

CAPÍTULO IV

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LAS TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

CONTENIDO

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL	7
IV.2.1. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO	7
CLIMATOLOGÍA.....	7
GEOLOGÍA.....	13
GEOMORFOLOGÍA	17
EDAFOLOGÍA	22
HIDROLOGÍA	38
IV.2.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO	43
DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....	43
METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	48
RESULTADOS	51
ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.....	60
ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES VEGETALES QUE SERÁN AFECTADAS POR EL PROYECTO ...	62
DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL	69
MÉTODOS DE MUESTREO POR GRUPO FAUNÍSTICO	69
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ESPECIES ENDÉMICAS Y/O BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010.....	89
ANÁLISIS DE LA FAUNA SILVESTRES QUE SERÁ AFECTADA POR EL PROYECTO	92
Reptiles.....	95
Aves.....	96
Mamíferos.....	97
IV.2.3. PAISAJE	98
CALIDAD VISUAL	99
IV.2.4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	106
DEMOGRAFÍA Y TASA DE CRECIMIENTO	106

ESTRUCTURA Y DINÁMICA POBLACIONAL	106
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.	107
VIVIENDA	110
ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	111
IV.2.5. DIAGNÓSTICO.....	113
DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA AMBIENTAL CON BASE EN INDICADORES	113
ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL, ESCALAS Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	114
DIAGNOSTICO AMBIENTAL	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1. Criterios considerados para la delimitación del Sistema Ambiental (puntos rojos los bancos del proyecto)	5
Figura IV. 2. Área de influencia delimitada (puntos rojos los bancos del proyecto).....	6
Figura IV. 3. Tipos climáticos dominantes en el proyecto.	1
Figura IV. 4. Climograma estación Charcas (DGE) (SMN, 2018).	10
Figura IV. 5. Dirección predominante de los vientos y horas por año (metblu, 2019).	12
Figura IV. 6. Velocidad promedio del viento. (metblu, 2019).	13
Figura IV. 7. Geología en el Sistema Ambiental	15
Figura IV. 8. Geoformas dentro del Sistema Ambiental	20
Figura IV. 9. Unidades de suelo y perfiles de suelo descritos	23
Figura IV. 10. Cuenca hidrológica en el Sistema Ambiental y sus arroyos intermitentes	39
Figura IV. 11. Acuífero en el Sistema Ambiental.	42
Figura IV. 12. Reino, Regiones y provincias florísticas de México.	44
Figura IV. 13. Provincias florísticas de México	45
Figura IV. 14. Guías empleadas para la identificación de la herpetofauna.....	70
Figura IV. 15. Registro de las aves tomando en cuenta una distancia aproximada de 25 m entre el observador y el especimen.....	71
Figura IV. 16. Guías empleadas para la determinación taxonómica de la avifauna.	72
Figura IV. 17. Guías utilizadas para la identificación de la mastofauna registrada	74
Figura IV. 18. Ubicación espacial de los puntos de muestreo para el registro de fauna	75
Figura IV. 19. Número de especies, géneros y familias por taxón con presencia potencial para el SA.	76
Figura IV. 20. Número de especies por grupo faunístico registrados a nivel de AI.	80
Figura IV. 21. Número de especies por grupo faunístico registrados a nivel de AP.	83
Figura IV. 23. Calidad ambiental en el Sistema Ambiental	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. Datos meteorológicos estación Charcas (DGE) (SMN, 2018).....	9
Tabla IV. 2. Características del material geológico de los bancos.....	17
Tabla IV. 3. Descripción del perfil 1	24
Tabla IV. 4. Descripción del perfil 2	28
Tabla IV. 5. Descripción del perfil 3	33
Tabla IV. 6. Distribución de especies en los bancos de materiales y área de influencia.....	51
Tabla IV. 7. Vegetación del banco de materiales 1 (Dique Barragán).	52

