesgo de trabajo que pueda existir por las actividades de operación, principalmente aquellas en las que se requiere el manejo de maquinaria pesada.

Tabla 16. Valoración sin medidas – Operación – Aspecto estéticos y socioeconómicos

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Paisaje	Actuaciones humanas	Transporte y acomodo de pacas	5	3	7	0	1	1	0	0.556	0.037	0.568	0.58
		Colocación de cubierta diaria	5	3	7	0	1	0	0	0.556	0.037	0.568	0.57

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA	
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
Social	Disponibilidad de servicios urbanos	Recepción de residuos	6	6	7	1	0	0	0	0.704	0.037	0.713	0.71	
		Recepción de residuos	6	6	7	0	0	0	0	0.704	0.000	0.704	0.70	
	Seguridad y salud de la población	Separación de residuos	6	6	7	0	0	0	0	0.704	0.000	0.704	0.70	
		Op de sistema de captación de lixiviados	6	4	7	0	0	0	0	0.630	0.000	0.630	0.63	
		Op de pozos de biogás	6	4	7	0	0	1	0	0.630	0.037	0.641	0.64	
		Monitoreo ambiental	6	4	7	0	0	0	0	0.630	0.000	0.630	0.63	
		Mantenimiento	6	4	7	0	0	0	0	0.630	0.000	0.630	0.63	
	Seguridad de los trabajadores	Compactación de residuos	4	3	6	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Transporte y acomodo de pacas	4	3	6	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Colocación de cubierta diaria	4	3	6	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Op de pozos de biogás	4	3	6	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Mantenimiento	3	4	6	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
	Económico	Generación de actividades comerciales	Separación de residuos	5	5	7	0	0	0	0	0.630	0.000	0.630	0.63
			Almacenamiento de reciclables	5	5	7	0	0	0	0	0.630	0.000	0.630	0.63
			Monitoreo ambiental	4	4	7	0	0	0	0	0.556	0.000	0.556	0.56
Mantenimiento			4	4	7	0	0	0	0	0.556	0.000	0.556	0.56	
Generación de empleos		Recepción de residuos	2	5	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52	
		Separación de residuos	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Compactación de residuos	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Transporte y acomodo de pacas	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Colocación de cubierta diaria	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Almacenamiento de reciclables	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Monitoreo ambiental	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Mantenimiento	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	

#### V.3.1.4 Abandono del sitio

##### a) Ecosistemas y Contaminación ambiental

Una vez que el proyecto llegue al final de su vida útil, se procede a colocar la capa de cobertura final, dándole la compactación definida en el proyecto y se procede a dismantelar las instalaciones u obras asociadas que ya no se van a utilizar. La actividad que continua es el monitoreo ambiental (lixiviados y biogás) hasta que cesen las emisiones.

En esta etapa, aún sin considerar alguna medida de mitigación se observan impacto positivos al haber protegido y conservado las zonas de reserva y llevar a cabo un monitoreo ambiental del sitio. Este impacto se puede observar benéfico al conservar parte de la vegetación forestal y para la fauna local, manteniendo de alguna manera los servicios ambientales que estas zonas de reserva puedan proveer.

Se prevé que puedan existir impactos negativos, al desmantelarse las instalaciones con descuido, donde algunos residuos de construcción puedan ser arrastrados a los escurrimientos naturales o dejados dentro del predio. Así también se contempla cualquier residuo peligroso que se llegue a derramar en caso de requerir maquinaria para el desmantelamiento de las instalaciones.

De la misma forma se contempla la generación de polvo al colocar la cubierta final, de ruido y de gases de efecto invernadero por la maquinaria requerida para esta actividad. Estas actividades al ser temporales producen impactos clasificados como menores.

Tabla 17. Valoración sin medidas – Abandono del sitio – Ecosistemas y contaminación ambiental

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICAN CIA	
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Vegetación	Afectación a vegetación forestal	Conservación de ZR	3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495	0.49
		Monitoreo ambiental	4	3	7	1	0	0	0	0.519	0.037	0.531	0.53
	Afectación a vegetación no forestal	Conservación de ZR	3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495	0.49
		Monitoreo ambiental	3	3	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
Fauna	Modificación de hábitat para herpetofauna	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
		Monitoreo ambiental	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
	Modificación de hábitat de aves	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
		Monitoreo ambiental	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
	Modificación de hábitat para mamíferos	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
		Monitoreo ambiental	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
Servicios ambientales	Captura de carbono	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
	Regulación climática	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
	Protección de biodiversidad y ecosistemas	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
Agua	Modificación a la calidad de agua subterránea	Desmantelamiento de obras	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
Suelo	Modificación del relieve	Colocación de cobertura final	3	3	6	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44
	Modificación a la calidad por RSU	Desmantelamiento de obras	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
	Modificación a la calidad por RPs	Desmantelamiento de obras	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
Aire	Modificación a la calidad por generación de polvo	Colocación de cobertura final	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
		Desmantelamiento de obras	3	3	3	0	0	0	0	0.333	0.000	0.333	0.33
	Modificación a la calidad por generación de GEI	Conservación de ZR	2	3	6	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41
		Monitoreo ambiental	2	3	6	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41



*b) Aspectos estéticos y socioeconómicos*

En esta etapa se considera igualmente la modificación al paisaje que será permanente, aunque también se considera que se cuenta con dos zonas de reserva que serán protegidas mantendrán su cubierta vegetal original a lo largo del proyecto.

En el aspecto socioeconómico también se considera la creación de empleo temporal ya que se realizará un monitoreo ambiental hasta que cesen las emisiones (biogás y lixiviados), se contempla la seguridad de los trabajadores en estas actividades, que en este caso representa un posible impacto negativo; y finalmente monitoreo ambiental asegurará el buen funcionamiento del proyecto proporcionando la seguridad a la población de que el proyecto opera adecuadamente.

Tabla 18. Valoración sin medidas – Abandono del sitio – Ecosistemas y contaminación ambiental

Sub categoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Criterios básicos	Índice complementario	Ind Impacto	Significancia	
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
Paisaje	Actuaciones humanas	Colocación de cobertura final	4	5	6	0	0	0	0	0	0.556	0.000	0.556	0.56
		Conservación de ZR	4	3	6	0	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
	Color	Colocación de cobertura final	4	3	6	0	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
		Conservación de ZR	4	3	6	0	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
Económico	Generación de empleo	Monitoreo ambiental	2	3	6	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41	
Social	Seguridad de los trabajadores	Desmantelamiento de obras	2	3	3	0	0	0	0	0.296	0.000	0.296	0.30	
	Seguridad y salud de la población	Monitoreo ambiental	5	5	6	0	0	0	0	0.593	0.000	0.593	0.59	

**V.3.2 Con proyecto y con medidas**

Para este escenario se contempla el criterio "T" relativo a la existencia y eficiencia de las medidas de mitigación, por lo que los resultados obtenidos conforman un escenario "con medidas de mitigación".

*V.3.2.1 Preparación del sitio*

*a) Ecosistemas y Contaminación ambiental*

Para esta etapa se considera la conservación y protección de dos zonas de reserva dentro del predio de 1.19 ha y 3.28 ha respectivamente. Para lo cual se recomienda un especialista ambiental quien monitoree el estado y presencia de fauna, y flora, y capacite a la planta laboral sobre la preservación a estas zonas conservadas. El mantenimiento de estas áreas compensa en cierta medida las modificaciones al suelo y cubierta vegetal que se requieren para la instalación del proyecto. Es así que

se observa la reducción de la significancia del impacto, encontrando impactos inapreciables y menores en este escenario.

Tabla 19. Valoración con medidas – Preparación del sitio – Ecosistemas

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Vegetación	Afectación a vegetación forestal	Desmorte	4	3	8	1	1	2	2	0.5556	0.1481	0.6061	0.47
	Afectación a vegetación no forestal	Desmorte	3	3	8	0	0	2	2	0.5185	0.0741	0.5444	0.42
Fauna	Modificación de hábitat para herpetofauna	Instalación de obras provisionales	2	2	3	1	0	0	2	0.2593	0.0370	0.2726	0.21
		Desmorte	4	3	7	1	1	0	2	0.5185	0.0741	0.5444	0.42
		Despalme	3	3	7	1	1	0	2	0.4815	0.0741	0.5083	0.40
		Corte de taludes	4	3	7	1	0	0	2	0.5185	0.0370	0.5313	0.41
	Modificación de hábitat para aves	Desmorte	4	3	7	1	1	0	2	0.5185	0.0741	0.5444	0.42
		Corte de taludes	3	3	7	1	0	0	2	0.4815	0.0370	0.4947	0.38
	Modificación de hábitat para mamíferos	Desmorte	4	3	7	1	0	0	2	0.5185	0.0370	0.5313	0.41
		Despalme	3	3	7	0	0	0	2	0.4815	0.0000	0.4815	0.37
Servicios ambientales	Captura de carbono	Desmorte	3	3	8	1	0	0	2	0.5185	0.0370	0.5313	0.41
	Regulación climática	Desmorte	3	3	8	1	0	0	2	0.5185	0.0370	0.5313	0.41
	Protección de biodiversidad y ecosistemas	Desmorte	3	3	8	1	0	0	2	0.5185	0.0370	0.5313	0.41
		Despalme	3	3	7	0	1	0	2	0.4815	0.0370	0.4947	0.38
	Protección del suelo	Despalme	4	3	7	1	1	0	2	0.5185	0.0741	0.5444	0.42
		Corte de taludes	4	3	7	1	0	0	2	0.5185	0.0370	0.5313	0.41

Una vez identificados los puntos de generación de emisiones y residuos, las actividades propuestas serán eficaces; siempre que se lleven a cabo en tiempo y forma, para su prevención y minimización.

Se requiere en esta etapa un correcto manejo del material producto de los cortes y nivelaciones, el mantenimiento a la maquinaria y equipo utilizado. Así como un correcto manejo y almacenamiento temporal de los residuos urbanos generados por los trabajadores y de los residuos peligrosos que se lleguen a presentar por la operación de maquinaria.

Tabla 20. Valoración con medidas – Preparación del sitio – Contaminación ambiental

Sub categoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Agua	Modificación de calidad por arrastre de sólidos	Despalme	3	4	3	1	1	0	7	0.370	0.074	0.399	0.09
		Corte de taludes	4	3	3	1	1	0	7	0.370	0.074	0.399	0.09

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Sub categoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
Suelo	Modificación del relieve	Nivelación	3	3	7	1	0	0	2	0.481	0.037	0.495	0.38	
		Corte de taludes	4	3	7	1	0	0	2	0.518	0.037	0.531	0.41	
	Modificación de la calidad por compactación	Nivelación	3	3	7	1	1	0	5	0.481	0.074	0.508	0.23	
		Corte de taludes	3	3	7	0	1	0	3	0.481	0.037	0.495	0.33	
		Preparación de suelo de soporte	4	4	7	0	1	0	3	0.556	0.037	0.568	0.38	
	Afectación a la estabilidad	Corte de taludes	5	3	6	1	0	0	2	0.518	0.037	0.531	0.41	
	Modificación a la calidad por generación de RSU	Instalación de obras provisionales	3	3	3	0	0	0	7	0.333	0.000	0.333	0.07	
		Desmonte	3	3	3	0	0	0	7	0.333	0.000	0.333	0.07	
		Despalme	3	3	3	0	0	0	7	0.333	0.000	0.333	0.07	
	Modificación a la calidad por generación de RP	Desmonte	3	3	3	0	1	0	7	0.333	0.037	0.347	0.08	
		Corte de taludes	3	3	3	0	1	0	7	0.333	0.037	0.347	0.08	
	Aire	Modificación a la calidad por ruido	Desmonte	4	3	3	1	0	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09
Despalme			4	3	3	1	0	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
Corte de taludes			4	3	3	1	0	0	7	0.370	0.0370	0.384	0.09	
Modificación a la calidad por generación de polvo		Desmonte	4	4	3	1	0	0	7	0.4074	0.0370	0.421	0.09	
		Despalme	4	4	3	1	0	0	7	0.4074	0.0370	0.421	0.09	
		Corte de taludes	4	4	3	1	0	0	7	0.4074	0.0370	0.421	0.09	
Modificación a la cal por generación de GEI		Desmonte	3	4	3	0	1	0	7	0.3704	0.0370	0.384	0.09	
		Despalme	3	4	3	0	1	0	7	0.3704	0.0370	0.384	0.09	
		Corte de taludes	3	4	3	0	1	0	7	0.3704	0.0370	0.384	0.09	

*b) Aspectos estéticos y socioeconómicos*

Los efectos negativos al paisaje que se han comentado para el escenario anterior, pueden ser compensados en cierta medida con las actividades de manejo de material y de control y manejo de residuos en las áreas de trabajo; aunque de cualquier forma el impacto al paisaje será permanente.

Para la prevención de accidentes en los frentes de trabajo se dará capacitación al personal en materia de seguridad e higiene, supervisando contantemente el uso del equipo de protección personal.

Tabla 21. Valoración con medidas – Preparación del sitio – Aspectos estéticos y socioeconómicos

Sub categoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
Paisaje	Fondo escénico	Instalación de obras provisionales	3	3	3	1	0	0	2	0.3333	0.0370	0.347	0.27	
		Desmonte	3	3	3	1	0	0	2	0.3333	0.0370	0.347	0.27	

Sub categoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Indicador	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
		Corte de taludes	4	3	3	1	0	0	2	0.3704	0.0370	0.384	0.30
	Actuaciones humanas	Instalación de obras provisionales	2	2	3	1	0	0	2	0.2593	0.0370	0.273	0.21
	Color	Desmonte	3	3	7	1	0	0	2	0.4815	0.0370	0.495	0.38
Social	Seguridad de los trabajadores	Despalme	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
		Corte de taludes	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
		Instalación de obras provisionales	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
Económico	Generación de actividades comerciales	Desmonte	5	5	2	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44
	Generación de empleos	Instalación de obras provisionales	5	5	2	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44
		Desmonte	5	5	2	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44

### V.3.2.2 Construcción

#### a) Ecosistemas y Contaminación ambiental

En esta etapa se considera la capacitación a la planta laboral y supervisión en caso de que algún individuo de fauna se encontrado en los frentes de trabajo, de forma que sea reubicado en la zonas de reserva; así también se espera que las aves que acostumbraban encontrar refugio en el predio sean atraídas por estas zonas de reserva donde se pretende la conservación y protección de la cubierta vegetal.

En el caso de las emisiones contaminantes, una vez identificado su origen se llevarán a cabo las actividades preventivas y de minimización, supervisando siempre que estas sean llevadas a cabo en tiempo y forma. Será importante contar en esta etapa con un almacén de residuos urbanos y un almacén de residuos peligrosos así como contratar una empresa autorizada para su manejo y disposición final.

Tabla 22. Valoración con medidas – Construcción – Ecosistemas y contaminación ambiental

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Fauna	Modificación de hábitat para herpetofauna	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	3	3	3	1	0	0	3	0.333	0.037	0.347	0.23
		Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	1	0	0	3	0.370	0.037	0.384	0.26
		Construcción de áreas administrativas	4	3	3	1	0	0	3	0.370	0.037	0.384	0.26

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
	Modificación de hábitat para aves	Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	1	0	0	3	0.370	0.037	0.384	0.26	
Agua	Transporte de sólidos	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	4	3	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
		Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
Suelo	Modificación de la calidad por compactación	Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
		Construcción de áreas administrativas	4	3	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
	Modificación de la calidad por RSU	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	3	3	3	0	0	0	7	0.333	0.000	0.333	0.07	
		Construcción de caseta de vigilancia	4	3	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
		Construcción de áreas administrativas	4	3	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
		Instalación de cerca perimetral	3	3	3	0	1	0	7	0.333	0.037	0.347	0.08	
	Generación de residuos peligrosos	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	3	3	3	0	0	0	7	0.333	0.000	0.333	0.07	
		Construcción de caseta de vigilancia	3	3	3	0	0	0	7	0.333	0.000	0.333	0.07	
		Construcción de áreas administrativas	3	3	3	0	0	0	7	0.333	0.000	0.333	0.07	
	Aire	Emisión de polvo	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	4	3	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09
Construcción de caseta de vigilancia			3	4	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
Construcción de áreas administrativas			3	4	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
Emisión de GEI		Construcción de caseta de vigilancia	3	4	3	0	1	0	7	0.370	0.037	0.384	0.09	
		Construcción de áreas administrativas	3	4	3	0	1	0	6	0.370	0.037	0.384	0.13	
Generación de ruido diurno		Construcción de caseta de vigilancia	3	3	3	0	1	0	7	0.333	0.037	0.347	0.08	
		Construcción de áreas administrativas	3	3	3	0	1	0	7	0.333	0.037	0.347	0.08	

*b) Aspectos estéticos y socioeconómicos*

Para el caso del paisaje, el correcto manejo de material de construcción y de residuos puede aminorar el efecto en el paisaje visual del sitio, sin dejar a un lado que éste será modificado de cualquier manera por el proyecto.

Así como en la etapa anterior, se consideran los riesgos de trabajo para la planta laboral por que para la prevención de accidentes en los frentes de trabajo se dará capacitación al personal en materia de seguridad e higiene, supervisando contantemente el uso del equipo de protección personal.

Dentro de los aspectos socioeconómicos se observan principalmente impactos positivos por la generación de empleo y de actividades comerciales, por lo que para esto no se requiere medida de mitigación y/o prevención alguna.

Tabla 23. Valoración con medidas – Construcción – Aspectos estéticos y socioeconómicos

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Paisaje	Actuaciones humanas	Construcción de caseta de vigilancia	2	3	7	1	0	0	1	0.444	0.037	0.458	0.41
		Construcción de áreas administrativas	2	3	7	1	0	0	1	0.444	0.037	0.458	0.41
Social	Seguridad de los trabajadores	Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
		Construcción de caseta de vigilancia	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
		Construcción de áreas administrativas	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
Economía	Generación de actividades comerciales	Instalación de drenaje de lixiviados	4	3	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Instalación de cunetas (drenaje pluvial)	4	3	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Construcción de áreas administrativas	4	4	3	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41
		Instalación de cerca perimetral	4	4	3	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41
	Generación de empleos	Instalación de drenaje de lixiviados	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Construcción de caseta de vigilancia	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Sistema de floculación	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Instalación de pozos de biogás	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37
		Instalación de pozos de monitoreo (lixiviados)	3	4	3	0	0	0	0	0.370	0.000	0.370	0.37

### V.3.2.3 Operación y mantenimiento

#### a) Ecosistemas y Contaminación ambiental

Durante la operación del proyecto también se sugiere la capacitación a la planta laboral y supervisión en caso de que algún individuo de fauna sea encontrado en los frentes de trabajo, de forma que sea reubicado en las zonas de reserva.