Tabla IV. 8. Especies encontradas en el banco de materiales 2 (Zona Norte)	54
Tabla IV. 9. Especies vegetales en el banco de materiales 3 (Zona Oeste)	56
Tabla IV. 10. Especies vegetales en el banco de materiales 4 (Las Lupes)	58
Tabla IV. 11. Especies vegetales en NOM-059-SEMARNAT en el banco de materiales y área de influencia	60
Tabla IV. 12. Resultado de índices para el banco de materiales 1 (Dique Barragán)	64
Tabla IV. 13. Resultado de índices para el banco de materiales 2 (zona norte)	65
Tabla IV. 14. Resultado de índices para el banco de materiales 3 (Zona oeste)	66
Tabla IV. 15. Resultado de índices para el banco de materiales 4 (Las Lupes)	68
Tabla IV. 16. Coordenadas centrales de los puntos de muestreo para el registro de fauna	75
Tabla IV. 17. Listado potencial de especies de vertebrados para el SA	76
Tabla IV. 18. Listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con presencia potencial para el SA	80
Tabla IV. 19. Vertebrados reportados para el banco de material BM-1	86
Tabla IV. 20. Vertebrados reportados para el banco de material BM-2	86
Tabla IV. 21. Vertebrados reportados para el banco de material BM-3	87
Tabla IV. 22. Vertebrados reportados para el banco de material BM-4	88
Tabla IV. 23. Especies endémicas y/o bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010	89
Tabla IV. 24. Especies endémicas registradas dentro de la superficie requerida para la extracción de material y su AI.	91
Tabla IV. 25. Número de especies, índice de diversidad de Shannon e índice de equitatividad para el área de estudio	94
Tabla IV. 26. Índices de diversidad de Shannon-Wiener para los diferentes grupos faunísticos reportados para el proyecto	95
Tabla IV. 27. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para los reptiles reportados en el AP	95
Tabla IV. 28. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para las aves reportadas en el AP	96
Tabla IV. 29. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para los mamíferos reportados en el AP	97
Tabla IV. 30. Criterios de evaluación de la calidad visual de acuerdo con el método indirecto de BLM, 1980	99
Tabla IV. 31. Categorización de las áreas debido al puntaje obtenido en la evaluación del método indirecto de BLM, 1980	101
Tabla IV. 32. Resultados de la evaluación de calidad visual para las unidades de paisaje	101
Tabla IV. 33. Densidad demográfica	106
Tabla IV. 34. Estructura de la población por rango de edad 2010	107
Tabla IV. 35. Población ocupada por sector de actividad según situación de trabajo	108
Tabla IV. 36. Características de las viviendas en el Estado y Municipio	110
Tabla IV. 37. Indicadores de Calidad Ambiental del Sistema considerados	114
Tabla IV. 38. Escala de evaluación para el criterio geomorfología	115
Tabla IV. 39. Escala de evaluación para el criterio suelo	116
Tabla IV. 40. Escala de evaluación para el criterio hidrología	117
Tabla IV. 41. Escala de evaluación para el criterio vegetación	119
Tabla IV. 42. Escala de evaluación para el criterio fauna	119
Tabla IV. 43. Criterios de evaluación del deterioro o conservación de los factores ambientales seleccionados como indicadores	120
Tabla IV. 44. Evaluación de los indicadores ambientales en el SA	120

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía IV. 1 Vista del paisaje premontano en la zona del Sistema Ambiental	18
Fotografía IV. 2 Lomeríos en las inmediaciones del proyecto	18
Fotografía IV. 3 Evidencias de procesos kársticos	19
Fotografía IV. 4 Zona de contacto entre piedemonte de lomeríos y Valle Aluvial	21
Fotografía IV. 5 Valle intermontano	22
Fotografía IV. 6 Especies vegetales del matorral Xerófilo. a) Agave lechuguilla, b) Mammillaria formosa., c) Dasylirion cedrosanum, d) Prosopis laevigata, e) Agave salmiana y f) Yucca filifera.	46

Fotografía IV. 7 Especies vegetales representativas del matorral Xerófilo a) Larrea tridentata, b) Flourensia cernua, c) Yucca filifera, d) Agave lechuguilla, e) Opuntia imbricata y f) Opuntia tunicata.....	47
Fotografía IV. 8 a) Echinocactus Platyacanthus, b) Agave stricta var. nana, c) Coryphantha radians, d) Opuntia stenopetala, e) Agave stricta var. rubra, f) Agave salmiana.....	49
Fotografía IV. 9 Vegetación y cobertura del suelo del sitio Las Lupes Fotografía a) y b) y sitio barragán fotos c) y d).	50
Fotografía IV. 10 Especies vegetales del banco de materiales 1 a) Dasylirion cedrosanum, b) Acacia schaffneri, c) Agave stricta var rubra, d) Yuca filifera e) Buddleja cordata y f) Agave salmiana.	54
Fotografía IV. 11 Especies vegetales del banco de materiales 2 a) Prosopis laevigata, b) Opuntia tunicata, c) Opuntia imbricata, d) Agave salmiana, e) Opuntia stenopetala, f) Opuntia rastrera Weber.....	56
Fotografía IV. 12 Especies vegetales del banco de materiales 3 a) Astragalus dasyanthus, b) Agave stricta var. nana, c) Buddleja cordata, d) Agave salmiana, e) Opuntia rastrera Weber y f) Opuntia stenopetala.	57
Fotografía IV. 13 Especies vegetales del banco de materiales 4 a) Nicotiana Glauca, b) Agave salmiana, c) Mammillaria formosa, d) Opuntia stenopetala, e) Agave stricta var. Nana y f) Acacia schaffneri.....	59
Fotografía IV. 14 Especies vegetales en el área de influencia de los bancos de materiales a) Echinocactus Platyacanthus y b) Mammillaria haageana.	61
Fotografía IV. 15 Registro de fauna: a) Transecto realizado para el registro de fauna y d) Búsqueda de fauna en microhábitats específicos.	70
Fotografía IV. 16 Registro de fauna silvestre: a) Registro de aves durante transecto con apoyo de binoculares y cámara digital y b) Registro de especies en libreta de campo.....	71
Fotografía IV. 17 Registro de mamíferos: a) Colocación de trampas Sherman para el registro de pequeños mamíferos, b) Liberación de ratón de trampa Sherman, c) y d) Colocación de Fotografía trampa para el registro de fauna.	73
Fotografía IV. 18 Rastros de algunos mamíferos dentro del área de proyecto y área de influencia: a) Huella de coyote (Canis latrans), b) Excreta de conejo castellano (Sylvilagus audubonii), c) Huella de Cacomixtle (Bassariscus astutus) y d) Excreta de Mapache (Procyon lotor).....	74
Fotografía IV. 19 Registros de reptiles y mamíferos para el AI: a) Camaleón de montaña (Phrynosoma orbiculare), b) Culebra chirrionera de Schott (Coluber schotti), c) Mapache (Procyon lotor) y d) Coyote (Canis latrans).	81
Fotografía IV. 20 Registros de aves para el AI: a) Cernícalo americano (Falco sparverius), b) Búho cornudo (Bubo virginianus), c) Zanate mexicano (Quiscalus mexicanus) y d) Chipe rabadilla amarilla (Setophaga coronata).	82
Fotografía IV. 21 Registros de reptiles y mamíferos para el AP: a) Lagartija espinosa mexicana (Sceloporus spinosus), b) Culebra chata oriental (Salvadora grahamiae), c) Ratón de cactus (Peromyscus eremicus) y d) Rata algodónera crespá (Sigmodon hispidus).	84
Fotografía IV. 22 Registros de aves para el AP: a) Mosquero cardenal (Pyrocephalus rubinus), b) Paloma ala blanca (Zenaida asiatica), c) Centzontle norteño (Mimus polyglottos) y d) Azulejo garganta canela (Sialia sialis).	85
Fotografía IV. 23 Registro fotográfico de especies registradas durante los trabajos de campo bajo estatus de protección y/o con algún tipo de endemismo: a) Camaleón de montaña (Phrynosoma orbiculare), b) Escorpión texano (Gerrhonotus infernalis), c) Cascabel verde de las rocas (Crotalus lepidus) y d) Víbora de cascabel de cola negra (Crotalus molossus).	90
Fotografía IV. 24 Registro fotográfico de especies endémicas registradas durante los trabajos de campo bajo: a) Lagartija escamosa llanera (Sceloporus aeneus), b) Lagartija espinosa mexicana (Sceloporus spinosus), c) Lagartija escamosa de collar (Sceloporus torquatus) y d) Tirano gritón (Tyrannus vociferans).	92

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El establecimiento de los límites de un Sistema Ambiental (SA), representativo para un proyecto, va a depender del conjunto de componentes ambientales que se consideren y sus escalas, por lo que la delimitación debe hacerse, en función de la influencia que pueda o no tener el proyecto en la incidencia de cambios, dentro de estos componentes o sus elementos en el sistema. En este sentido, al establecer los límites para definir espacialmente un Sistema Ambiental representativo, puede ser necesario cortar algunos elementos del sistema, como cordilleras, sierras o escurrimientos (cuyo seguimiento hasta el punto de origen puede resultar en un sistema de dimensiones muy desproporcionadas al proyecto bajo estudio). Ello no implica que estos elementos no sean tomados en consideración dentro del análisis del SA, sino que no se consideran como factores delimitadores adecuados al área de estudio que el proyecto requiere, en función de su grado de incidencia dentro del sistema. No obstante, resultan importantes por su efecto en el área sobre la que tendrá repercusiones directas el proyecto, por lo que estos elementos son analizados y tomados en consideración dentro del estudio, en su porción correspondiente que incide dentro del SA que haya sido delimitado.