De igual forma se deberá llevar a cabo un correcto manejo de emisiones y residuos, se deberá capacitar a la planta laboral para que los residuos que se generen por la operación del proyecto sean depositados en forma separada e integrados al almacén de reciclables o en su caso integrados al relleno sanitario; de igual forma se deberá contar con recipientes para los residuos peligroso y un almacén temporal, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para su manejo.

Tabla 24. Valoración con medidas – Operación y mantenimiento – Ecosistemas y contaminación ambiental

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
Fauna	Herpetofauna	Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	1	0	0	3	0.481	0.037	0.495	0.33	
		Recepción de residuos	3	3	7	1	0	0	3	0.481	0.037	0.495	0.33	
	Aves	Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	1	0	0	3	0.481	0.037	0.495	0.33	
		Recepción de residuos	3	3	7	1	0	0	3	0.481	0.037	0.495	0.33	
Mamíferos	Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	1	0	0	3	0.481	0.037	0.495	0.33		
	Recepción de residuos	3	3	7	1	0	0	3	0.481	0.037	0.495	0.33		
Servicios ambientales	Regulación climática	Colocación de cubierta diaria	3	3	7	1	0	0	1	0.481	0.037	0.495	0.44	
		Op de pozos de biogás	3	4	7	0	1	0	1	0.519	0.037	0.531	0.47	
	Protección del suelo	Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	0	0	0	1	0.481	0.000	0.481	0.43	
		Colocación de cubierta diaria	2	3	7	1	0	0	1	0.444	0.037	0.458	0.41	
Agua	Modificación de la calidad por transporte de sólidos	Recepción de residuos	3	4	7	0	0	0	7	0.519	0.000	0.519	0.12	
		Compactación	3	4	4	0	0	0	7	0.407	0.000	0.407	0.09	
		Transporte y acomodo de pacas	3	4	4	0	0	0	7	0.407	0.000	0.407	0.09	
	Modificación de la calidad del agua subterránea	Transporte y acomodo de pacas	3	3	3	0	0	1	7	0.333	0.037	0.347	0.08	
		Op del sistema de lixiviados	3	3	3	0	0	1	7	0.333	0.037	0.347	0.08	
		Mantenimiento	2	3	6	0	0	1	7	0.407	0.037	0.421	0.09	
Suelo	Modificación del relieve	Transporte y acomodo de pacas	5	3	7	1	0	0	0	0.556	0.037	0.568	0.57	
		Colocación de cubierta diaria	3	3	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
	Modificación por compactación	Transporte y acomodo de pacas	3	3	6	1	0	0	0	0.444	0.037	0.458	0.46	
	Afectación a la estabilidad	Transporte y acomodo de pacas	4	3	6	0	0	0	1	0.481	0.000	0.481	0.43	
		Mantenimiento	3	3	6	0	0	0	1	0.444	0.000	0.444	0.40	
	Modificación de la calidad por RSU	Recepción de residuos	3	3	7	0	1	1	7	0.481	0.074	0.508	0.11	
		Compactación de residuos	3	3	3	0	1	0	7	0.333	0.037	0.347	0.08	
		Transporte y acomodo de pacas	3	3	3	0	1	1	7	0.333	0.074	0.362	0.08	
		Mantenimiento	3	3	6	0	0	0	7	0.444	0.000	0.444	0.10	
	Modificación a la calidad por RP	Separación de residuos	4	3	7	0	1	0	7	0.519	0.037	0.531	0.12	
		Compactación de residuos	4	3	7	0	1	0	7	0.519	0.037	0.531	0.12	
		Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	0	0	0	7	0.481	0.000	0.481	0.11	
		Colocación de cubierta diaria	3	3	7	0	0	0	7	0.481	0.000	0.481	0.11	
		Op de sistema de lixiviados	5	4	7	0	1	0	7	0.593	0.037	0.604	0.13	
Mantenimiento		3	3	6	0	0	0	7	0.444	0.000	0.444	0.10		

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
Aire	Modificación a la calidad por generación de polvo	Recepción de residuos	3	4	7	0	0	1	7	0.519	0.037	0.531	0.12	
		Transporte y acomodo de pacas	3	4	7	0	0	1	7	0.519	0.037	0.531	0.12	
		Colocación de cubierta diaria	3	4	7	0	0	0	7	0.519	0.000	0.519	0.12	
		Mantenimiento	2	3	6	0	1	0	7	0.407	0.037	0.421	0.09	
	Emisión de GEI	Separación de residuos	2	3	7	0	0	0	7	0.444	0.000	0.444	0.10	
		Compactación de residuos	3	4	7	0	0	0	7	0.519	0.000	0.519	0.12	
		Transporte y acomodo de pacas	3	4	7	0	0	0	7	0.519	0.000	0.519	0.12	
		Op de pozos de biogás	4	4	7	0	0	1	7	0.556	0.037	0.568	0.13	
		Mantenimiento	3	4	6	0	0	0	6	0.481	0.000	0.481	0.16	
	Modificación a la calidad por ruido	Compactación	3	3	7	0	0	0	6	0.481	0.000	0.481	0.16	
		Transporte y acomodo de pacas	3	3	7	0	0	0	6	0.481	0.000	0.481	0.16	
		Mantenimiento	2	3	6	0	0	0	6	0.407	0.000	0.407	0.14	

*b) Aspectos estéticos y socioeconómicos*

En este punto del proyecto no se sugieren medidas de mitigación para los impactos al paisaje, en cierta medida se espera que un correcto manejo de materiales y residuos, así como la protección y conservación de las zonas de reserva compensen este impacto.

En los aspectos socioeconómicos se esperan impactos positivos por la generación de empleo y actividades comerciales así como la propia operación del relleno sanitario, proporcionando un servicio básico de saneamiento para la comunidad, por lo que no se contemplan medidas de prevención o mitigación; con excepción de la capacitación y supervisión de los trabajadores en materia de seguridad e higiene.

Tabla 25. Valoración con medidas – Operación y mantenimiento – Aspectos estéticos y socioeconómicos

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
Paisaje	Actuaciones humanas	Transporte y acomodo de pacas	5	3	7	0	1	1	0	0.556	0.074	0.580	0.58	
		Colocación de cubierta diaria	5	3	7	0	1	0	0	0.556	0.037	0.568	0.57	
Social	Disponibilidad de servicios urbanos	Recepción de residuos	6	6	7	1	0	0	0	0.704	0.037	0.713	0.71	
		Recepción de residuos	6	6	7	0	0	0	0	0.704	0.000	0.704	0.70	
	Seguridad y salud de la población	Separación de residuos	6	6	7	0	0	0	0	0.704	0.000	0.704	0.70	
		Op de sistema de captación de lixiviados	6	4	7	0	0	0	7	0.630	0.000	0.630	0.14	



Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
		Op de pozos de biogás	6	4	7	0	0	1	7	0.630	0.037	0.641	0.14	
		Monitoreo ambiental	6	4	7	0	0	0	0	0.630	0.000	0.630	0.63	
		Mantenimiento	6	4	7	0	0	0	0	0.630	0.000	0.630	0.63	
	Seguridad de los trabajadores	Compactación de residuos	4	3	6	0	0	0	6	0.481	0.000	0.481	0.16	
		Transporte y acomodo de pacas	4	3	6	0	0	0	6	0.481	0.000	0.481	0.16	
		Colocación de cubierta diaria	4	3	6	0	0	0	6	0.481	0.000	0.481	0.16	
		Op de pozos de biogás	4	3	6	0	0	0	6	0.481	0.000	0.481	0.16	
		Mantenimiento	3	4	6	0	0	0	6	0.481	0.000	0.481	0.16	
Económico	Generación de actividades comerciales	Separación de residuos	5	5	7	0	0	0	0	0.630	0.000	0.630	0.63	
		Almacenamiento de reciclables	5	5	7	0	0	0	0	0.630	0.000	0.630	0.63	
		Monitoreo ambiental	4	4	7	0	0	0	0	0.556	0.000	0.556	0.56	
		Mantenimiento	4	4	7	0	0	0	0	0.556	0.000	0.556	0.56	
	Generación de empleos	Recepción de residuos	2	5	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52	
		Separación e residuos	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Compactación de residuos	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Transporte y acomodo de pacas	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Colocación de cubierta diaria	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Almacenamiento de reciclables	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Monitoreo ambiental	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	
		Mantenimiento	2	4	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48	

### V.3.2.4 Abandono y desmantelamiento de las instalaciones

#### a) Ecosistemas y Contaminación ambiental

Dentro del abandono del sitio se contempla el desmantelamiento de las instalaciones complementarias y por lo tanto se recomienda un correcto manejo de los residuos generados por esta actividad; así también se llevará a cabo un monitoreo ambiental y se mantendrán las actividades de conservación de las zonas de reserva. Es importante que el programa de mantenimiento pos clausura tenga una duración de por lo menos 20 años de acuerdo a lo estipulado en la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Por las actividades de monitoreo ambiental y conservación de las zonas de reserva no se contempla impactos negativos, por lo que en este escenario no se proponen medidas de mitigación específicas para estas actividades.

Tabla 26. Valoración con medidas – Abandono del sitio – Ecosistemas y contaminación ambiental

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	SIGNIFICANCIA	
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S
Vegetación	Afectación a vegetación forestal	Conservación de ZR	3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495	0.49
		Monitoreo ambiental	4	3	7	1	0	0	0	0.519	0.037	0.531	0.53
	Afectación a vegetación no forestal	Conservación de ZR	3	3	7	1	0	0	0	0.481	0.037	0.495	0.49
		Monitoreo ambiental	3	3	7	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
Fauna	Modificación de hábitat para herpetofauna	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
		Monitoreo ambiental	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
	Modificación de hábitat de aves	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
		Monitoreo ambiental	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
	Modificación de hábitat para mamíferos	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
		Monitoreo ambiental	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
Servicios ambientales	Captura de carbono	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
	Regulación climática	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
	Protección de biodiversidad y ecosistemas	Conservación de ZR	3	4	7	0	0	0	0	0.519	0.000	0.519	0.52
Agua	Modificación a la calidad de agua subterránea	Desmantelamiento de obras	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
Suelo	Modificación del relieve	Colocación de cobertura final	3	3	6	0	0	0	0	0.444	0.000	0.444	0.44
	Modificación a la calidad por RSU	Desmantelamiento de obras	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
	Modificación a la calidad por RPs	Desmantelamiento de obras	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
Aire	Modificación a la calidad por generación de polvo	Colocación de cobertura final	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
		Desmantelamiento de obras	3	3	3	0	0	0	6	0.333	0.000	0.333	0.11
	Modificación a la calidad por generación de GEI	Conservación de ZR	2	3	6	0	0	0	3	0.407	0.000	0.407	0.27
		Monitoreo ambiental	2	3	6	0	0	0	3	0.407	0.000	0.407	0.27

*b) Aspectos estéticos y socioeconómicos*

En esta etapa las actividades de conservación de zonas de reserva y monitoreo ambiental se consideran como acciones positivas para la clausura del proyecto, por lo que no se proponen medidas específicas de mitigación para estas actividades. Únicamente se considera la supervisión y capacitación en materia de seguridad e higiene para las actividades de desmantelamiento de las instalaciones.

Tabla 27. Valoración con medidas – Abandono del sitio – Aspectos estéticos y socioeconómicos

Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Criterios básicos	Índice complementario	Ind Impacto	Significancia	
	Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	S	
Paisaje	Actuaciones humanas	Colocación de cobertura final	4	5	6	0	0	0	0	0	0.556	0.000	0.556	0.56
		Conservación de ZR	4	3	6	0	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
	Color	Colocación de cobertura final	4	3	6	0	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
		Conservación de ZR	4	3	6	0	0	0	0	0	0.481	0.000	0.481	0.48
Económico	Generación de empleo	Monitoreo ambiental	2	3	6	0	0	0	0	0.407	0.000	0.407	0.41	
Social	Seguridad de los trabajadores	Desmantelamiento de obras	2	3	3	0	0	0	3	0.296	0.000	0.296	0.20	
	Seguridad y salud de la población	Monitoreo ambiental	5	5	6	0	0	0	0	0.593	0.000	0.593	0.59	

## V.4 RESULTADOS

De los 28 elementos indicadores considerados para el SA, son 27 los que se identifica que, sin implementar medidas de ningún tipo, serán afectados por el proyecto, generando un total de 184 impactos ambientales.

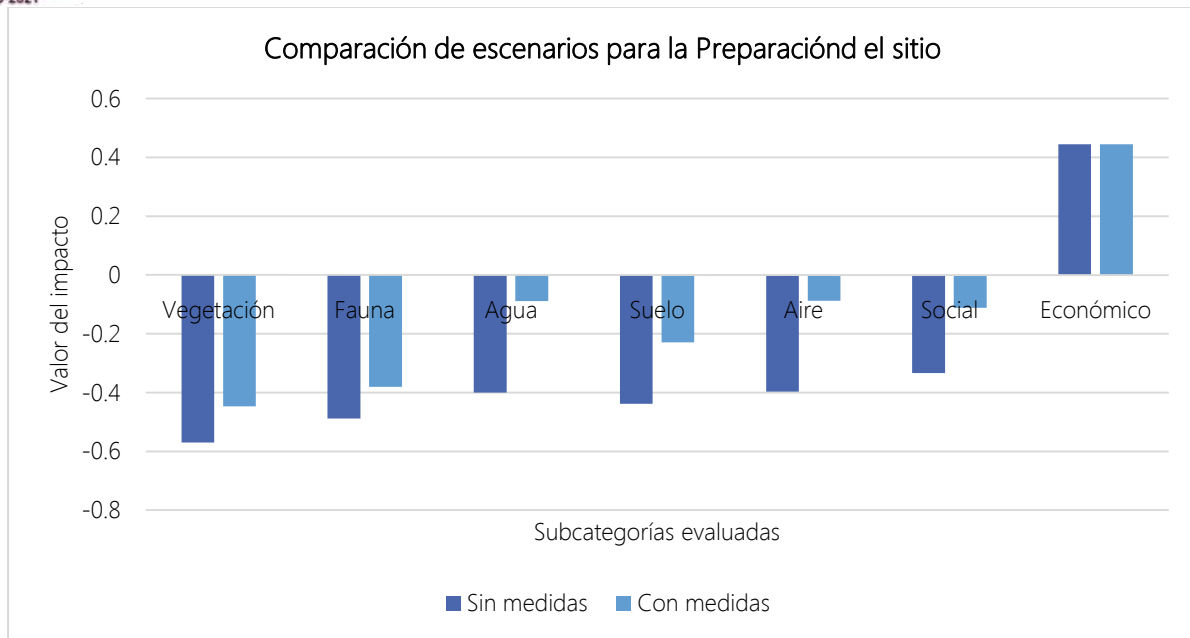
Los impactos negativos se valoran en general como menores y medios, y se esperan en todas las etapas del proyecto, afectando a casi todos los indicadores.

Los impactos positivos identificados en un escenario “sin medidas” se ubican en la categoría social y económica, ya que el mismo proyecto promueve el desarrollo de la región; en este caso se espera un incremento temporal de actividades económicas (compra/venta y renta de material y equipos) y generación de empleos, al ser de tipo temporal el impacto es clasificado de forma general como menor.

Cuando se consideran en la evaluación de los impactos las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el capítulo VI, se logra reducir el valor de todos los impactos negativos, lo cual se muestra en las gráficas siguientes.

### V.4.1 Preparación del sitio

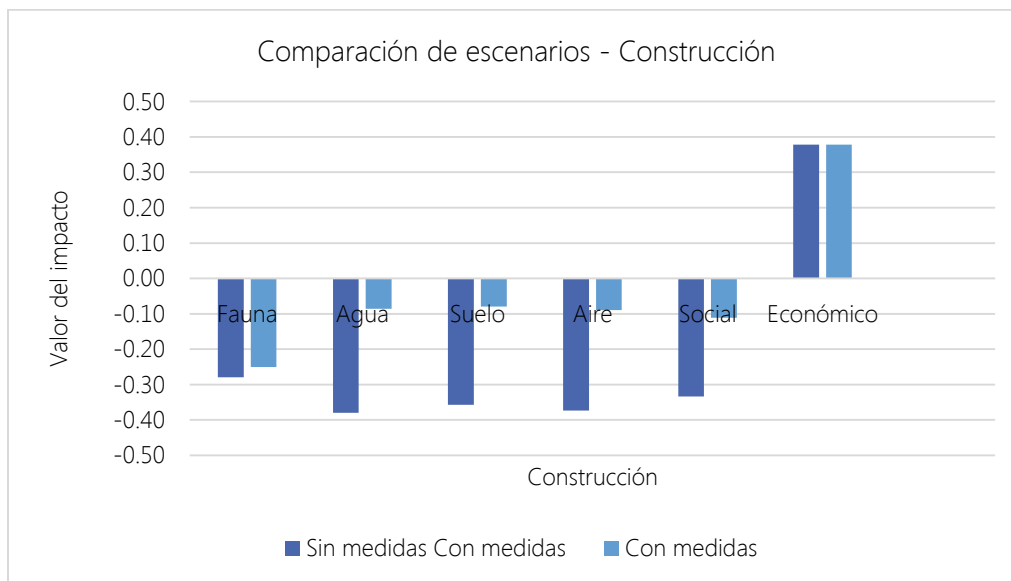
Se observa en la gráfica la reducción del valor de los impactos negativos con la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas. Como se menciona anteriormente los impactos al sector económico son principalmente positivos aun en un escenario sin medidas de mitigación.



Gráfica 3. Comparación de escenarios en la etapa de Preparación del sitio

#### V.4.2 Construcción

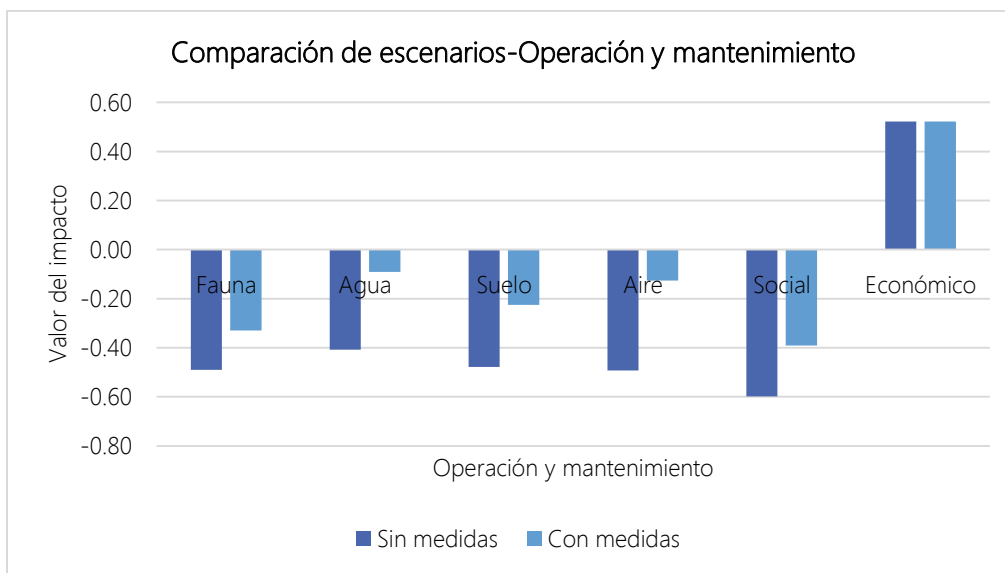
Para esta etapa también se puede observar la reducción en el valor de los impactos en un escenario donde se consideren las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI.