A fin de delimitar el área de estudio y analizar las características del SA donde se inserta el área del proyecto, se definió considerando la vegetación, los escurrimientos, así como también el parteaguas, tal como se muestra en la Figura IV. 1.



Figura IV. 1. Criterios considerados para la delimitación del Sistema Ambiental (puntos rojos los bancos del proyecto)

El Sistema Ambiental queda comprendido dentro de las siguientes coordenadas: X min: 275030, Y min: 2563458 y X max: 281762 Y max: 281762, con una superficie de 1276 ha. El SA presenta características topográficas, rasgos geomorfológicos y tipo de suelo similares al área a intervenir para el desarrollo del proyecto.

Asimismo, se determinó el área de influencia (búfer de 500 m) como el área de estudio, debido a que reúne todos los atributos del SA, lo que permite evaluar los posibles impactos que pudieran generarse durante las actividades de desarrollo de éste.



Figura IV. 2. Área de influencia delimitada (puntos rojos los bancos del proyecto)

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

CLIMATOLOGÍA

Los datos utilizados para este apartado fueron recabados de la página oficial del Servicio meteorológico Nacional. Se utilizó la estación meteorológica más cercana al Sistema Ambiental y su área de influencia, esta estación es la denominada Charcas (DGE) y se encuentra a 1 km al SE aproximadamente. Además de los datos mencionados, se utilizó la clasificación climática de Köeppen, modificada por Enriqueta García (1988). De acuerdo con esta clasificación, el tipo de clima dentro del Sistema ambiental y su área de influencia es el BS1kw, ver **Figura IV. 3**.

Este tipo de clima es del grupo de los áridos y se describe de la siguiente manera. Semiárido, templado, temperatura media anual entre 20°C y 27°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 23°C, temperatura del mes más caliente menor de 30°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.



Estaciones meteorológicas

Como se mencionó anteriormente, los datos más específicos fueron tomados del SMN y su estación más cercana. El periodo de los datos es el comprendido del año 1950 al 2010. Los datos obtenidos y relevantes son los de temperatura y precipitación, tomando en cuenta los promedios mensuales y anuales, así como los datos extremos registrados.

Esta estación nos muestra que, las temperaturas más altas en promedio se presentan en el periodo comprendido entre los meses de abril y agosto, abarcando las estaciones de primavera-verano, con una temperatura promedio de 28.01°C. Al igual que la temperatura, el periodo de mayor precipitación abarca la estación de primavera-verano, que comprende los meses de mayo a octubre con 827 mm. Este periodo representa casi el 70% de la precipitación de todo el año. Por otro lado, los periodos con temperaturas más bajas y precipitaciones escasas, es el que abarca la estación invernal, que va del mes de diciembre al mes de marzo. La temperatura más baja en promedio alcanza apenas los 23°C. Por otra parte, la precipitación apenas alcanza los 40 mm anuales, lo que representa un porcentaje bajo de 30% del total anual, ver **Tabla IV. 1** y **Figura IV. 4**.

Tabla IV. 1. Datos meteorológicos estación Charcas (DGE) (SMN, 2018)

Estación: Charcas. Estado: San Luis Potosí													
Latitud: 19°41'40" N.				Longitud: 88°22'35" W.				Altura: 28 msnm.					
Media	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura °C	23.6	24.2	25.8	27.2	28.5	28.3	28.1	28.1	27.7	26.6	25.2	23.9	26.433
Precipitación mm	47.8	36.6	32	38.7	95.4	135.2	130.8	146.1	195.9	123.4	70.7	42.2	1094.8
Temperatura °C Max.	33.5	34.1	35.9	37.8	39	38	37.5	36.8	36.5	35.1	35.1	33.7	36.083
Precipitación mm Max.	204.7	231.7	129	121.7	475	313.6	328.7	320.5	588.5	285	244.7	42.2	
Evaporación	132	140.3	185.3	193.6	222.6	188.9	168.2	175.2	157.2	149.3	127	121.1	1960.7

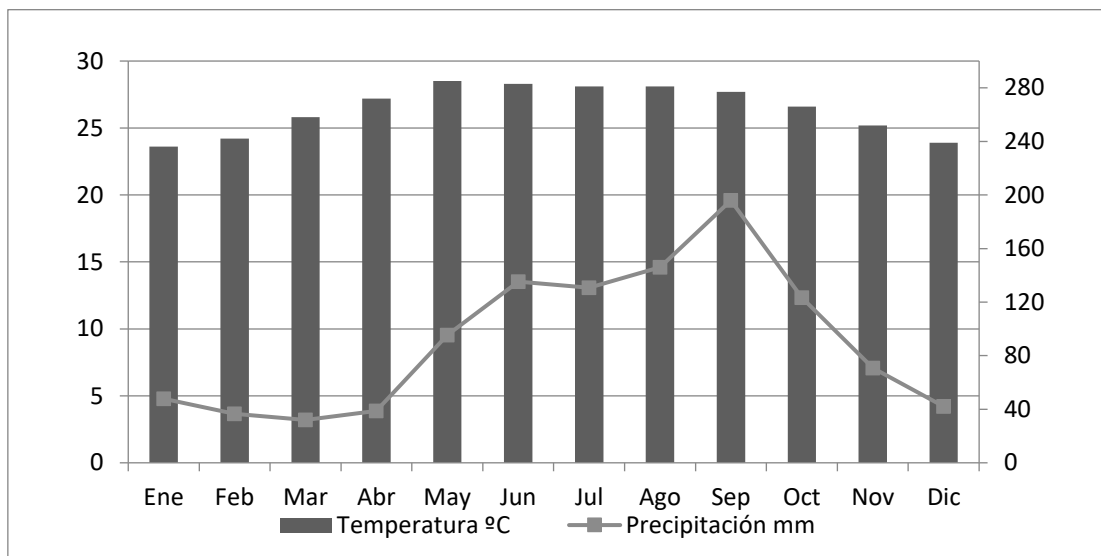


Figura IV. 4. Climograma estación Charcas (DGE) (SMN, 2018).

La temperatura máxima registrada alcanza los 36°C en promedio, estas temperaturas son las registradas a lo largo del periodo de los últimos 50 años. El año con los más altos registros fue en 1984. Por otro lado, las máximas históricas registradas en lo referente a precipitación, comprende el periodo de mayo a septiembre, alcanzando hasta los 3000 mm. El año con el mayor registro de precipitación fue en el 2002 con más de 500 mm tan sólo en el mes de agosto.

Evaporación

Se cuenta con un total de 13 años de datos de la estación Charcas, de los cuales son extraídos estos promedios. En la tabla 2.1 se observa que los meses que alcanzan la mayor insolación y elevada evaporación, es el periodo comprendido en primavera-verano, representando más del 50% del total de todo el año.

Heladas

Las heladas se presentan en todo el municipio, incluyendo el Sistema Ambiental y su Área de Influencia, con más frecuencia en las partes más altas. El número de heladas al año llega a alcanzar cifras promedio de 30 a 40 días, pero suele suceder que aumente considerablemente esta cifra. En la generalidad de los casos, las primeras heladas se presentan en octubre y las últimas se retrasan hasta mayo. (INEGI, 2018)

Vientos predominantes

Los movimientos atmosféricos a escala planetaria son denominados circulación general, gracias a la cual, el calor irradiado por la superficie terrestre se distribuye de manera constante hasta las regiones polares, a partir de la radiación solar recibida principalmente en zonas ecuatoriales y hasta los trópicos, como consecuencia el planeta mantiene temperaturas relativamente uniformes que dan pauta a la formación de los climas sobre los continentes (Jáuregui, 2003). La circulación general de la atmósfera, indica que vientos del sur y del norte en el ecuador se encuentran, ascienden y se desplazan en forma de ciclo en las capas más altas de la atmósfera hasta alrededor de los 30° de latitud en ambos hemisferios, donde se encuentra un área de altas presiones y la fuerza de Coriolis evita que el viento se desplace más allá, por lo que las masas de aire empiezan a descender de nuevo; rumbo a los polos, cerca de latitudes próximas a los 60° los vientos ascienden de nuevo al enfrentarse con masas de aire frío derivadas de las altas presiones polares.

En cuanto a la predominancia y dirección de los vientos sobre el territorio que corresponde al municipio de Charcas, que influye dentro del Sistema Ambiental y su área de influencia; se rige la circulación general de la atmósfera, por encima de los 1,000 a 1500 metros de la superficie terrestre, donde no se ven influenciadas por ésta. El comportamiento de las corrientes de viento durante el periodo primavera-verano mantiene una dirección del E, siendo predominante la dirección ESE (proveniente del WNW), con más de 2000 mil horas al año y SE (proveniente del NW) con 1000 horas al año, mientras que, para la época de otoño-invierno, se ve afectado el territorio por masas de aire frío del norte, ocasionando un cambio de curso de los vientos predominantes para moverse en dirección SW (proveniente del NE) con cerca de 300 horas al año y WSW (proveniente del ENE) con igual número de horas por año, dejando así temporadas de heladas en este periodo, ver **Figura IV. 5**.