Gráfica 4. Comparación de escenarios en la etapa de Construcción

### V.4.3 Operación y mantenimiento

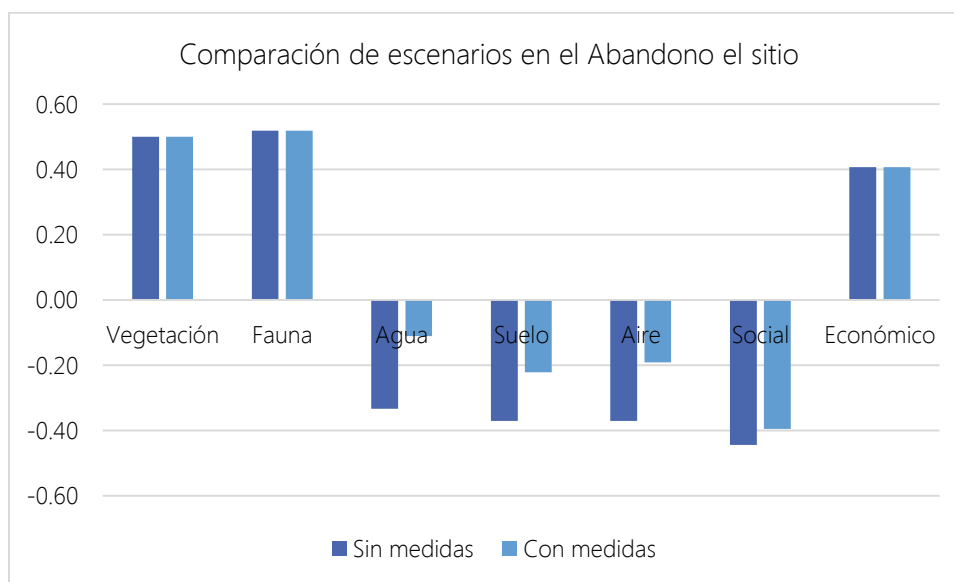
La grafica siguiente muestra los escenarios sin medidas de mitigación y con medidas, donde se observa una reducción del valor de los impactos negativos al contemplar las medidas propuestas en el capítulo VI.



Gráfica 5. Comparación de escenarios en la etapa de Operación y mantenimiento

### V.4.4 Abandono y desmantelamiento de instalaciones

Se observa en este caso la importancia de la conservación y protección de las zonas de reserva para los elementos bióticos del sitio, como son la vegetación, y la fauna; así mismo estas actividades junto con el monitoreo ambiental reducen y controlan los impactos negativos esperados en esta etapa.



Gráfica 6. Comparación de escenarios en la etapa de Abandono del sitio

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS .....	2
VI.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación.....	2
VI.1.1 Medidas específicas de mitigación .....	3
VI.1.2 Medidas generales de mitigación.....	11
VI.2 Impactos residuales .....	15
VI.3 Información para fijar montos de fianzas.....	15
VI.4 Estimación del costo de las actividades de mitigación.....	16
VI.4.1 Reforestación .....	16
VI.4.2 Rescate y reubicación de fauna.....	18
VI.4.3 Instalación de cerco para fauna .....	19
VI.4.4 Resumen de costos de las medidas de mitigación.....	20

## VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

### VI.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Para identificar y evaluar los impactos ambientales, se identificaron los componentes que presentaron cambios al insertar el proyecto, se puso atención a los cambios con valor negativo y se calculó el porcentaje de cambio presentado (señales de alerta) lo cual indica la severidad del impacto.

En este caso, los impactos identificados como negativos sólo presentan la categoría de Menores y Medios; la metodología indica que para los impactos menores se proponen medidas de mitigación generales y para los clasificados como medios y altos se proponen medidas de mitigación especiales o puntuales, por lo que es de esta forma como se presentan las propuestas en este capítulo.

Así también para la propuesta de estas medidas de prevención y mitigación se considera el hecho de que el Sistema Ambiental delimitado para el proyecto, su Área de Influencia y por lo tanto, el propio predio, se ubica dentro del Área Natural Protegida federal denominada Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa. Sin embargo, al momento de realizar este estudio no existe un Programa de Manejo para esta ZPF oficialmente publicado; por lo que se toman como indicaciones de referencia a lo establecido en su Decreto:

*Art. 1.- Se declara Zona Protectora Forestal Vedada los terrenos comprendidos dentro de los límites siguientes, que corresponden a la Cuenca Hidrográfica del río Necaxa: Partiendo del cerro de Zempoala, situado al N.W. del poblado del mismo nombre, el lindero continúa con dirección S.W. hasta llegar al cerro de Cuachichiquila; de este punto se continúa con dirección W. para llegar al cerro de Tlalchaloya; de aquí se continúa con rumbo N.W. hasta llegar al paraje denominado Agua Linda, que se encuentra sobre el río de Los Reyes; de Agua Linda se continúa con rumbo N.W. hasta llegar a Acaxochitlán; de aquí se continúa con dirección NE hasta el cerro de Matlalucan, continuando la línea después con rumbo N.E. hasta llegar al paraje denominado Patla; de este punto se continúa con rumbo S.E. hasta llegar al cerro de Zempoala, que fue el punto de partida.*

*Art. 2.- Dentro de los límites fijados en el artículo anterior, se establecen zonas protectoras vedadas para cada uno de los vasos de almacenamiento en la extensión correspondiente a su cuenca alimentadora; fijándose, además, una zona protectora con radio de un kilómetro alrededor de las plantas generadoras de energía eléctrica y otras obras conexas; quedando las referidas zonas protectoras sujetas a trabajos de reforestación”.*

*Art. 3.- Dentro de la zona protectora establecida, no se permitirán aprovechamientos forestales de carácter comercial, concretándolos únicamente a las necesidades domésticas y utilizando maderas muertas”.*

*Art. 4.- El Departamento Forestal y de Caza y Pesca, con la cooperación de las autoridades locales y los particulares, procederá a elaborar el programa de trabajos para la reforestación de dicha zona protectora”.*

*Art. 5.- Con objeto de resolver los problemas económicos de los campesinos de la región, se procederá a integrar una comisión con un representante de las Secretarías de Agricultura y Fomento, de Economía Nacional, Departamento Agrario y Departamento Forestal y de Caza y Pesca, con objeto de estudiar y resolver los referidos problemas, formulándose un plan de trabajos para impulsar el cultivo de frutales preferentemente.*

Las medidas propuestas se definen brevemente como sigue:

- a. De prevención (Pr). Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
- b. De remediación (Re). Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto.
- c. De rehabilitación (Rh). Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad del SAR.
- d. De compensación (Cm). Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irreversibles e inevitables.
- e. De reducción (Rd). Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos.

### VI.1.1 Medidas específicas de mitigación

#### VI.1.1.1 Ecología

VEGETACIÓN		
Tipo de medida	Descripción	Observaciones
Rehabilitación	Reforestación funcional de áreas desprovistas de vegetación en dos polígonos en la parte alta y baja del predio con especies nativas de <i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Alnus acuminata</i> , <i>Clethra pringlei</i> , <i>Trichilia havanensis</i> y <i>Pinus pseudostrobus</i> ,	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> -- <u>Recursos:</u> Se deberá contratar especialistas (Biólogo y auxiliar) <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
DESCRIPCIÓN GENERAL		
<p>Como parte de las afectaciones que serán provocadas a la vegetación forestal y preferentemente forestal se propone como una medida de mitigación y compensación llevar a cabo acciones encaminadas a la Reforestación. Por lo anterior, es necesario conservar los bosques y manejarlos adecuadamente, y comenzar a reforestar en zonas altamente degradadas, permitiendo una regeneración de la cobertura vegetal acorde al tipo de suelo y fisonomía del terreno, e integrando este proceso en todo momento a las actividades agrícolas y pecuarias de la zona.</p> <p>El mantenimiento del suelo, y por lo tanto la regulación de su pérdida o erosión, es fundamental para el bienestar del proyecto. La capacidad de mantener la provisión del servicio de regulación de la erosión se ve fuertemente modificada por los CUS y sobre todo por cambios en el tipo de cobertura vegetal para la creación de ecosistemas destinados a otro uso. Estos a su vez alteran sustancialmente los ciclos biogeoquímicos así como el almacenaje de varios elementos en el suelo. Estas acciones mantendrán atributos que son esenciales para mantener el crecimiento y desarrollo de la vegetación colindante, los almacenes de carbono, la estructura del suelo, la capacidad de regulación del ciclo hidrológico y la biodiversidad. De no llevarse a cabo estas actividades los principales problemas serían la reducción de la fertilidad del suelo y la erosión hídrica. Actualmente, el PP está siendo afectado por procesos de degradación intensos, en especial a causa de las actividades agrícolas y el sobrepastoreo.</p>		



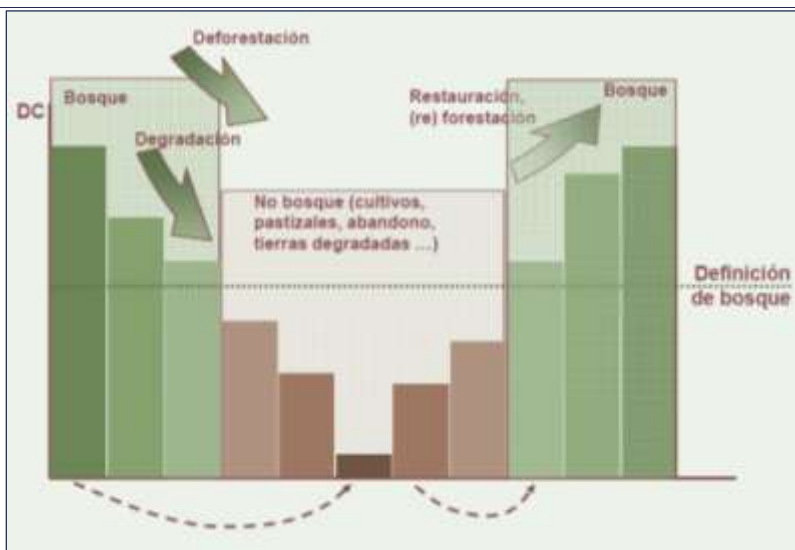


Imagen 1. Cambios de uso de la tierra y carbono

Algunos puntos importantes a tomar en cuenta para llevar a cabo la Reforestación de algunas zonas desprovistas de vegetación son:

- ❖ Reforestar con especies nativas y dominantes.
- ❖ Reforestar para evitar la erosión y arrastre de sedimentos hacia las partes más bajas, esto lograra la estabilización del suelo, con el fin de evitar deslaves.
- ❖ La generación, protección y mantenimiento de suelos y sus nutrientes.
- ❖ Con la plantación de árboles se favorecerá la captación de agua de lluvia para formar mantos freáticos que abastecen los manantiales y con ello los centros urbanos y regionales.

### JUSTIFICACIÓN

La zona de estudio reviste una diversidad biológica importante debido a la variedad de sus topofomas, lo que da pie al desarrollo de una gran cantidad de especies de flora; sin embargo, buena parte de esta zona ha sido sometida a la perturbación de origen humano dando como resultado sitios degradados y erosionados, bosques fragmentados y especies amenazadas alterando la biodiversidad de los ecosistemas; por tales causas, y el impacto sobre la flora que se realizaría con el pretendido proyecto, se pretende implementar acciones de reforestación, el cual sirva como un acto de compensación en zonas desprovistas de vegetación forestal dentro del Área del proyecto.

### OBJETIVOS

#### Objetivo general

Implementar Acciones de Reforestación que sea aplicado como una medida de compensación dentro del AP por la afectación que sufrirá la vegetación forestal dentro del Área sujeta a CUS.

#### Objetivos Particulares

- Reforestar zonas con la plantación de especies nativas.
- Conservar servicios ambientales como alimento y refugio para la fauna silvestre.
- Desempeñar una función de amortiguamiento entre los terrenos agrícolas abandonados y potreros adyacentes.
- Vincular y gestionar todos los permisos necesarios con los propietarios de cada terreno, esto conociendo la tenencia de la tierra, que ayude a facilitar las tareas de reforestación, con la finalidad de llegar acuerdos positivos.

SUPERFICIES A REFORESTAR Y METODOLOGÍA

La superficie que se pretende reforestar se muestra en las siguientes imágenes.



*Imagen 2. Parte alta del proyecto*



*Imagen 3. Parte baja del área del proyecto*

La siguiente imagen muestra el esquema en la ubicación de cada uno de estos sitios con respecto al proyecto.

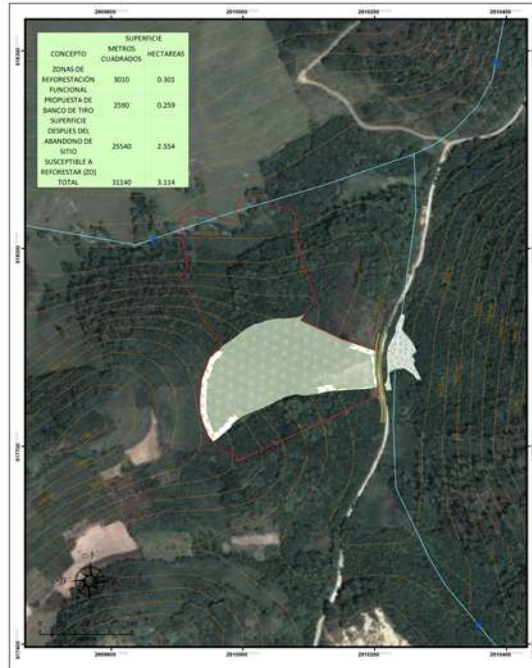


Imagen 4. Superficies y ubicación de las zonas a reforestar (polígonos reforestación funcional)

#### ▪ Selección de especies para Reforestar

Las especies seleccionadas son: *Liquidambar styraciflua*, *Alnus acuminata*, *Clethra pringlei*, *Trichilia havanensis* y *Pinus pseudostrobus*, todas ellas de origen nativo y son aquellas que serán afectadas directamente por las distintas actividades del proyecto dentro del CUS, a su vez son representativas para el BMM, tipo de vegetación encontrado en la zona. De todas las especies mencionadas ninguna de ellas se encuentran con alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; la plantación con estas especies brindaran una mayor cobertura forestal en las zonas propuestas a reforestar.

#### ▪ Cálculo de individuos para la Reforestación

La cantidad de plantas necesarias para llevar a cabo la reforestación de las áreas referidas, se considerara en base a lo siguiente: conforme a densidades promedio por tipo de ecosistema emitido por la **Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)**, establece que de acuerdo con el tipo de vegetación dependerá el número de plantas a utilizar, por tal motivo la cantidad de individuos a utilizar para la reforestación en bosques templados debe ser con un mínimo de 1,100 plantas por hectárea más un 10% adicional, para amortiguar alguna perdida o muerte de plantas que no resistan a la plantación.

TIPO	BOSQUES TEMPLADOS	SELVAS MEDIANAS Y ALTAS	SELVAS BAJAS	ZONAS ÁRIDAS
Con planta de vivero	Máximo 1,600 Mínimo 1,100	Máximo 900 Mínimo 625	Máximo 900 Mínimo 625	Máximo 2,000 Mínimo 800

*Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR (las que aquí se especifican corresponden a Reglas de Operación Pro Árbol 2010).*

Con esta propuesta no se pretende el aprovechamiento forestal de ninguna de las especies, más bien se procura constituir una cobertura forestal que ofrezca servicios ambientales en las zonas de plantación.

#### ▪ Obtención de plantas

Todas las plantas mencionadas se obtendrán de viveros cercanos a la zona del proyecto.

#### ▪ Diseño de plantación

El diseño de plantación puede ser en tres bolillo debido a las condiciones del terreno, también, el espaciamiento entre las plantas puede ser equidistante o irregular, pero debe cumplirse con las densidades promedio (cantidad de plantas por

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

hectárea) por modalidad y ecosistema.
<b>ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN</b>
Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía. Es importante considerar además la experiencia en actividades de reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de reforestación.
<b>MANTENIMIENTO DE LA PLANTACIÓN</b>
Deberán realizarse actividades básicas tales como: reposición de planta muerta, rehabilitación de cajetes, control de maleza, podas, control de maleza y fertilización. Estas actividades deberán definirse en el dictamen técnico.
<b>EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO</b>
Dependiendo de cuál es la variable de interés, será la etapa adecuada para realizar la evaluación. Si lo que se busca es evaluar la sobrevivencia, se requiere efectuarla después del primer periodo de sequía. Además de la sobrevivencia, se pueden obtener diferentes variables al momento de la toma de datos en campo, como estado sanitario y vigor de la planta.
<b>CONCLUSIONES</b>
Las medidas de compensación aminoran los impactos negativos que se pudieran generar por la ejecución del proyecto y los impactos que ya existen en las áreas deforestadas previamente por la perturbación histórica a la cual han sido sometidas las áreas forestales. Pero para que estos esfuerzos puedan resultar exitosos, se requiere que se consideren cada uno de los puntos señalados brevemente en este documento; ya que con estas medidas se intenta proteger y conservar la biodiversidad que albergan todos los ecosistemas naturales dentro del SA.