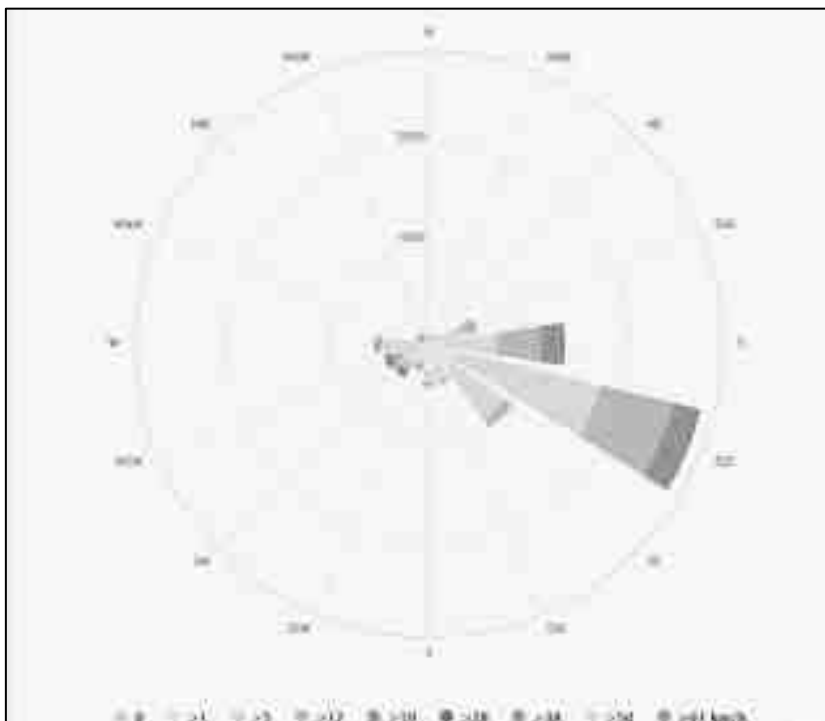


Figura IV. 5. Dirección predominante de los vientos y horas por año (metblu, 2019).

La velocidad promedio del viento por hora en Charcas, incluyendo el Sistema Ambiental y su Área de Influencia, tiene variaciones estacionales durante el transcurso del año.

El viento en la zona puede alcanzar velocidades entre 40 y 50 km por hora, principalmente en el periodo invernal e inicio de la primavera, que va de diciembre a marzo, aunque estas velocidades sólo se alcanzan en promedio de 3 días por cada mes del periodo mencionado, ver **Figura IV. 6**.

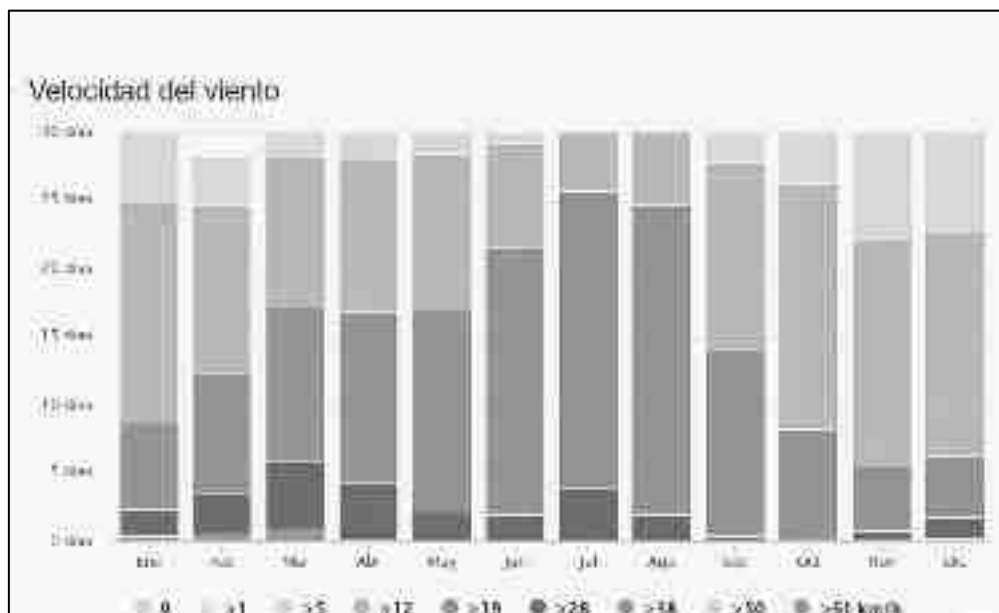


Figura IV. 6. Velocidad promedio del viento. (metblu, 2019).