VEGETACIÓN		
Tipo de medida	Descripción	Observaciones
Compensación	Reforestación por compensación debido al cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 8, 426.70 m <sup>2</sup> en el extremo norte del predio, donde se utilizará una densidad de plantación de 1,111 plantas/Ha.	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> aprox. 5 meses para la reforestación <u>Recursos:</u> material y equipo para plantación <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental

FAUNA		
Tipo de medida	Descripción	Observaciones
Prevención	<b><i>Rescate de anfibios y reptiles</i></b> Se deben revisar todos los habitats que se encuentran dentro del SA, para capturar a todos los organismos de estos grupos que se lleguen a observar durante la ejecución del desmonte y el despalme, todos los organismos que se capturen deberán colocarse en bolsas de polietileno o en sacos de manta para reubicarlos en sitios de similares o mejores condiciones ambientales dentro del área de influencia del proyecto o en el sistema ambiental, esta actividad debe ser realizada por un especialista en el manejo y ecología de la herpetofauna para identificar adecuadamente cada organismo y su sitio de reubicación.	<u>Vinculación:</u> Ley General de vida silvestre y su reglamento <u>Duración:</u> Actividades de Preparación del sitio <u>Recursos:</u> Se deberá contratar especialistas (Biólogo y auxiliar) <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Prevencción	<p><b>Instalación de cerco perimetral para fauna</b></p> <p>Para evitar que la fauna, principalmente anfibios, reptiles y mamíferos, puedan acceder al relleno sanitario se debe colocar un cerco en todo el perímetro del predio, si bien el proyecto considera la colocación de malla ciclónica, se debe agregar un cerco que evite que las especies de menor tamaño puedan acceder al predio al utilizar los espacios existentes entre la malla, este cerco debe ser hecho de un material que resista las condiciones ambientales de la región, como algún material plástico o de concreto. Esta acción además de proteger a diversas especies de fauna silvestre permitirá evitar la invasión de especies nocivas hacia el predio reduciendo costos para evitar las afectaciones que estos organismos pueden generar en el equipo de trabajo.</p>	<p><u>Vinculación:</u> Ley General de vida silvestre y su reglamento  <u>Duración:</u> Estará instalado durante la preparación del sitio, construcción y operación  <u>Recursos:</u> Material para instalación del cerco  <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y especialista en fauna</p>
Prevencción	<p><b>Control de fauna nociva</b></p> <p>Se debe realizar un control de estas especies colocando trampas de golpe, cabe recordar que se trata de especies exóticas y que no cumplen función alguna dentro de los ecosistemas naturales del país, incluso su erradicación local, permite evitar la propagación de enfermedades; las trampas solamente se colocarán cuando se detecte la presencia de estos organismos.</p>	<p><u>Vinculación:</u> --  <u>Duración:</u> El tiempo que sea requerido durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación  <u>Recursos:</u> Trampas (las necesarias) y personal especialista en manejo de fauna  <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p>



Imagen 5. Ejemplos de cerco perimetral para fauna

PROVISIÓN DE AGUA		
Tipo de medida	Descripción	Observaciones
Rehabilitación	Revegetación del predio del proyecto (en base a las actividades establecidas para la Reforestación con especies nativas)	<p><u>Vinculación:</u> Art. 4 Decreto de ZPFV  <u>Duración:</u> Desmantelamiento y abandono  <u>Recursos:</u> Se deberá contratar especialistas (Biólogo y auxiliar)  <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p>
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>		

De acuerdo al balance hídrico superficial, se encontró que en el área del proyecto denominada como zona de ocupación (ver anexo fotográfico) presenta valores de recarga potencial algo variados, que van desde los 589 a los 841 mm anuales. Los sitios de menor recarga corresponden a potreros y tierras agrícolas en desuso en donde actualmente se encuentran cubiertos mayormente de vegetación herbácea. La zona que presenta una recarga de 652 mm al año soporta vegetación secundaria arbustiva y arbórea. Y finalmente en algunas orillas de la zona de ocupación se observan pequeños polígonos alargados con vegetación de borde adyacente a bosques mesófilos con vegetación secundaria. En estas zonas la recarga potencial asciende a valores de 841 mm al año.

Actualmente se estima que existe una recarga de 18,170 m<sup>3</sup>. Ahora bien, tomando como referencia un polígono dentro del SA que se calificó como sitio Sin Vegetación Aparente, y que obtuvo un valor de recarga potencial de 526 mm al año, podría decirse que dicho valor pasaría a dominar en todo el sitio de ocupación si el proyecto fuese ejecutado, reduciéndose la recarga potencial a 15,018 m<sup>3</sup>, habiendo una diferencia de poco más de 3,000 m<sup>3</sup>. Para compensar la reducción en la recarga de los acuíferos se presentan tres panoramas distintos una vez que llegue la etapa de abandono y se lleven a cabo medidas de rehabilitación como es la revegetación de la zona. A corto plazo se espera pasar de 15,018 a 16,817 m<sup>3</sup>, recuperándose cerca de 2,000 m<sup>3</sup> al año. A mediano plazo los valores de recarga pasarían a estar ligeramente por encima de las condiciones actuales, llegando a 18,615 m<sup>3</sup>. Y a largo plazo la recarga potencial podría llegar a 24,012 m<sup>3</sup> al año, esto es, 5,842 m<sup>3</sup> más que en la actualidad.

RECARGA POTENCIAL EN CINCO PANORAMAS Y TIEMPOS DISTINTOS (M <sup>3</sup> )				
Recarga actual	Recarga con proyecto operando	Recarga en etapa de abandono y rehabilitado (crecimiento de vegetación mayormente herbáceo) <i>Corto plazo</i>	Recarga en etapa de abandono y rehabilitado (crecimiento arbustivo y arbóreo) <i>Mediano plazo</i>	Recarga en etapa de abandono y rehabilitado (crecimiento mayormente arbóreo) <i>Largo plazo</i>
18,170.06	15,018.35	16,817.12	18,615.90	24,012.23

Por otro lado, se deben tomar todas las medidas preventivas para evitar que los lixiviados lleguen a los mantos acuíferos o sean arrastrados por la lluvia hasta el arroyo más cercano, que se ubica a una distancia aproximada de 50 m del polígono del proyecto.

PROTECCIÓN A LA BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS		
Tipo de medida	Descripción	Observaciones
Reducción	<p>Verificar que el desmonte se realice únicamente en el área propuesta para la instalación de las obras permanentes del proyecto</p> <p>Verificar que se realicen las actividades de rescate y reubicación de herpetofauna</p> <p>Verificar que sea instalada correctamente la cerca perimetral para fauna</p> <p>Verificar el buen funcionamiento del sistema de captación de lixiviados y laguna.</p>	<p><u>Vinculación:</u> Ley General de vida silvestre y su reglamento</p> <p><u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure el proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p>

VI.1.1.2 Contaminación ambiental

CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
Tipo de medida	Descripción	Observaciones
Prevención	Realizar las reparaciones y mantenimiento de maquinaria y vehículos en el área de talleres destinada a estas actividades o en su caso talleres propiamente instalados y autorizados dentro del municipio, evitando utilizar otras áreas del predio del proyecto.	<u>Vinculación:</u> NOM-001-SEMARNAT-1996 <u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure el proyecto <u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Remediación	Evitar el derrame de combustibles y/o aceites en el suelo. Si esto llegara a ocurrir, remover el suelo afectado para su entrega a una empresa autorizada para su manejo.	<u>Vinculación:</u> NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 <u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto <u>Recursos:</u> Herramienta menor (pala, carretillas) y personal <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevención	Realizar las actividades de desmonte y despalme en época de secas	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> Preparación del sitio <u>Recursos:</u> Sólo la planeación de actividades <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevención	Almacenar el material producto del desmonte y cortes únicamente en los sitios autorizados para ello, utilizando áreas con poca pendiente y sin vegetación, además de evitar la obstrucción de escurrimientos naturales	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto <u>Recursos:</u> Sólo la planeación de actividades <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Compensación	Instalar las obras de desvío de agua pluvial en tiempo y forma, y en apego al diseño obtenido en el estudio INC-HUAU_8_DDP, a fin de prevenir escurrimientos de agua de lluvia durante la construcción y operación del proyecto.	<u>Vinculación:</u> NOM-083-SEMARNAT-2003 <u>Duración:</u> La instalación de las obras de desvío requiere unas semanas y su operación será durante todo el tiempo que dure el proyecto <u>Recursos:</u> material para instalación de las canaletas <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevención	Verificar la correcta instalación y operación del sistema de captación de lixiviados, así como la laguna de lixiviados de acuerdo al monitoreo ambiental descrito en el Cap. II, inciso II.2.9.3	<u>Vinculación:</u> Proyecto de norma oficial mexicana NOM-084-ECOL-1994, que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias <u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto <u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión de actividades <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y encargado del relleno

CONTAMINACIÓN DEL SUELO		
Tipo de medida	Descripción	Observaciones
Prevención	Conformación de taludes de acuerdo al diseño obtenido en el estudio INC-HUAU_7_ET, que indica el factor de seguridad obtenido para los taludes de conformación del proyecto.	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> Operación del proyecto <u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y responsable de operación
Prevención	Evitar el movimiento innecesario de tierra.	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> Operación del proyecto <u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y Responsable de operación

## VI.1.2 Medidas generales de mitigación

### VI.1.2.1 Ecología

VEGETACIÓN		
Tipo de medida	Descripción	Observaciones
Prevención	Evitar el uso de sustancias químicas o fuego para realizar el desmonte de la vegetación.	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> Etapa de desmonte <u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevención	Limitar la circulación de vehículos a los caminos de acceso. Evitar la ampliación de los caminos actuales o la creación de nuevos caminos.	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> Todas la etapas del proyecto <u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevención	Realizar el despalme únicamente dentro del polígono del predio.	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> Etapa de despalme <u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevención	Prohibir la extracción de flora silvestre, principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	<u>Vinculación:</u> Ley General de vida silvestre y su reglamento. NOM-059-SEMARNAT-2010 <u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure el proyecto <u>Recursos:</u> Material para capacitación de los trabajadores <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental



FAUNA		
Tipo de medida	Descripción	Observaciones
Prevención	Se recomienda realizar recorridos previos al inicio de las actividades de desmonte a fin de ahuyentar a cualquier individuo de fauna presente que pueda ser atropellado o afectado durante esta actividad.	<u>Vinculación:</u> Ley General de vida silvestre y su reglamento. NOM-059-SEMARNAT-2010 <u>Duración:</u> Preparación del sitio <u>Recursos:</u> Biólogo especialista en manejo de fauna y material para captura de fauna (en caso de ser requerido) <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevención	Estará prohibida la extracción de fauna silvestre principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	<u>Vinculación:</u> Ley General de vida silvestre y su reglamento. NOM-059-SEMARNAT-2010 <u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure el proyecto <u>Recursos:</u> Material para capacitación de trabajadores <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevención	Capacitación hacia los trabajadores de relleno sanitario acerca de la importancia de la fauna silvestre y su conservación.	<u>Vinculación:</u> Ley General de vida silvestre y su reglamento. <u>Duración:</u> Capacitación durante la etapa de preparación del sitio y monitoreo de actividades durante todo el tiempo que dure el proyecto <u>Recursos:</u> Material para capacitación de trabajadores <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental

### VI.1.2.2 Contaminación ambiental

CONTAMINACION DEL AGUA		
Tipo de medida	Descripción	Vinculación
Prevención	Contratación del servicio de sanitarios portátiles para la etapa de preparación del sitio. Instalación de sanitarios secos y monitoreo de su buen funcionamiento.	<u>Vinculación:</u> NOM-001-SEMARNAT-1996 <u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure el proyecto <u>Recursos:</u> Contratación de empresa local para este servicio. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y promovente
CONTAMINACIÓN DEL SUELO		
Remediación	Evitar el derrame de combustibles y/o aceites en el suelo. Si esto llegara a ocurrir, remover el suelo afectado para su entrega a una empresa autorizada para su manejo.	<u>Vinculación:</u> NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 <u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto <u>Recursos:</u> Herramienta menor (pala, carretillas) y personal <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Reducción	En el caso de los residuos urbanos se recomienda instalar tambos o recipientes rotulados para la disposición temporal de forma separada (reciclables) en los frentes de trabajo, para su posterior ingreso al sistema del relleno.	<u>Vinculación:</u> Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento <u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto <u>Recursos:</u> Se recomiendan tambos con tapa, que son de costo moderado <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Reducción	Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con recipientes o tambos rotulados ubicados en áreas sin pendiente y con piso impermeabilizado con material plástico. Éstos serán llevados diariamente al almacén temporal en la localidad más cercana, el cual contará con las características indicadas en el art. 82 del Reglamento de la LGPGIR; y su transporte y disposición final será realizado a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT	<u>Vinculación:</u> Art. 82 del Reglamento de la LGPGIR <u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto <u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
Prevención	Los RP's como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados.	<u>Vinculación:</u> Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento <u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio <u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental
<b>CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA</b>		
Reducción	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y vehículos utilizados para asegurar que el <u>ruido</u> emitido esté bajo los límites establecidos en las normas oficiales aplicables.	<u>Vinculación:</u> NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994 <u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto. <u>Recursos:</u> ninguno, esta actividad se realiza en talleres instalados en la localidad más cercana <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y encargado de la operación del proyecto
Prevención	Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondiente.	<u>Vinculación:</u> NOM-041-SEMARNAT-2006, y NOM-045-SEMARNAT-2006, <u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto. <u>Recursos:</u> Ninguno, esta actividad se realiza en talleres instalados en la localidad más cercana <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y encargado de la operación del proyecto
Reducción	Evitar la sobrecarga de los camiones de acarreo de material y de ser necesario cubrirlos con lona a fin de evitar la dispersión de partículas de polvo.	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> preparación del sitio (excavaciones y formación de taludes) <u>Recursos:</u> Ninguno <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y encargado de la operación del proyecto

Prevención	Capacitación al personal que labora en el relleno acerca de la correcta separación de los residuos de forma que se evite la entrada de residuos no deseados al relleno que puedan generar mal olor. ( <i>Procedimiento de selección en el Cap. II, inciso II.2.9.1</i> )	<u>Vinculación:</u> NMX-AA-022-1985 <u>Duración:</u> Toda la operación del proyecto <u>Recursos:</u> Ninguno <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y encargado de la operación del proyecto
Prevención	Verificar la correcta instalación y operación del sistema de captación de biogás, así como los pozos de monitoreo de acuerdo al monitoreo ambiental descrito en el Cap. II, inciso II.2.9.3	<u>Vinculación:</u> Proyecto de norma oficial mexicana NOM-084-ECOL-1994, que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias <u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto <u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión de actividades <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y encargado del relleno

### VI.1.2.3 Aspectos estéticos

Los impactos negativos identificados en esta categoría son de magnitud Menor, por lo que no se contemplan medidas preventivas especiales para ellos; sin embargo, así como se menciona en el capítulo V (inciso V.3.2.3) las actividades propuestas para otras categorías y parámetros colaboran a minimizar el efecto general del proyecto dentro del su entorno estético. Esto se pudo observar en la atenuación del impacto por la inserción de la Actuación humana durante las primeras etapas del proyecto.

### VI.1.2.4 Aspectos de interés humano

Los impactos identificados en esta categoría son principalmente positivos, por lo que no se recomiendan medidas de mitigación o prevención especiales; en este caso, sólo se considera importante seguir lo establecido en este capítulo, para la adecuada integración del proyecto al SA y al entorno social. En el caso de la seguridad para los trabajadores se recomienda lo siguiente:

SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES		
Tipo de medida	Descripción	Vinculación
Compensación	Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.	<u>Vinculación:</u> -- <u>Duración:</u> Previo y durante la obra <u>Recursos:</u> Ninguno <u>Responsable:</u> Promovente
Prevención	Contar en la enfermería con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal, principalmente con faboterápicos ya que en el área del proyecto pueden presentarse especies peligrosas para el ser humano; así como identificar el centro de salud u hospital más cercano a los frentes de obra	<u>Vinculación:</u> NOM-001-STPS-2008 <u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> Material de curación básico <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y encargado de la operación del banco

Prevención	Proveer al personal con equipo de protección personal	<u>Vinculación:</u> NOM-017-STPS-2001 <u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> Cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y encargado de la operación del relleno
Prevención	Capacitación al personal sobre las medidas de seguridad y salud en los diferentes frentes o áreas de trabajo, así como la supervisión de que estas prácticas sean acatadas.	<u>Vinculación:</u> Reglamento Federal de Seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo <u>Duración:</u> Capacitación durante la etapa de preparación del sitio y monitoreo de actividades durante todo el tiempo que dure el proyecto <u>Recursos:</u> Material para impartir capacitación <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y encargado de la operación del proyecto

## VI.2 Impactos residuales

Como se indica en el capítulo V, los impactos residuales identificados son de magnitud Menor y por lo tanto no se consideran medidas de mitigación adicionales a las ya descritas en los incisos anteriores.

Estos impactos residuales (señal de alerta del 22.2 al 33.3%) se refieren principalmente a los parámetros dentro de la categoría de Ecología, es decir a la vegetación y a la fauna; y dentro de la categoría de Contaminación ambiental, a los parámetros relacionados a la calidad del Suelo.

Con las medidas de prevención y mitigación se logra reducir su magnitud, aunque no se evita totalmente que aparezca el impacto ya que éstos se derivan del despalme y movimientos de material requeridos para el inicio de actividades, así como de la generación de emisiones contaminantes durante la operación del proyecto.

## VI.3 Información para fijar montos de fianzas

Para la estimación de este monto de fianza, se contemplan todas las actividades propuestas como medidas de prevención y mitigación, así como su tiempo de ejecución.

En el caso de las actividades de reforestación se muestra un planteamiento sobre la producción de planta para reforestar y los costos de su establecimiento; así como, algunas obras de conservación de suelos forestales que serían necesarios realizar en el supuesto de que ya se hubiera ejecutado el CUS y que fuese necesario restaurar el predio objeto del mismo a su condición original.

Sin embargo, lo señalado en este capítulo, con excepción de la reforestación, en ningún momento está planteado como un compromiso de una medida de mitigación y/o compensación consistente en la restauración de suelos en una superficie equivalente a la que se solicita para el cambio de uso de suelo.

Por lo anterior, no existe una pretensión de realizar las obras de conservación de suelos establecidas en este apartado sólo se muestra la estimación de costos necesaria, considerando que en el terreno ya se hubiera ejecutado el cambio de uso de suelo.

El diseño de plantación puede ser en tres bolillo debido a las condiciones del terreno, también, el espaciamiento entre las plantas puede ser equidistante o irregular, pero debe cumplirse con las densidades promedio (cantidad de plantas por hectárea) por modalidad y ecosistema. Por otra parte la superficie final a reforestar será de 3.956 Ha y comprende lo siguiente:

*Tabla 1. Superficie total destinada a reforestación*

Concepto	Superficie (Ha)
Zonas de reforestación funcional	0.301
Área propuesta para banco de tiro	0.259
Reforestación por compensación	0.842
Superficie después del abandono del sitio susceptible a reforestar	2.554
TOTAL	3.956

A las actividades de reforestación en esta superficie se le suma las actividades de rescate de fauna, y el monto calculado para la reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales; obteniendo un monto de \$ 150, 776.99 M.N. (Ciento cincuenta mil setecientos setenta y siete pesos con noventa y nueve centavos), que se distribuye de la forma siguiente:

*Tabla 2. Montos aproximados para pago de fianzas*

Actividades	Costo (MXN)
Ejecución y Supervisión de las medidas de mitigación enlistadas en el DTU	16, 085.12
Acciones de Reforestación en 3.956 Ha	48, 244.43
Acciones de rescate y reubicación de fauna	59, 638.90
Reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales	26, 808.54
Total	150, 776.99

## VI.4 Estimación del costo de las actividades de mitigación

### VI.4.1 Reforestación

En primer lugar se presenta la estimación del costo de la reforestación de la superficie afectada por el cambio de uso de suelo forestal que es de 1.288 Ha.

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Tabla 3. Subtotal para producción y establecimiento de planta

Concepto	Costo (\$)	U. de M.	Rendimiento	Costo/planta (\$)	Costo x ha	Costo total (\$)
<b>Producción de planta en sistema tradicional</b>						
Germoplasma (colecta)	120	Jornal	250	0.48	3577.42	
Tierra o sustrato	250	m3	587	0.43		
Arena	300	m3	587	0.51		
Agua	600	Lt	612	0.98		
Bolsa de polietileno negro, cal 400	33.5	kg	78	0.43		
Enraizador Rootex	118	kg	864	0.14		
Fungicida Cocide 2000	135	kg	864	0.16		
Fertilizante foliar 20-30-10	75	kg	743	1.1		
SUBTOTAL				3.22		\$ 4,607.71
<b>Materiales y herramienta</b>						
Pala	142	Pieza	2			\$ 284
Carretilla	650	Pieza	1			\$ 650
Guantes	32	m	4			\$ 128
Manguera	18	Pieza	40			\$ 720
Tijeras poda	82.65	Juego	2			\$ 165.3
Juego. de jardinería	128		1			\$ 128
SUBTOTAL						\$ 2,075.3
<b>Mano de obra para producción de planta</b>						
Preparación del sustrato	155	destajo	1500	0.1		\$ 143.1
Llenado de bolsas y acomodo	155	destajo	600	0.26		\$ 372.06
Siembra de semilla	155	destajo	500	0.31		\$ 443.61
Mantenimiento 4 meses	120	jornal	80	0.7		\$ 1,001.7
SUBTOTAL						\$ 1,960.47
<b>Mano de obra para establecimiento de planta</b>						
Poceras	120	3 jornal	300	4.77		\$ 360
Transporte	100	destajo	14	1400 viaje		\$ 1,400
M de Obra establecimiento	200	3 jornal	300	1.2		\$ 1,760
SUBTOTAL						\$ 3,520

Tabla 4. Subtotal para la construcción de 800 m lineales de terrazas de formación sucesiva

Concepto	U. de Medida	C. U. (\$)	Cant. requerida	C. de la actividad	C. terraza	Cant. de m lineales	Costo total (\$)
Trazo de curvas	Jornal	45	0.25	11	0.11	800	\$ 88
Excavación para formación de zanja	Jornal	45	7.6	342	3.42	800	\$ 2,736
Conformación de bordo	Jornal	45	2	90	0.9	800	\$ 720
SUBTOTAL				443	4.43	800	\$ 3,544

El costo promedio para la reforestación de 1.288 Ha es de \$ 15, 707.49 M.N. como se muestra en la tabla siguiente:

*Tabla 5. Monto estimado para la reforestación de 1.288 Ha*

Concepto	Costo total
Producción de planta	\$ 4,607.72
Herramientas	\$ 2,075.30
Mano de obra para producción de planta	\$ 1,960.47
Reforestación	\$ 3,520.00
Terrazas de formación sucesiva	\$ 3,544.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 15,707.49</b>

De la misma forma se calcula con los datos anteriores, los costos para realizar la reforestación de la superficie final obtenida al ser clausurado el relleno sanitario (presentada en la tabla 1), que es de 3.96 Ha; obteniendo un monto de **\$ 48, 244.43 M.N.** (Cuarenta y ocho mil doscientos cuarenta y cuatro pesos con cuarenta y tres centavos)

#### VI.4.2 Rescate y reubicación de fauna

Se contempla en esta actividad, principalmente el rescate y reubicación de herpetofauna realizado durante las actividades de desmonte, despalle y excavaciones en el predio.

*Tabla 6. Monto estimado para el rescate y reubicación de herpetofauna*

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>				
Bandas elásticas	Bolsa	1	\$21.50	\$ 21.50
Barreta	Pieza	2	\$ 62.20	\$ 124.40
Bolsa de tela 30X40 CMS.	Pieza	50	\$ 13.95	\$ 697.50
Bolsas de 50 X80 CMS	Pieza	50	\$ 24.90	\$ 1,245.00
Guantes de carnaza	Par	2	\$ 12.50	\$ 25.00
libreta de campo	Pieza	2	\$ 35.90	\$ 71.80
Suero antiviperino	Antídoto	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
<b>Suma de materiales</b>				\$ 4,185.20
<b>Mano de obra</b>				
Biólogo herpetólogo	JOR	100	\$ 411.00	\$ 41,100.00
<b>Suma de mano de obra</b>				\$ 41,100.00
<b>Equipo</b>				
CAMARA CANON EOS REBELS XS 10.1 MEGAPIXELES	HORA	400	\$ 1.88	\$ 752.00
Gancho herpetológico mediano 86 CMS, MARCA PETMMAL	hora	350	\$ 0.14	\$ 49.00
GARMIN GPSMAP 60, 500 WAYPOINTS, 50 RUTAS, 24 MB		400	\$ 3.30	\$ 1,320.00
<b>Suma de Equipo</b>				\$ 2,121.00

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE RELLENO SANITARIO EN LA LOCALIDAD DE NOPALA, MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Costo directo				\$ 47,406.20
indirectos de oficina		4.50%		\$ 2,133.28
indirectos de campo		9.98%		\$ 4,731.14
subtotal				\$ 54,270.62
Financiamiento		0.11%		\$ 52.15
Subtotal				\$ 54,322.76
Utilidad		9.24%		\$ 5,019.42
Subtotal				\$ 59,342.19
Cargos adicionales		0.50%		\$ 296.71
<b>Total</b>				\$ 59,638.90

### VI.4.3 Instalación de cerco para fauna

En este caso se contempla el uso de concreto para la construcción del cerco de fauna.

*Tabla 7. Monto estimado para la instalación del cerco para fauna*

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>				
Malla graduada 1.20 (50 M)	Rollo	7.5	\$ 496.46	\$ 3,723.45
Concreto FC=150 KG/CM2	M3	90	\$ 1,247.53	\$ 112,277.70
<b>Suma de materiales</b>				<b>\$ 116,001.15</b>
<b>Mano de obra</b>				
Cuadrilla: albañil + 4 peones	JOR	30	\$ 1,367.48	\$ 41,024.40
Peon	JOR	30	\$ 230.31	\$ 6,909.30
Herramienta menor	%	2		\$ 958.67
<b>Suma de mano de obra</b>				<b>\$ 48,892.37</b>
<b>Equipo</b>				
Vibrador de chicote	Hr	40	\$ 61.40	\$ 2,456.00
<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 2,456.00</b>
Costo directo				\$ 167,349.52
indirectos de oficina		3.50%		\$ 585.72
indirectos de campo		7.98%		\$ 133.54
subtotal				\$ 168,068.79
Financiamiento		0.10%		\$ 167.35
Subtotal				\$ 168,236.14
Utilidad		8.24%		\$ 1,386.27
Subtotal				\$ 169,622.40
Cargos adicionales		0.50%		\$ 848.11
<b>Total</b>				<b>\$ 170,470.52</b>



#### VI.4.4 Resumen de costos de las medidas de mitigación

La tabla siguiente muestra el monto total contemplado para la ejecución de las principales medidas de mitigación de impactos propuestas en este estudio.

*Tabla 8. Monto estimado para la ejecución de medidas de mitigación*

Concepto	Monto (M.N.)	Con letra
Reforestación de 3.956 Ha	\$ 48, 244.43	Cuarenta y ocho mil doscientos cuarenta y cuatro pesos con cuarenta y tres centavos
Rescate y reubicación de herpetofauna	\$ 59,638.90	Cincuenta y nueve mil seiscientos treinta y ocho pesos noventa centavos
Instalación de cerco para fauna	\$ 170,470.52	Ciento setenta mil cuatrocientos setenta pesos cincuenta y dos centavos
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 268,085.45</b>	Doscientos sesenta y ocho mil ochenta y cinco pesos con cuarenta y cinco centavos

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	2
VII.1 PRONÓSTICOS AMBIENTALES EN BASE A LA EVALUACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES	2
VII.1.1 Escenario sin proyecto	5
VII.1.2 Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación	6
VII.1.3 Escenario con proyecto y con medidas de mitigación	6
VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS POR EL MÉTODO DE KASIM	7
VII.2.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.	7
VII.2.2 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.	9
VII.2.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto.	12
VII.2.4 Descripción y análisis del escenario con proyecto y con medidas.	16
VII.3 CONCLUSIONES	18

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

El ser humano es sin duda el más poderoso perturbador de su propio medio natural, a pesar de que su salud y quizás su supervivencia sobre la Tierra dependen de las condiciones en que se encuentra su entorno ambiental. Queda claro que este daño corresponde a don razones fundamentales. La primera es que no hay más opción que explotar el medio natural para la obtención de alimento, minerales, cobijo, y tantas otras necesidades de la vida y del desarrollo humano. Y la segunda razón es el descuido, o la destrucción sin sentido. Demasiadas ciudades continúan vertiendo sus desechos en el aire o el agua, la agricultura suele ser innecesariamente destructiva del suelo, y todos somos culpables en diferentes proporciones como individuos consumidores (Henry y Heinke, 1999).

La pérdida de la vegetación natural, influye directamente en la pérdida de hábitats y especies, la pérdida de valores culturales y estéticos, reducción de recursos forestales, el incremento de la erosión y la disminución de la fertilidad del suelo. Además, contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, de hecho, se ha comprobado que los cambios de uso de suelo influyen indirectamente en la desertificación, las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y el cambio climático global. Ante todo, esto el conocimiento de los efectos de las actividades del ser humano en los diferentes ecosistemas es básico para entender los desequilibrios y los acelerados procesos de degradación que aquejan a muchos tipos de ecosistemas otrora naturales.

La deforestación y otros cambios de uso de suelo son las principales causas de pérdida de los recursos forestales y degradación ambiental en escalas locales, regionales y globales. Estos procesos son causados por factores tecnológicos, económicos políticos, sociales y culturales.

Dentro del contexto del cambio de uso de suelo, el daño al ambiente puede ser tan variable como el tipo de proyecto o actividad que lo genera. Los rellenos sanitarios, por ejemplo, suelen acarrear aspectos negativos como mala imagen visual, presencia de fauna nociva, malos olores, contaminación de suelos y aguas freáticas y superficiales por mencionar algunos. A este respecto, es necesario implementar metodologías de aplicación rápida (directas o indirectas), que permitan pronosticar daños potenciales ante la ejecución del presente proyecto bajo una visión de desarrollo económico y social, que ayuden en primera instancia a re-direccionar el sentido lógico de las medidas de mitigación y/o compensación adecuadas para contrarrestar los daños ambientales.

### VII.1 PRONÓSTICOS AMBIENTALES EN BASE A LA EVALUACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES

#### *a) Metodología*

Se estimó la calidad ambiental a través de un método de ponderación, con base en los resultados obtenidos en el Diagnóstico Ambiental del capítulo IV del presente estudio. La dinámica se perfiló hacia un análisis de tres escenarios teóricos en tres períodos de tiempo distintos como son: a) pronósticos del escenario sin proyecto, b) pronósticos del escenario con proyecto y sin medidas de

mitigación, y c) pronósticos del escenario con proyecto y con medidas de mitigación. Por tratarse de una metodología que emplea juicios de valor, se tomaron algunas consideraciones para obtener resultados más confiables.

1. Se utilizó como base la misma matriz ambiental del capítulo IV (diagnóstico ambiental), ya que funciona como guía para calificar las posibles condiciones ambientales según los distintos escenarios en función a la calidad actual.

Tabla 1. Matriz ambiental

FACTOR AMBIENTAL/ SOCIAL/ANTRÓPICO	NIVEL DE CALIDAD	CALIFICACIÓN
Geoformas	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificada	1
Suelo	Sin erosión	5
	Escasa erosión	4
	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2
	Extremadamente erosionado	1
Cubierta vegetal	Mayor al 100 %	5
	75 - 100 %	4
	50 - 75 %	3
	25 - 50 %	2
	Menor al 25 %	1
Naturalidad de la vegetación	Sin vegetación secundaria	5
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural que la secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
Presencia de ganado	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy alta	1
Presencia de cultivos	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy alta	1
Hábitat para la fauna	Potencial muy alto	5
	Potencial alto	4

FACTOR AMBIENTAL/ SOCIAL/ANTRÓPICO	NIVEL DE CALIDAD	CALIFICACIÓN
	Potencial medio	3
	Potencial bajo	2
	Potencial muy bajo	1
Evidencia de penetración antrópica (Casas, Caminos, brechas, basura, etc.)	Nula	5
	Escasa	4
	Media	3
	Alta	2
	Muy alta	1

Fuente: [http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration\\_files/guias/Guia\\_Evaluacion\\_Paisaje\\_130926.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/guias/Guia_Evaluacion_Paisaje_130926.pdf)

- Se utilizaron como valores base únicamente los promedios de cada factor de los sitios de muestreo dentro del polígono de proyecto, esto es, del sitio 1 al sitio 6.
- Se conformó un grupo multidisciplinario para ejecutar las ponderaciones. El criterio básico de selección fue tener conocimientos suficientes sobre cada uno de los factores ambientales planteados con el fin de ser evaluados de forma correcta.
- Se indicó a los integrantes mantener un alto grado de objetividad para una mejor asignación de los valores a cada factor ambiental.
- Previo a la asignación de los valores se analizaron las medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas en el presente estudio, para estimar de qué manera impactarían ante la ejecución del proyecto.

### b) Panorama general

Partiendo de los valores base del Diagnóstico Ambiental (DA), en un panorama sin proyecto algunos valores pasarían inmutables y otros se elevarían ligeramente siempre y cuando el terreno se dejará a los procesos de sucesión natural. En un panorama con proyecto y sin medidas de mitigación la situación ambiental en el área de ocupación se tornaría un tanto grave, presentándose problemas de erosión (entre otros) que perjudicaría no solamente el área puntual del proyecto, sino también las corrientes cercanas al mismo. Por otro lado, en un panorama con proyecto y con medidas de mitigación algunos factores no recuperarían su condición original, pero otros podrían verse beneficiados en pequeñas proporciones.

Tabla 2. Panorama general

Factor ambiental/ social/antrópico	Diagnóstico ambiental Línea base	Sin proyecto			Con proyecto/sin medidas			Con proyecto/con medidas de mitigación		
		Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Geoformas	4.5	4.5	4.5	4.5	2	3	4	2	3	4
Suelo	4.3	4.3	4.4	4.5	2	2	2	2.5	3	3.5
Cubierta vegetal	3	3.2	3.4	3.8	2	2	2	2	3	4
Naturalidad de la vegetación	2.8	2.8	2.9	3	2.5	2.5	2.5	2.6	2.8	3

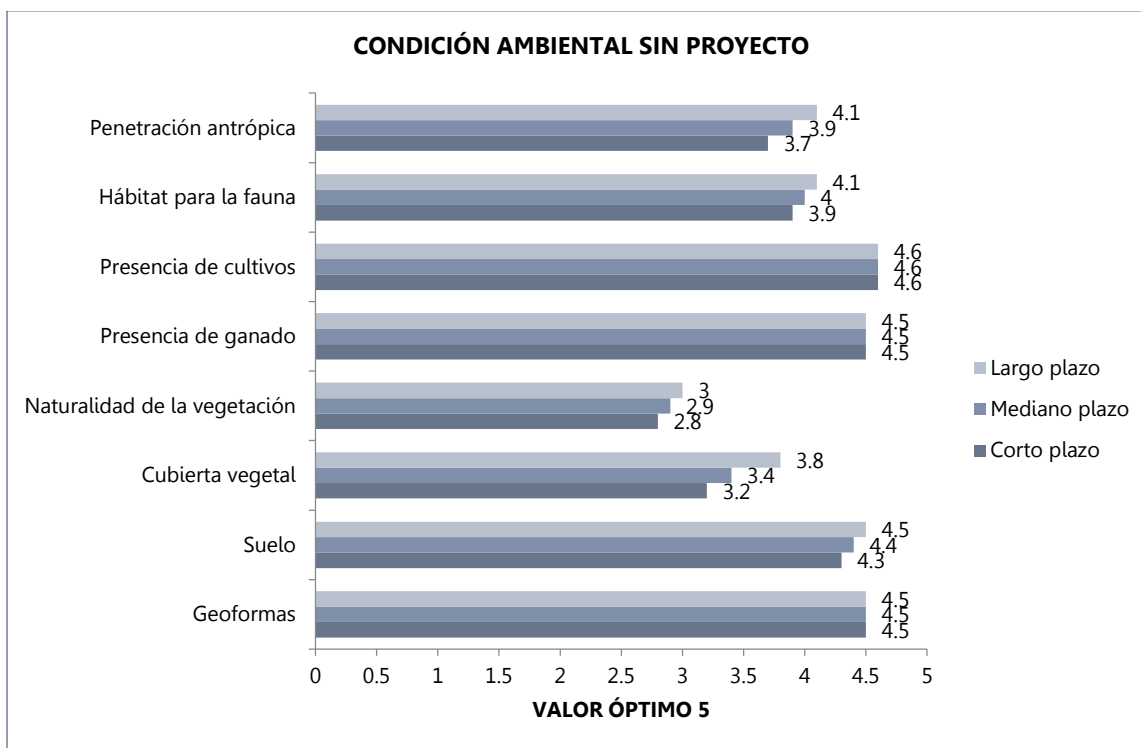
Factor ambiental/ social/antrópico	Diagnóstico ambiental Línea base	Sin proyecto			Con proyecto/sin medidas			Con proyecto/con medidas de mitigación		
		Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Presencia de ganado	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Presencia de cultivos	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Hábitat para la fauna	3.8	3.9	4	4.1	3.5	3.5	3.5	3.6	3.8	4
Evidencia de penetración antrópica	3.5	3.7	3.9	4.1	3	3	3	3.3	3.5	3.7

PLAZOS: 1) Corto: 5 años; 2) Mediano: 15 años; 3) Largo: 25 años

Fuente; elaboración con datos obtenidos en campo. 2019.