Por otro lado, las velocidades predominantes durante todo el año son las que están entre los 20 y 30 días al año, siendo el periodo comprendido entre mayo y septiembre el que tiene más días en promedio por mes con estos registros, como muestra la **Figura IV. 6**.

GEOLOGÍA

Regional

Por su ubicación dentro del municipio de Charcas, el Sistema Ambiental y su área de influencia, forma parte de la provincia geológica denominada Altiplano Mexicano (López-Ramos, E., 1983). De acuerdo a la clasificación de Ortega-Gutiérrez, F., et al, 1991, se ubica parcialmente en las siguientes provincias: La parte central y N ocupa la Faja Ignimbrítica mexicana, la N la provincia Zacatecana y la ENE la Plataforma de Valles-San Luis Potosí.

La provincia se caracteriza en general por presentar elevaciones aisladas de relieve variable, que corresponden a sierras constituidas principalmente por rocas sedimentarias y a mesetas volcánicas, separadas por amplias llanuras y valles aluviales. Las elevaciones presentan un rumbo general NW-SE y N-S, afectadas por un plegamiento fuerte y fallamiento en el caso de las rocas sedimentarias y por fracturamiento en las rocas volcánicas. Las rocas más antiguas que afloran en el municipio corresponden

a sedimentos marinos y continentales del Triásico Superior, representados por las formaciones Zacatecas y Nazas. Sobreyaciendo a estas rocas discordantemente se tiene al Jurásico Superior, constituido por conglomerado (Formación La Joya) y caliza (formaciones Zuloaga, La Caja y La Casita), que a su vez son sobreyacidas por caliza y lutita cretácica (formaciones Tamaulipas Inferior, Cupido, La Peña, Cuesta del Cura, Tamaulipas Superior e Indidura). Todo el edificio sedimentario, fue plegado al ocurrir una tectónica compresiva-distensiva asociada a la orogenia Laramide del Terciario Inferior, donde se desarrollaron pliegues asimétricos, cabalgaduras y fallamientos normales.

La unidad sedimentaria es una alternancia de estratos de lutita y arenisca de color gris verdoso y gris oscuro que intemperiza en tonos óxido o pardo. La arenisca presenta estratos medianos a gruesos, mientras que la lutita es de capas delgadas y muy físil. Aflora extensamente en la sierra de Catorce y al oeste de la localidad de Charcas; es intrusionada por diques de composición dacítica. Subyace discordantemente a rocas del Jurásico y Cretácico. Se relaciona estratigráficamente con la formación Huizachal de edad Triásico Superior.

En la zona se ubican dos importantes formaciones, dentro de las cuales se ubica el Sistema Ambiental y su área de influencia, de estas dos formaciones sobresalen sólo rocas sedimentarias como calizas, conglomerados y una pequeña porción de sedimentos (suelo). De los antes mencionados, en el área de influencia sólo se encuentra la caliza.

Las formaciones antes mencionadas son:

Conglomerado Policmítico (TeoCgp). Tristán y Torres en 1992, denominaron informalmente Conglomerado Charcas a un grueso paquete de depósitos conglomeráticos constituidos por clastos de caliza, en diámetros de 1 a 80 cm, cementados por una matriz de caliche y/o arcilla. Afloran al norte y sur de Charcas, en el flanco oriente del Anticlinal San Rafael, constituidos por un conglomerado de caliza y roca volcánica mal clasificado con fragmentos sub-redondeados a sub-angulosos, cementados en matriz calcáreo-arcillosa. Se depositó en las partes bajas rellenando las depresiones, sobre yace discordantemente a las rocas preexistentes transgrediendo incluso a la secuencia volcánica del Oligoceno; su contacto superior con el conglomerado plio-cuaternario y aluvión, es discordante. Tiene importancia como proveedor de agregados pétreos, no se observó mineralización metálica, ver **Figura IV. 7**



Zacatecana. Esta unidad de rocas sedimentarias es la más antigua de las que afloran en el municipio. Fue definida formalmente por Carrillo Bravo (1968), nombrando como Formación Zacatecas a una secuencia de lutita y arenisca de color gris verdoso a gris oscuro, que Burckhard y Scalia (1906), detectaron en las inmediaciones de la ciudad de Zacatecas. En la región de Charcas, Martínez-Pérez en 1972 (en Soto-Araiza, R.G., et al 2000), correlacionó la secuencia aflorante en el núcleo del anticlinal San Rafael con esta formación. Aflora en la vecindad de los poblados La Trinidad, Labor de la Cruz y El Terrero en la porción sur-occidental del municipio, donde conforma el núcleo del anticlinal San Rafael. De manera aislada se reconoció al NW de la ranchería Cerro Gordo y al NW-SE de la ranchería Coyotillos, donde presenta una alternancia de arenisca de color café oscuro a gris verdoso con tonos amarillentos en capas de 0.03 a 1.4 m, con paquetes de lutita color negro a café verdoso con tonos ocre por oxidación, mayores de 4 m.