### VII.1.1 Escenario sin proyecto

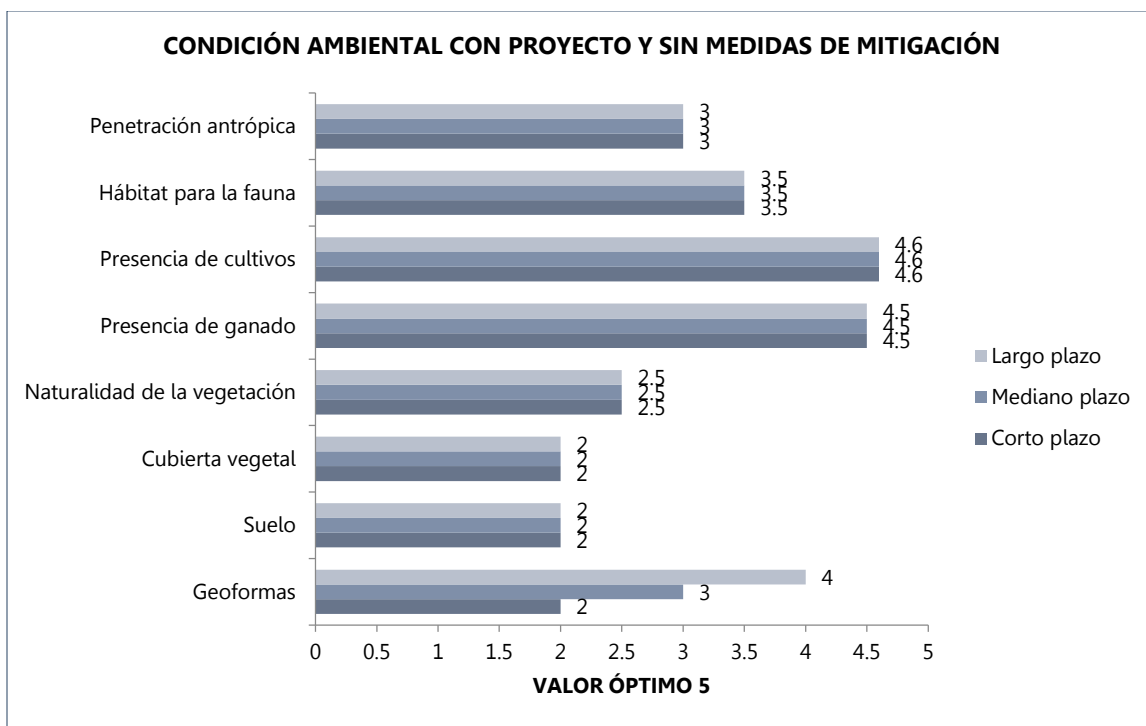
El primer escenario se refiere a las condiciones actuales en que se encuentra el área del proyecto y en ausencia del mismo. Básicamente los valores del DA para algunos factores pasarían sin ningún cambio aparente, tal es el caso de las geoformas, la presencia de ganado y la presencia de cultivos. Los factores restantes se verían favorecidos en cierta medida al permitir que se lleven a cabo los procesos de sucesión natural. Recordemos que al tratarse de una región donde la precipitación es bastante alta (> a 2000 mm anuales) el desarrollo de la vegetación secundaria sobre terrenos deforestados tiene una tasa alta de crecimiento, llegándose a ver especímenes de porte arbóreo al paso de algunos años, que puede ser a corto y mediano plazos. Obviamente con la presencia de una cubierta vegetal densa, se generaría suelo orgánico, además de atraer a una mayor diversidad de fauna silvestre.



Gráfica 1. Tendencia de condición ambiental sin proyecto.

### VII.1.2 Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación

Los daños ambientales ante la ejecución del proyecto y sin medidas de mitigación, se pueden estimar como altos a nivel local en los diferentes plazos de tiempo. Sin duda a corto plazo los cambios en el ambiente serían abruptos en la mayoría de los factores, principalmente en lo que respecta a las geoformas, el suelo y la cubierta vegetal. Básicamente a mediano y largo plazos ya no habría decremento en la calidad ambiental, si no se mantendrían con los valores de corto plazo, excepto en el factor geoformas que obviamente se estarían rellenando los espacios donde se realizarán cortes del terreno con los residuos urbanos mediante un método de alta compactación. Los factores Presencia de ganado y Presencia de cultivos pasarían inmutables desde los valores Base, pues la ejecución del proyecto no parece tener influencia de ningún tipo sobre estas actividades.



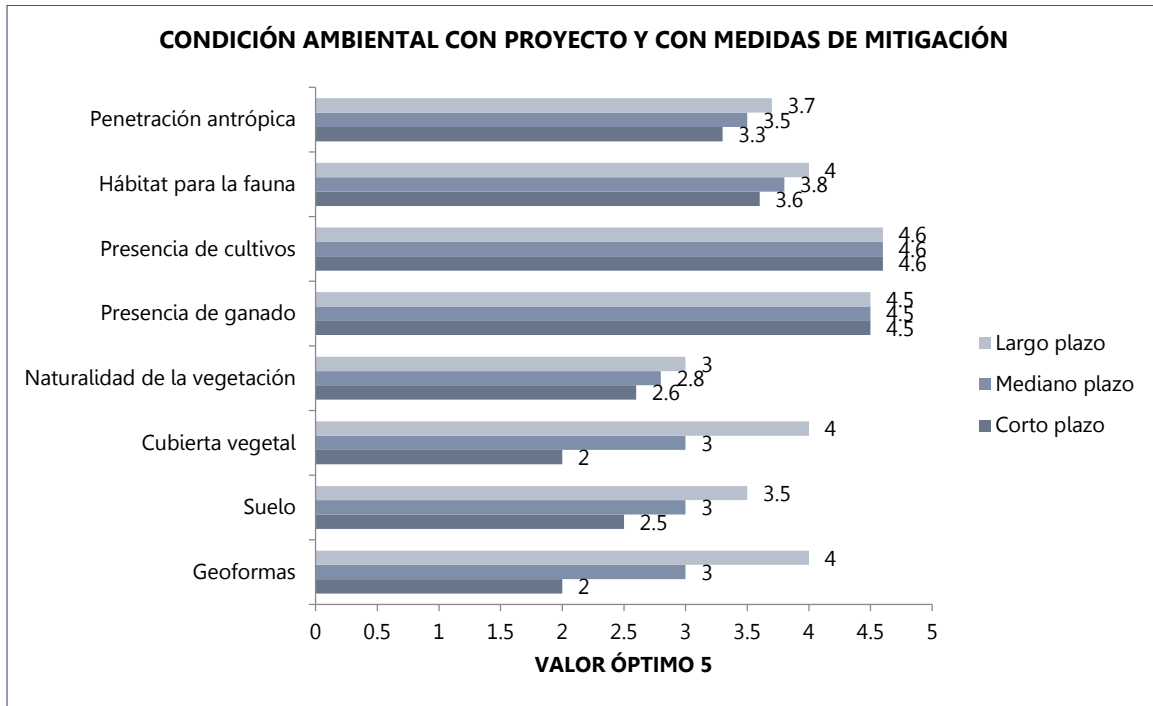
Gráfica 2. Tendencia de condición ambiental con proyecto y sin medidas de mitigación.

### VII.1.3 Escenario con proyecto y con medidas de mitigación

Dadas las condiciones actuales en que se encuentra el sitio del proyecto, así como la naturaleza del mismo, se prevén impactos ambientales considerables a nivel local, pero que pueden ser atenuados e incluso revertidos aplicando las adecuadas medidas de mitigación, prevención y/o compensación planteadas en el presente estudio, a mediano y largo plazos. Durante los primeros años del proyecto, los valores Base se verían reducidos considerablemente, siendo los más afectados, las geoformas, el suelo y la vegetación, sin embargo, ya a corto plazo se pueden tomar ciertas medidas para reducir los impactos, de manera que a mediano y largo plazos las condiciones ambientales de algunos factores podrían verse incluso en mejores condiciones que las actuales, tal es el caso de la cubierta vegetal, la naturalidad de la vegetación, el hábitat para la fauna silvestre y por ende la evidencia de penetración

antrópica. Los valores de los factores Presencia de ganado y cultivo pasarían sin ninguna modificación al no tener el proyecto, ningún impacto positivo o negativo sobre dichas actividades. Las geofomas y el suelo, si bien mostrarían cierta recuperación en su calidad, no llegarían a las condiciones en que se encuentran actualmente.

Es importante entender que el proyecto puede ser completamente viable en términos ecológicos y sociales, basta con seguir las indicaciones para mitigar los impactos y para la rehabilitar simultánea o paulatinamente la superficie correspondiente al Relleno Sanitario.



Gráfica 3. Tendencia de la condición ambiental con proyecto y con medidas de mitigación.

## VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS POR EL MÉTODO DE KASIM

### VII.2.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Dado a las características físicas de la región del proyecto, los pronósticos ambientales a escala a nivel sistema ambiental son complicados, principalmente por existir ecosistemas frágiles y complejos, compuesto por una gama de diversidades tanto florísticas como faunísticas. La fragilidad de muchos ecosistemas radica en su hidrología ya que es un medio propicio por el cual se extienden los impactos ambientales, para este estudio a nivel del área de influencia no se observa una dominancia contundente en algún grado de fragilidad ambiental. No obstante, cabe señalar que a partir de la fragilidad media y hasta la muy alta, las áreas coinciden en gran medida con muchas de las superficies forestales, ya sea en estado primario o secundario, en otras palabras, todas las zonas de fragilidad media, alta y muy alta son aquellas de mayor prioridad para la conservación. Por otro lado, están las



superficies de fragilidad baja y muy baja que se localizan sobre terrenos mayormente desprovistos de vegetación forestal, e incluso, de cualquier tipo de vegetación, pues se observaron pequeñas áreas de suelo desnudo. Estas últimas zonas evidentemente tienen un valor inferior en términos ecológicos, aunque no representan barreras completamente impermeables, de modo que existen especies de fauna silvestre que pueden desplazarse a través de estas zonas para llegar a sitios forestales de mayor calidad.

A nivel del área de influencia no se observa con claridad alguna dominancia de los distintos grados de fragilidad ambiental. Las áreas forestales coinciden en buena medida con los grados alto y muy alto, mientras que las áreas con mayor intervención humana se relacionan con los grados de fragilidad baja y muy baja. A nivel de la poligonal del predio se distinguen con claridad dos zonas con diferente aptitud para la conservación. En la parte centro-norte la fragilidad ambiental es mayormente alta y muy alta denotando su aptitud para la conservación. En el área centro-sur la fragilidad ambiental presenta desde valores altos hasta muy bajos, detectándose incluso en esta zona, superficies altamente deterioradas donde la vegetación se encuentra completamente ausente. La zona con mayor aptitud y viabilidad ambiental para ejecutar el proyecto, recae en general sobre la parte sur de la poligonal del predio, obviamente bajo el entendido de cumplir con todas las medidas ambientales propuestas en el capítulo VI.

La fragmentación del ecosistema es inevitable dada la reducción del tamaño del parche o polígono, limitando en cada modificación la capacidad para sostener comunidades bióticas; sin embargo, no solo este aspecto es afectado, sino que también la infraestructura del proyecto se ve amenazada al contender con problemas del suelo debido a la pérdida cada vez más continua de la vegetación.

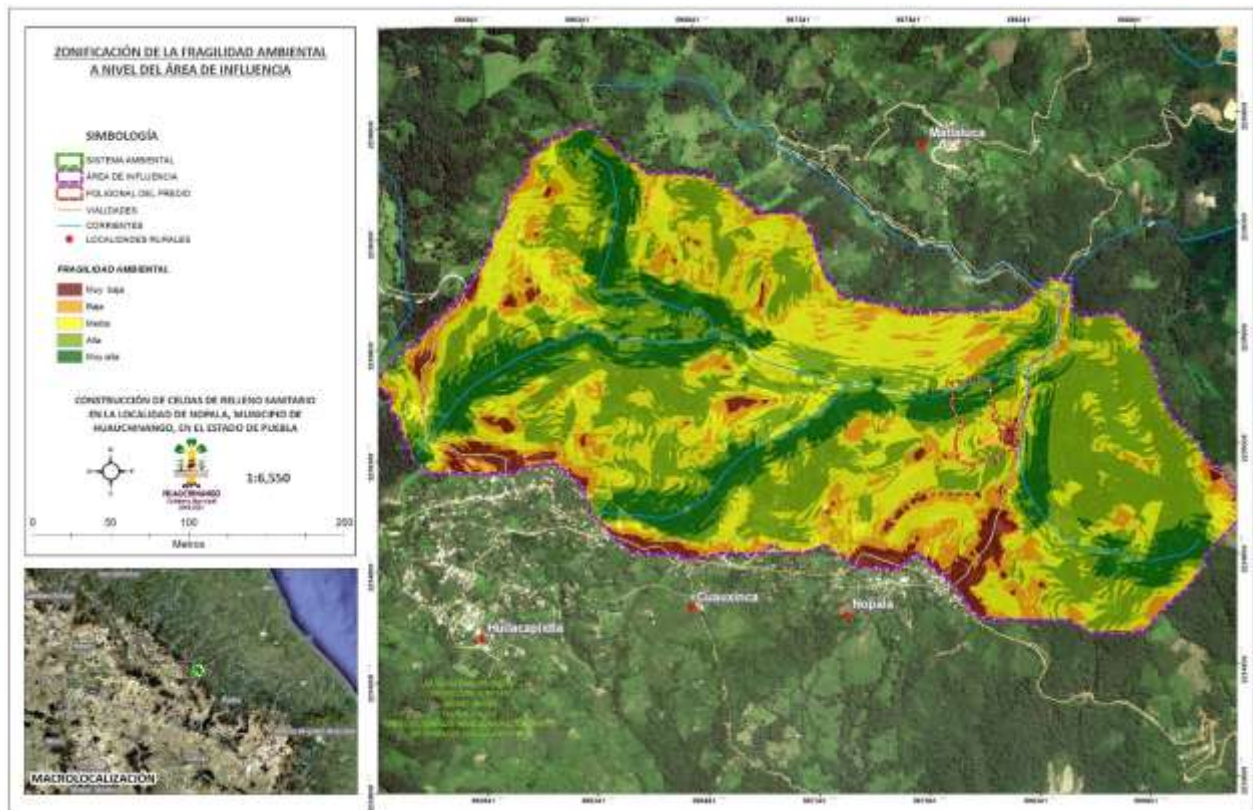


Imagen 1. Zonificación de los distintos niveles de fragilidad ambiental a nivel del área de influencia.

## VII.2.2 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

La importancia de los ecosistemas radica en la compleja dinámica que sus comunidades vegetales, animales, de microorganismos y su entorno abiótico, que le hace funcionar como una unidad funcional. Por tal razón, es importante identificar y describir de manera concreta los procesos y las funciones de los mismos, particularizando el análisis de aquellos procesos o de aquellas funciones que potencialmente, pudieran ser afectadas por el proyecto. Esto permitirá visualizar de manera objetiva cómo el proyecto puede afectar de forma positiva o negativa la dinámica antes citada.

Con la finalidad de tener un perfil de las áreas que ocupa el ecosistema asociado a la VS/BMM fue necesario definir los principales factores y procesos que inciden en su deterioro, transformación y mantenimiento. Para ello se consideraron cuatro criterios principales: *calidad*, *amenazas a la permanencia* y *a la calidad* y *características sociales*. Se entiende por criterios a los componentes esenciales del mantenimiento de los bosques, incluyendo atributos de las áreas y los factores y procesos que inciden sobre la presencia y estado de la VS/BMM. El criterio (calidad) es afectado por los otros criterios. Los criterios comprenden a los indicadores, variables que permiten medir o inferir un criterio.

Aunque estos procesos pueden tener varios orígenes, están asociados principalmente a patrones de asentamientos humanos y de explotación del paisaje y como resultado, los procesos de fragmentación en la zona de estudio definen mosaicos de prácticas de uso del suelo, con coberturas arbóreas y arbustivas variables en su grado y diversidad.



Imagen 2. Perdida de hábitat y fragmentación del BMM dentro del SA y AI

La reducción y la fragmentación del hábitat no solo tienen efectos obvios como la modificación del paisaje y la eliminación local de algunas especies, también pueden tener efectos en la viabilidad a largo plazo de poblaciones de ciertas especies por la reducción del número y aislamiento de sus individuos, además, la fragmentación modifica los procesos ecológicos naturales de los ecosistemas, (Bennett, 1998). Estos efectos pueden extenderse a través de una red de interacciones interespecíficas, siendo probablemente las más críticas aquellas que afectan directamente la producción de propágulos y por ende el reclutamiento de nuevos individuos, pudiendo causar la erradicación local de especies en los fragmentos.

La composición funcional y las tasas de los procesos dinámicos del bosque a escala local varían mucho entre los bosques templados dentro del SA libres de intervención humana conocida, de modo que es probable que también sus respuestas al impacto humano sean variables a partir de esa idea, es probable que una determinada intervención produzca cambios más fuertes en algunos tipos de bosque que en otros, por razones que dependen de las características intrínsecas de cada ecosistema. El grado de cambio en fragmentos de bosque de un determinado tamaño dependerá de varios factores, por ejemplo, del tiempo transcurrido luego de la fragmentación y del tipo de ecosistema

adyacente. También dependerá del contexto general ecológico y social del paisaje en el que se ubica el fragmento.

Considerando el relieve accidentado característico de la región, que determina por un lado notables diferencias de altitud y por otro una amplia variedad de comunidades, es posible deducir una notable riqueza florística y faunística; sin embargo, la destrucción de los ecosistemas en la zona de estudio ha significado también la desaparición de especies de flora y fauna o en el mejor de los casos su desplazamiento hacia los terrenos más abruptos y mejor conservados dentro del SA como son las barrancas y otros accidentes topográficos de difícil acceso y donde no se refleja una alta riqueza dentro de la PPE. Varios factores específicos asociados con la ecología reproductiva de las especies las hacen especialmente vulnerables a la destrucción y fragmentación de hábitat, incluyendo su sistema de compatibilidad, su limitada capacidad de dispersión y su dependencia de la interacción, la que actualmente ha sido afectada por el cambio del paisaje. Es aceptado ampliamente que las interacciones planta-animal son factores fundamentales en la ecología reproductiva de las especies arbóreas, tanto para su polinización como para la dispersión de semillas.

La fragmentación que ha realizado la población humana presente dentro del SA para establecer diversas actividades ha ocasionado procesos negativos para la fauna silvestre, el más notorio está directamente ocasionado por el cambio de uso del suelo que se ha realizado desde hace varias décadas para establecer actividades agropecuarias, esto se observa en la fragmentación del hábitat, situación que afecta a las especies más sensibles y que ocasiona una serie de procesos de extinción local que hasta el día parecen no ser reversibles.

Esta situación se debe a la percepción de la población humana, que continúa realizando usos tradicionales de los recursos naturales, y considerando su crecimiento, el impacto que genera no puede ser revertido por medios naturales, en otras palabras, se ha sobrepasado la capacidad de carga de los ecosistemas presentes en el SA, más aún, se continúan realizando actividades que merman las poblaciones de diversas especies faunísticas.

Actualmente la superficie de la PPE presenta superficies forestales, pero también se presentan áreas altamente impactadas, problemas de erosión y presencia de especies de plantas invasoras que dominan algunos sitios impactados. Esta condición evidentemente afecta a la fauna silvestre de diversa manera. Por un lado, en las áreas altamente impactadas, la ocurrencia de fauna es esporádica, y en general las especies que se pueden observar, son en su mayoría especies comunes y muy adaptables a las condiciones de deterioro. Por otra parte, en las zonas donde la vegetación mantiene una cobertura relativamente mayor, las condiciones ambientales como la temperatura, humedad, baja incidencia solar, etc., son más favorables para la vida silvestre, de modo que la presencia de esta resulta más evidente tanto en términos de riqueza como de abundancia.

Sin embargo, a pesar de la presencia de fragmentos forestales, es un hecho ineludible que la constante presión sobre los hábitats (tala clandestina, incendios, cambio de uso de suelo, etc.) está transformando el paisaje del área de estudio, extendiéndose al área de influencia y sistema ambiental, en un mosaico compuesto de elementos antropogénicos como pastizales inducidos, tierras agrícolas y asentamientos humanos, en contraste con áreas forestales mezcladas con elementos secundarios.

Por supuesto esta situación afecta fuertemente a la fauna silvestre, probablemente con mayor intensidad a grupos como los anfibios y reptiles que suelen tener menor capacidad de dispersión ante eventos de disturbio.

La importancia de la fauna silvestre en un contexto amplio, debe valorarse por el rol que juega en las múltiples interacciones ecológicas, pero, además, la fauna silvestre provee bienes y servicios ambientales al hombre, de una manera en que pocos, por decirlo mucho, están conscientes de dichos servicios. Entre estos se pueden citar el control de plagas como insectos o roedores, la polinización, la dispersión de semillas y algunos usos directos como alimento, espiritual o medicinal. En este sentido, la integración del proyecto en el área solicitada, si bien trae consigo un bien social, es importante entender la posibilidad de que haya presencia de fauna nociva, como ratas, en la proporción en cómo se ejecuten las medidas ambientales y los procesos propios de la operación del proyecto. De este modo, el cuidado y protección de áreas aledañas a la PPO donde se insertarán los EP es fundamental para promover la presencia de especies depredadoras de roedores, como aves rapaces, más aún por el hecho de haberse registrado cuatro especies de aves de este grupo, dos de ellas (*Buteo albonotatus* y *Accipiter striatus*) incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo el estatus Sujeta a Protección Especial (Pr).

La diversidad de la comunidad y las abundancias de las especies de flora mostraron diferencias entre sitios y el área basal total del bosque, así como la frecuencia obtenida en las clases intermedias fueron mayores en los bordes (zonas perturbadas). Esto se interpreta como una consecuencia de la regeneración inmediata de especies pioneras durables de rápido crecimiento que abundan en la PPE, pero sobre todo en la PPO donde se insertaran los EP, por tal motivo la ejecución del proyecto no pondrá en riesgo la dinámica del ecosistema.

Es probable que los únicos efectos “negativos” del proyecto se sumen a los ya reflejados por causas de la actividad humana; sin embargo, no se deja a un lado el derribo de vegetación que existirá en áreas donde se insertaran los EP, donde esta actividad provocará algunas bajas dentro del bosque, por ello en este proyecto se deberán tomar en cuenta algunas medidas de mitigación y compensación que logren aminorar el impacto negativo a la vegetación forestal.

### *Ecosistemas ambientalmente sensibles*

Los bosques mesófilos de montaña BMM son los ecosistemas terrestres más amenazados a nivel nacional. Estos bosques son de elevada importancia debido a la extraordinaria biodiversidad que albergan y a los servicios hidrológicos que proveen. Desafortunadamente, la mayor parte de los BMM en la zona de estudio prácticamente carecen de algún tipo de protección y sin lugar a dudas dentro de la PPE, estos cambios son notorios, donde se refleja un remanente en sucesión secundaria con especies pioneras de sitios perturbados, observando únicamente VS/BMM, donde en algunos sitios, la deforestación y fragmentación han sido severas.

### VII.2.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

El análisis de la tendencia de escenarios en ese apartado va muy ligado a la puesta en marcha del proyecto en sus diferentes etapas de actividades, lo cual se ve proyectado en los impactos positivos y

negativos que se generen al ambiente. De los 28 elementos indicadores considerados en el capítulo cinco de esta manifestación para el SA, son 27 los que se identifica que, sin implementar medidas de ningún tipo, serán afectados por el proyecto, generando un total de 184 impactos ambientales.

Los impactos negativos se valoran en general como menores y medios, y se esperan en todas las etapas del proyecto, afectando a casi todos los indicadores.

*Los impactos generados durante la preparación del sitio* se ven dirigidos a los ecosistemas y contaminación ambiental en donde se considera el efecto negativo a la vegetación forestal, ya que se deberá desmontar dentro del polígono del proyecto, una superficie de 1.71 ha con este tipo de vegetación representada por vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña. Esta superficie con vegetación forestal a afectar representa el 58.16% del polígono del proyecto, y el 23 % de la superficie total del predio, por último, en relación al AI, representa el 0.35% de superficie. Por el tipo de vegetación y la duración de impacto, se observa una significancia media para este impacto.

- En el caso de la fauna se observa una afectación referente a la modificación y destrucción de hábitat y a los eventos de atropellos para reptiles principalmente; ya que este grupo por su naturaleza (movimiento lento y atracción por las zonas con alta temperatura y vibraciones) son más susceptibles. En el caso de los mamíferos y aves la pérdida de hábitat no llega a ser un impacto bajo y medio, puesto que estas especies tienen mayor probabilidad de alejarse en busca de otros sitios de refugio y alimento.
- El primer impacto identificado es la mortalidad de herpetofauna durante la etapa de preparación del sitio (desmonte y despalme); si bien la superficie del predio ya presenta una modificación de la vegetación original, aún permite que algunas especies de reptiles puedan sobrevivir en ella.

Para los servicios ambientales se identifican impactos medio, estos impactos están estrechamente relacionados con la cobertura vegetal y la calidad y estabilidad del suelo, por lo que la superficie de desmonte, despalme y corte de taludes también es determinante para su valoración.

El impacto al recurso agua se refiere a cualquier posibilidad de un manejo inadecuado del material producto del despalme y de los cortes, así como de cualquier residuo originado por estas actividades (residuos urbanos generados por los trabajadores), el cual puede ser arrastrado por el viento o lluvia a los escurrimientos naturales cercano provocando una contaminación.

Para el recurso suelo se considera la modificación del relieve natural, impacto que será permanente, el efecto de la compactación no sólo en el área de disposición final sino también en las zonas de trabajo y movimiento de maquinaria. Igualmente se contempla la generación de residuos sólido como material de excavación y residuos urbanos generados por los trabajadores; al igual que residuos peligrosos provenientes de la operación de maquinaria y equipo, desde suelo contaminado hasta estopa o trapo usado por los operadores. En del

elemento aire se considera el levantamiento de polvo por el movimiento de material, la generación de GEI por los motores de los equipos utilizados y la generación de ruido.

Finalmente, en la afectación al paisaje en la etapa de preparación del sitio se tendrá actuación humana con la instalación de obras temporales y remoción de la vegetación afectando la originalidad del paisaje, agregándose a las actuaciones humanas ya existentes alrededor del área del proyecto como son las áreas de cultivo, zonas de pastizales, caminos ya existentes y asentamientos humanos.

*Durante la etapa de construcción del proyecto* se considera que algunas especies de fauna puedan ser afectadas, como es el caso de la herpetofauna, ya que a pesar de poder ser ahuyentadas por las actividades de preparación del sitio es posible que algunas permanezcan enterradas o regresen a las zonas de trabajo atraídas por las temperaturas alcanzadas por el suelo descubierto, al igual que algunas aves que utilicen algunas instalaciones como percha y refugio.

En el caso de la contaminación ambiental, se espera generación de residuos y/o emisiones prácticamente por todas las actividades de esta etapa. Se contempla el arrastre de material de excavación, de construcción o residuos sólidos a los escurrimientos cercanos; así como la contaminación del suelo por este mismo tipo de residuos, e incluido cualquier derrame de combustibles o aceites provenientes de la maquinaria utilizada. También podrá existir levantamiento de polvo por el movimiento de material, y tránsito de vehículos, generación de GEI por estos mismos equipos, así como generación de ruido.

En el caso del paisaje se observa en esta etapa lo primeros indicios de una actuación humana temporal, que es la instalación de las obras complementarias de relleno sanitario. Los impactos positivos serán temporales al generar empleos para la gente.

*En la operación y mantenimiento* se contempla el efecto negativo que pueda tener para la fauna que se presentaba en el predio; se contempla que la presencia de los residuos atraiga a algunos mamíferos y aves en busca de alimento, así como que se encuentren algunos individuos de herpetofauna en las áreas de trabajo, donde pueden ser atropellados por los camiones de carga.

- En el caso de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas se observaría el efecto del cambio de cobertura en esta superficie, es decir la pérdida de una cobertura vegetal (independientemente de ser de tipo forestal o no) que proveía un servicio de absorción de rayos UV, control de polvo, protección de suelo, entre otros, frente a una nueva cobertura con residuos sólido compactado y el material de cubierta diario (suelo compactado) la cual no tendrá el mismo funcionamiento ecológico que la vegetación, esperándose ligeros cambios en la regulación climática, erosión y levantamiento de polvo en el sitio.

- De igual manera que en casos anteriores se considera la posibilidad de un manejo inadecuado de los residuos urbanos, y del material de cubierta provocando que sean arrastrados a los escurrimientos de agua cercanos.
- Para el suelo se pretende la modificación del relieve natural con la conformación y acomodo de las celdas diarias, la compactación en zonas diferentes a la del sitio de disposición final por el tránsito del equipo, la generación de residuos urbanos por los trabajadores y así también la generación de residuos peligrosos, tanto aquellos que lleguen a ingresar con los camiones recolectores (o de transferencia) como aquellos generados por la operación de la maquinaria y equipo. Así también se contempla el levantamiento de polvo, la generación de GEI y de ruido.
- Para los componentes del paisaje se observa un impacto negativo medio, ya que se estará conformando un nuevo perfil compuesto por los residuos urbanos compactados y la cubierta diaria, se observará dentro del predio las pacas de residuos, el material de cubierta, las instalaciones complementarias, camiones y maquinaria, se espera la generación de polvo, y ruido sumándose en un paisaje poco atractivo durante toda la vida útil del proyecto. Como impacto positivo se encuentra la disponibilidad de servicios urbanos, refiriéndose al propio relleno sanitario que proveerá el servicio de captación, separación y disposición adecuada de los RSU del municipio. Esta misma actividad se observa beneficiosa para las poblaciones que serán atendidas por el relleno sanitario; si bien se ha observado en las visitas de campo que para muchos pobladores la función de relleno sanitario, bajo una visión con información insuficiente, no será benéfica para la comunidad, el proyecto incluye un monitoreo ambiental continuo y un mantenimiento que asegure su correcto funcionamiento.

*En la etapa de abandono del sitio* una vez que el proyecto llegue al final de su vida útil, se procede a colocar la capa de cobertura final, dándole la compactación definida en el proyecto y se procede a dismantelar las instalaciones u obras asociadas que ya no se van a utilizar. La actividad que continua es el monitoreo ambiental (lixiviados y biogás) hasta que cesen las emisiones.

Se prevé que puedan existir impactos negativos, al dismantelarse las instalaciones con descuido, donde algunos residuos de construcción puedan ser arrastrados a los escurrimientos naturales o dejados dentro del predio. Así también se contempla cualquier residuo peligroso que se llegue a derramar en caso de requerir maquinaria para el dismantelamiento de las instalaciones.

De la misma forma se contempla la generación de polvo al colocar la cubierta final, de ruido y de gases de efecto invernadero por la maquinaria requerida para esta actividad. Estas actividades al ser temporales producen impactos clasificados como menores.



## VII.2.4 Descripción y análisis del escenario con proyecto y con medidas.

*En la etapa de preparación del sitio* se considera la conservación y protección de dos zonas de reserva dentro del predio de 1.19 ha y 3.28 ha respectivamente. Para lo cual se recomienda un especialista ambiental que realizará el monitoreo del estado y presencia de fauna, y flora, y capacite a la planta laboral sobre la preservación a estas zonas conservadas. El mantenimiento de estas áreas compensa en cierta medida las modificaciones al suelo y cubierta vegetal que se requieren para la instalación del proyecto. Es así que se observa la reducción de la significancia del impacto, encontrando impactos inapreciables y menores en este escenario.

- Por ello, es importante mencionar que los polígonos delimitados como zonas de reserva (A y B) deben ser protegidas y conservadas, ya que por ningún motivo la afectación a la vegetación debe superar los límites especificados en este proyecto para su ejecución del proyecto en áreas donde se pretenden insertar los EP, con el fin de evitar poner en riesgo dichos ecosistemas. Estas áreas de vegetación propuestas para su conservación y protección deben estar basadas en tantos criterios como sea posible para conservar no solamente su diversidad biológica del bosque, sino también sus valores ecológicos, evolutivos y culturales.
- En esta etapa se requiere de un correcto manejo del material producto de los cortes y nivelaciones, el mantenimiento a la maquinaria y equipo utilizado. Así como un adecuado manejo y almacenamiento temporal de los residuos urbanos generados por los trabajadores y de los residuos peligrosos que se lleguen a presentar por la operación de maquinaria.

*En la etapa constructiva* se considera la capacitación a la planta laboral y supervisión en caso de que algún individuo de fauna se encontrado en los frentes de trabajo, de forma que sea reubicado en las zonas de reserva; así también se espera que las aves que acostumbraban encontrar refugio en el predio sean atraídas por estas zonas de reserva donde se pretende la conservación y protección de la cubierta vegetal.

- Se considera la implementación de señalética ambiental y acciones de recate y reubicación de herpetofauna.
- En el caso de las emisiones contaminantes, una vez identificado su origen se llevarán a cabo las actividades preventivas y de minimización, supervisando siempre que estas sean llevadas a cabo en tiempo y forma. Será importante contar en esta etapa con un almacén de residuos urbanos y un almacén de residuos peligrosos, así como contratar una empresa autorizada para su manejo y disposición final.

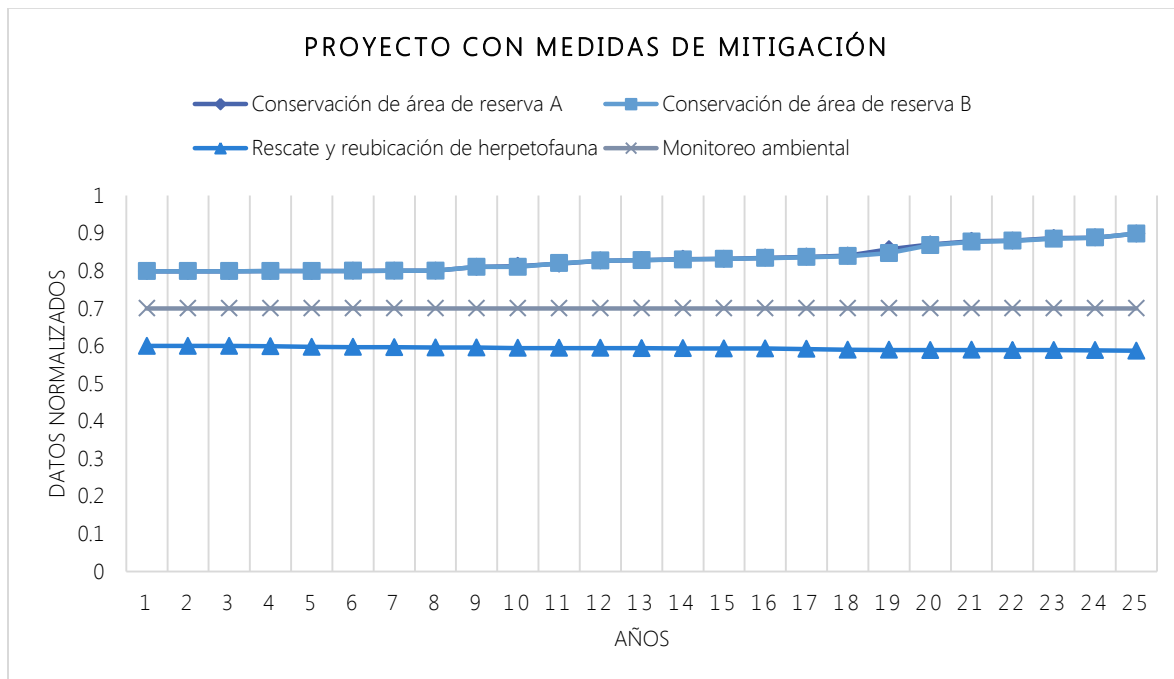
*En la etapa de operación y mantenimiento* se sugiere la capacitación a la planta laboral y supervisión en caso de que algún individuo de fauna sea encontrado en los frentes de trabajo, de forma que sea reubicado en las zonas de reserva.

De igual forma se deberá llevar a cabo un correcto manejo de emisiones y residuos, se deberá capacitar a la planta laboral para que los residuos que se generen por la operación del proyecto sean depositados en forma separada e integrados al almacén de reciclables o en su caso integrados al relleno sanitario; de igual forma se deberá contar con recipientes para los

residuos peligroso y un almacén temporal, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para su manejo.

Para el abandono y desmantelamiento de las instalaciones se tienen proyectadas las medidas de un correcto manejo de los residuos generados por esta actividad; así también se llevará a cabo un monitoreo ambiental y se mantendrán las actividades de conservación de las zonas de reserva. Es importante que el programa de mantenimiento post clausura tenga una duración de por lo menos 20 años de acuerdo a lo estipulado en la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Con la finalidad de determinar cómo se vería el proyecto con las medidas de mitigación, se realizó un análisis estadístico en base al modelo de simulación cualitativo conocido como KSIM (Kane, 1972). Este método de impactos cruzados permitió valorar las medidas de mitigación mediante la simulación del comportamiento del sistema (a través de una serie de componentes interrelacionados), este provee además un excelente medio para la integración de los conocimientos de expertos en diferentes disciplinas por la observación de acciones sobre el sistema; cabe mencionar que el método es especialmente útil cuando se carece de datos cuantitativos sobre la mayoría de las interrelaciones de las variables del sistema. La posibilidad de modelar el comportamiento de las medidas de mitigación a un determinado lapso de tiempo, resulta fundamental para sugerir estrategias alternativas que aseguren el éxito de los objetivos.



Gráfica 4. Proyección de tendencias con proyecto y con medidas de mitigación.

Los resultados arrojaron que los beneficios de la conservación de áreas de vegetación mantendrán una estabilidad del ecosistema e y mejorará después de los cinco primeros años asumiendo que se realice correctamente el programa de conservación de ecosistema de bosque mesófilo evitando cualquier actuación humana como la tala no autorizada, daño a la fauna que habite esas áreas. El

éxito de la conservación de estas de áreas dependerá de la buena administración del relleno sanitario, así como del mismo municipio de Huauchínango. Se logra observar la estabilización y mejora de estas zonas conservadas después de los 10 años.

El éxito de la conservación de las áreas de vegetación busca el cumplimiento de uno de los objetivos principales que es la restauración a las condiciones naturales de las áreas impactadas y/o de aquellas degradadas, fomentando así la regulación de los ciclos biogeoquímicos del medio físico y las interacciones con el medio biótico.

La gráfica de KSIM revela también una línea de tendencia ascendente casi a la par de otros programas, lo que refleja que la ejecución del programa de conservación de vegetación es básico para la conservación de los recursos naturales y benéfico para la conservación de suelos puesto que evita el crecimiento de cárcavas, favorece la captación de agua, oxigena el medio ambiente y brinda un aspecto más estético y agradable al lugar a diferencia de un lugar sin áreas verdes o sin vegetación.

Otro aspecto que destaca en la gráfica KSIM es una tendencia poco favorable para la fauna considerando que se ha realizado adecuadamente el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre nativa. El descenso en la presencia y abundancia de la fauna nativa en un determinado lapso de tiempo, manifiesta el impacto ecológico casi irreversible dado a la dificultad de restaurar hábitats propicios para la sobrevivencia de las especies faunísticas en los remanentes de vegetación aledaña al proyecto por lo que su presencia se verá menguada muy cerca del área del proyecto.

La tendencia de escenario para la medida del monitoreo ambiental se mantiene constante en un valor y a través de los 25 años de pronóstico, ya que es una medida elemental y fundamental que es constante y dirigida por personal adecuado a dichas actividades.

## VII.3 CONCLUSIONES

### Escenario sin proyecto

De lo anterior se deduce que el estado actual del ecosistema sin proyecto, presenta un declive en sus condiciones físicas por los factores de actuación humana mencionados en el capítulo 4 y 5 de esta manifestación.

### Escenario con proyecto

Se concluye que la ejecución del proyecto implicara un potencial incremento en los impactos ya presentes los cuales gradualmente van degradando el medio físico y biótico. Ahora bien, dado que el proceso resulta agresivo para el ambiente, la correcta ejecución del mismo con las correspondientes medidas preventivas dirigidas a cada recurso, será de gran ayuda ya que minimizarán el tiempo de degradación de los mismos y aumentarán las posibilidades de restaurar exitosamente el sitio dentro de un determinado tiempo.

## Escenario con proyecto con medidas de mitigación

Se espera que las condiciones del proyecto con la implementación de las medidas de mitigación, reflejen un estado ecológicamente viable con el medio ambiente, expresándolo por ejemplo en la conservación del medio físico, el buen manejo de los materiales contaminantes en su confinamiento en el relleno sanitario y también social y económicamente aceptable, dado que el municipio y localidades aledañas contarán con un área autorizada para el confinamiento de sus residuos y disminuir la polución de contaminantes en diferentes áreas del Sistema Ambiental (SA).

Dentro de los pronósticos ambientales se detectó que, ante la ejecución del proyecto, los daños ambientales a nivel local pueden ser altos y permanentes si no se aplican las medidas de mitigación respectivas, no obstante, de ser aplicadas en tiempo y forma, la calidad ambiental podría verse recuperada principalmente a mediano y largo plazos, llegando incluso, a conseguir condiciones ligeramente mejores a las actuales sobre algunos factores. La calidad ambiental dentro del contexto de erosión, se vería afectada de manera considerable si no se aplican las medidas de mitigación y prevención, llegándose a elevar los niveles de pérdida de suelo hasta en dos escalas respecto a las actuales. Finalmente se concluye que el proyecto es jurídica, técnica y ambientalmente viable siempre y cuando se realice de acuerdo a lo manifestado, ejecutando las medidas propuestas en tiempo y forma, así como las emitidas por la autoridad en una posible autorización del proyecto.

## Conclusiones Generales

El proyecto consiste en la instalación de un relleno sanitario, para el municipio de Huauclilla, en el estado de Puebla, el cual pretende desarrollarse dentro de un predio polígono en el ejido Nopala, cabe señalar que este polígono previamente ya fue autorizado para operar como relleno sanitario (clave de proyecto 21PU2013FD038), sin embargo por cuestiones ajenas al promovente el proyecto fue abandonado , por lo que se buscara recuperar el área que fue impactada previamente al verter basura de forma inadecuada y aprovechar la vocación del predio.

La instalación del relleno sanitario es parte de las estrategias del ayuntamiento de Huauclilla para realizar el correcto Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) procurando el cuidado del medio ambiente, así como el bienestar social y económico de la ciudadanía en cada acción que se realice en el Municipio.

Para la instalación del proyecto se requiere de un polígono de 2.94 ha, dentro de dicho predio, donde será necesaria la remoción 1.71 ha de vegetación forestal representada por vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña, por otra parte, el proyecto mantendrá dos zonas de reserva de 1.19 ha y 3.28 ha respectivamente, donde la vegetación existente será conservada.

Respecto a la legislación vigente, una vez analizada la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y política ambiental que resultaron aplicables, se encontró que, en función de la ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta controversias con alguno de ellos. Por otro lado, el proyecto presenta vinculación positiva con el Programa Municipal de Manejo de

Residuos Sólidos. Huauchinango, Puebla, toda vez que dicho programa, señala que *la falta de un relleno sanitario para el Municipio de Huauchinango ha hecho que los residuos deban ser trasladado al relleno Municipal de Zacatlán, generado altos gastos en mantenimiento correctivo del parque vehicular, combustible y horas extras del personal.* Aunado a lo anterior, el citado programa identifica la siguiente problemática: *A pesar del arduo trabajo que realiza diariamente el personal del servicio de limpia, resulta insuficiente para poder dar un servicio de alta calidad a la ciudadanía debido a la gran cantidad de RSU que se generan en el Municipio provocando que los ciudadanos deban almacenar los residuos en sus hogares entre 3 y 7 días para ser recolectados, generando focos de infección y molestias por no contar con el espacio suficiente para almacenarlo en los hogares, motivo por el cual algunos ciudadanos deciden sacar sus residuos a la calle en días y horarios que no están contemplados para las rutas, en otras ocasiones los queman o los tiran en barrancas y/o terrenos baldíos con lo que se atrae fauna nociva hacia las casas aledañas.* En relación con lo arriba citado, y toda vez que el proyecto pretende la construcción, operación y clausura de un relleno sanitario de alta compactación, para dar servicio al municipio de Huauchinango, se considera que el mismo presenta una vinculación positiva con lo que establece este programa, toda vez que el proyecto cuenta con estudios y características constructivas, técnicas y operativas que le hacen constituirse como una opción favorable al medio ambiente, ante la situación que se vive actualmente en el municipio.

Respecto a las Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México, en función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no representa una amenaza para la conservación de la diversidad biológica, ni para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta su área de influencia, lo anterior siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente producto de la construcción y operación del proyecto, mismas que se detallan en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental. Entre las acciones antes mencionadas se encuentra, la protección y conservación de 2 áreas de reserva que cubren una superficie de 4.4 ha, con lo cual se contribuirá a proteger y conservar el ecosistema de la zona y mantener nichos ecológicos aprovechables para la fauna silvestre. Aunado a lo anterior, se prevé la capacitación del personal involucrado en la fase constructiva y operativa del proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una conducta de respeto y protección de la flora y fauna silvestre, evitando realizar actos y omisiones que la pudieran dañar o perturbar de manera innecesaria.

Finalmente, una vez realizada la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos aplicables, de los tres niveles de gobierno, se encontró que el mismo no presenta controversia alguna con la normatividad aplicable. Al mismo tiempo el proyecto deberá ajustarse a los límites y condiciones que establecen las normas y ordenamientos que resultan aplicables a las distintas actividades que lo conforman.

Respecto al factor fauna se registraron para la poligonal del predio (PP) un total de 35 especies de vertebrados terrestres de los cuales se dividen en un reptil, 31 aves y tres mamíferos. Para el sistema ambiental (SA) el listado de vertebrados ascendió a 46 especies repartidas en seis reptiles, 37 aves y tres mamíferos. No se encontraron especies de anfibios, aunque las condiciones ambientales apuntan

a una alta posibilidad de hallazgos fundamentalmente fuera de la época invernal. Del total de especies seis de ellas (tres reptiles y tres aves) se encuentran referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de riesgo. Todas fueron registradas en el SA y solo tres (aves) en el PP, aunque es posible la ocurrencia de otras especies en riesgo dentro de esta superficie. Es importante atender de manera correcta y oportuna todas las medidas ambientales que se establezcan en el capítulo VI de esta MIA-P para garantizar la reducción, prevención y compensación de los impactos a la vida silvestre de la región.

Respecto al factor flora fue importante obtener como primera base, información cartográfica mediante la consulta de datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, Serie VI, 2016), para conocer la distribución, ubicación espacial y superficie que ocupa el uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG) dentro del sistema ambiental (SA), área de Influencia (AI) y superficies pretendidas por el proyecto, esto con el fin de tener una referencia como parte de la integración de una gama de información que permitió una base sólida como unidad de referencia y análisis; como segunda base, fue necesario la verificación directa en campo mediante los recorridos y observaciones realizadas.

Para conocer las superficies forestales actuales dentro de la poligonal del predio (PPE), poligonal del proyecto (PPO) y elementos del proyecto (EP), se realizó un trabajo mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando procedimientos de fotointerpretación (FI) a partir de una imagen satelital de Google Earth, utilización de un Drone Phantom 3 Advanced y la caracterización de la vegetación en campo, con el fin de ajustar a mayor detalle las coberturas de uso de suelo y tipos de vegetación (USVEG), respecto a los datos vectoriales obtenidos de INEGI, (Serie VI, 2016); en este sentido, la (FI) se realizó dentro de la PPE, misma que incluye la PPO; donde se insertaran los EP.

La superficie total de la PPE corresponde a 7.43 ha, las obras pretendidas por el proyecto serán únicamente dentro de la PPO en 2.94 ha, dentro de esta superficie se requieren 1.56 ha para la instalación de los EP de las cuales únicamente 1.17 ha presentan vegetación forestal donde se llevará a cabo cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), superficies que presentan vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña (VS/BMM); sin embargo, esta vegetación ha sufrido a través de los últimos años una fase inicial sucesional de carácter secundaria, donde las especies observadas en las áreas donde se pretende el CUSTF no sobrepasan los 5 m de altura y diámetros máximos de 10 cm, además de que la mayoría de las especies registradas son indicadoras de perturbación, lo que indica claramente un tipo de vegetación que se ha regenerado secuencialmente; en estas áreas es evidente que se han presentado procesos de origen antropogénico como principal motor de cambio, ya que se observa dentro de la PPO un terreno que fue abandonado, donde la propia vegetación ha crecido de manera natural en forma de acahual.

Después de consultar los Artículos y fracciones enmarcados en la LGDFS y el RLGDFS aplicables al proyecto, vale la pena mencionar, que dentro de la superficie requerida para insertar los EP dentro de la PPO en áreas sujetas a CUSTF se presenta vegetación "forestal", lo anterior, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7, y sus respectivas fracciones citadas en la LGDFS y lo dispuesto en los artículos y las fracciones citadas del RLGDFS. En este sentido, la superficie total de la PPO es de 2.94 ha, de las cuales para insertar los EP se requiere una superficie de 1.56 ha, misma que están conformadas

de 1.17 ha con vegetación forestal y 0.38 ha no forestal, entre las que destacan áreas sin vegetación; en este sentido, únicamente serán requeridas 1.17 ha donde se llevara a cabo cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF), polígonos que fueron delimitados con presencia de vegetación "Forestal" asociada a la VS/BMM.

Dentro de las áreas sujetas a CUSTF No se identificaron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, dentro del SA y PPE fueron observadas 3 especies enlistadas en la Norma, pero no existirá afectación a dichas especies ya que están fuera de las superficies donde se insertarán los EP, entre las que se encuentran: *Alsophila firma* (Baker) D.S. Conant., helecho arborescente (Pr), *Sphaopteris horrida* (Liebm.) R.M. Tryon., helecho arborescente, pesma (Pr) y *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch., pique rojo (Pr).

Del total de especies identificadas directamente en la PPE y colindancias (composición florística), durante los recorridos efectuados en la salida a campo, se pudo obtener la riqueza taxonómica de plantas vasculares, arrojando un resultado de 81 especies, 71 géneros, distribuidos en 41 familias botánicas, que se encuentran agrupadas por los grandes grupos tradicionalmente conocidos. La composición taxonómica registrada determina que los helechos y plantas afines obtuvieron un porcentaje de familias (14.6%), géneros (15.5%) y especies (17.3%), las Gimnospermas son el grupo de plantas que se encuentran con los menores resultados (2.4%, 1.4%, 1.2%) respectivamente; las monocotiledóneas (12.2%, 9.9%, 9.9%); mientras que las dicotiledóneas son las que obtuvieron los mayores resultados familias (70.7%), géneros (73.2%) y especies (71.6%).

Se registraron a 5 familias que se encuentran mejor representadas por tener el mayor número de especies, las familias que destacan son las siguientes: Solanaceae (5), Leguminosae (4), Asteraceae (15), Poaceae (4) y Polypodiaceae (6). En conjunto estas 5 familias agrupan un total de 34 especies, es decir, un 60.00% del total de especies identificadas. El resto de familias únicamente mostraron estar representadas por 1 o 3 especies que en su conjunto equivalen a 34 familias con el 41.97% del total de especies identificadas y registradas. Lo anterior, no es el caso de otros géneros que, a pesar de no presentar la mayor riqueza, figuran de manera abundante como *Clethra*, *Liquidambar*, *Verbesina*, *Alnus*, *Cornus*, *Ocotea*, *Conostegia*, *Phytolacca* y *Zanthoxylum*, entre otras. El resto de los géneros no suelen ser significativos.

Es importante aclarar, que no todas las especies mencionadas en la composición florística se encontraron en los sitios de muestreo. Para conocer la riqueza y diversidad de especies se llevaron a cabo 16 sitios de muestreo, con la finalidad de evaluar el comportamiento de la biodiversidad, entendiéndose como el número de especies en una unidad de área que se midió a través de dos métodos: la "riqueza específica" basada en la cantidad de especies presentes y la "estructura" que mide la abundancia proporcional. En los sitios de muestreo se tomaron en cuenta las siguientes formas de vida en base a su estratificación: Árboles (AR), Arbustos (AB) y Herbáceas (HI).

Para los árboles (AR) se registraron 980 individuos con un total de 13 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 13 géneros y 13 familias. Todas las familias presentan únicamente una especie. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Liquidambar styraciflua* con 244 individuos. Para los arbustos (AB) se registraron 479 individuos con

un total de 16 especies, que a su vez se encuentran incluidas en 14 géneros y 11 familias. Las familias con mayor riqueza de especies es Solanaceae con (3) especies (21.42%), el resto concentraron en cada familia una y dos especies. El mayor número de individuos y que presentan la mayor abundancia en términos de especie es *Rubus ulmifolius* con 70 individuos. Para las herbáceas (HI) se mostraron con 156 individuos, la forma de vida herbácea ha colonizado gran parte del suelo. A su vez, están distribuidas en 4 familias, 6 géneros y 7 especies, entre las que destacan todas las familias registradas.

El índice de valor de importancia (IVI), muestra que para los AR *Liquidambar styraciflua* llega alcanzar un IVI de (90.386) siendo la más importante del total de registros; para los AB *Solanum aphyodendron* llega alcanzar un IVI de (77.432), y en la HI *Pteridium aquilinum* llega alcanzar un IVI de (98.077). Respecto al índice de diversidad obtenido se tiene que para los AR poseen una riqueza específica de 13 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.758, máxima diversidad de 2.565 y la  $H'$  calculada de 1.943 lo que indica que las especies tienen una diversidad media; para los AB presentan una riqueza específica de 16 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.941, máxima diversidad de 2.773 y la  $H'$  calculada de 2.608 lo que indica que las especies tienen una diversidad media y finalmente para las HI poseen una riqueza específica de 7 especies, las cuales tienen una distribución y equidad de 0.818, máxima diversidad de 1.946 y la  $H'$  calculada de 1.591 lo que indica que las especies tienen una diversidad media.

Por lo anterior, con la finalidad de llevar a cabo medidas de mitigación, vale la pena mencionar, que dentro de la PPE se pretende la protección y conservación del bosque, mismas que este estudio son referidas como zona de reserva A (ZRA), 1.19 ha y zona de reserva B (ZRB), 3.28 ha. En estas áreas se presentan problemas de tala clandestina, actividad que está provocando deforestación y pérdida de hábitat, razón por la cual se pretende el cuidado de esas áreas que serán destinadas como zona de reserva para lograr frenar la afectación del bosque y a la vez poder ejecutar el proyecto salvaguardando estas áreas de su afectación por actividades ilícitas. Lo anterior, podrá lograr un proyecto mayormente amigable con el medio ambiente; por un lado, el desarrollo y ejecución del proyecto, y por el otro la protección y conservación de áreas con bosque que están siendo afectadas ilegalmente, contribuyendo al cuidado y protección de áreas con vegetación forestal dentro de la PPE.

Finalmente se considera viable el proyecto en base a todo lo manifestado en el desarrollo de los capítulos previos.



## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

- 1.- Resume ejecutivo
- 2.- Cartografía temática
3. - Aspectos temáticos
4. - Proyecto ejecutivo
- 5.- Programa de manejo de residuos del municipio de Huauchinango
6. - Estudio de mecánica de suelos
7. - Geotecnia
8. - Presupuestos
9. - Resolutivos
10. - Documentación legal
- 11.- Pago de derechos
12. - Técnico responsable