Aluvión (Qhoal). Depósitos derivados de la desintegración de todas las unidades descritas, se localizan en contacto discordante en los lechos y márgenes de los arroyos; están constituidos por fragmentos redondeados y angulosos, así como grava, arena, arcilla y limo.

Una vez descrita la geología de la zona, se determina que los bancos no se encuentran dentro de fallas o fracturas geológicas.

En la zona de estudio

Para determinar el material geológico presente en la zona de estudio, se realizaron algunos estudios que permitieran la caracterización estática y dinámica de las rocas, a continuación, se describen brevemente la metodología del estudio, así como sus resultados.

Geotecnia

El estudio de geotécnica, tuvo el objetivo de analizar cortes establecidos y generar modelos geotécnicos, en donde se vertió la información obtenida de campo y laboratorio. Se realizaron en total 14 sondeos con la técnica sondeos de penetración estándar (SPT); 14 sondeos selectivos en el mismo sitio que el SPT, con la finalidad de extraer muestras inalteradas mediante tubos Shelby; 2 sondeos en roca con la finalidad de caracterizar el suelo de cimentación, en donde se realizaron además 6 pruebas presiométricas.

Para complementar la caracterización mecánica de la roca de cimentación se realizaron ensayos de compresión simple con determinación del módulo elástico a algunos núcleos obtenidos en los sondeos en roca.

La prueba consiste en aplicar cargas axiales a un espécimen de roca sin confinamiento. Para cada incremento de carga se mide la deformación axial, con ello se genera una curva esfuerzo deformación que permite observar la rigidez la roca sana.

La resistencia a la compresión simple se podrá definir como el esfuerzo máximo que puede soportar la muestra antes de la falla. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV. 2. Características del material geológico de los bancos

Muestra	Núcleo	Profundidad (m)		Peso volumétrico t/m ³	Resistencia a la compresión kg/cm ²	Módulo de elasticidad kg/cm ²	Descripción de la roca
M-20	N-1	30.40	31.90	1.64	2.41	132.596	Caliza intemperizada
M-20	N-2	30.40	31.90	1.73	3.095	307.109	Caliza intemperizada
M-7	N-1	24.50	26.00	2.13	181.62	150333	Conglomerado
M-13	N-2	35.00	36.50	2.26	63.68	25642	Conglomerado
M413	N-3	35.00	36.50	2.26	102.34	57816	Conglomerado

GEOMORFOLOGÍA

Dentro del Sistema Ambiental y su área de influencia, se definieron 5 unidades geomorfológicas principales, de acuerdo con Lugo, H. (2002).

El paisaje premontano constituye un conjunto de colinas y lomas localizadas en la parte Oeste y Noroeste del Sistema Ambiental. Los relieves más altos representan un sistema de colinas quebradas, con crestas agudas y con laderas rectilíneas y alargadas, que forman la parte de un extenso piedemonte, esta unidad más bien representa la parte de transición entre la montaña y las partes bajas. El conjunto de lomas con formas redondeadas y convexas presentan un paisaje ondulado y las áreas que presentan un plano topográfico inclinado y con aplanamientos locales, constituyen los medios formados por los glaciares que se extienden a lo largo del límite oeste de las unidades de montaña más altas, ver Fotografía IV.1.



Fotografía IV. 1 Vista del paisaje premontano en la zona del Sistema Ambiental

Por la parte contraria, en la parte este, se desarrollan los Lomeríos de plegamiento, esta unidad abarca también parte de la zona de influencia. Esta unidad corresponde a una franja de terreno que es la transición del relieve serrano y lomeríos altos, de las que se distingue por una altura y pendiente menor, no hay rasgos de erosión severos visibles al ser modelada la rampa por la denudación planar que sólo retoca y acumula superficialmente sedimentos, se encuentra constituido en el tramo más al norte por un sustrato rocoso con una capa delgada de suelo (leptosoles) y en los tramos más al norte se pueden encontrar suelos más profundos de tipo Chernozem, ver Fotografía IV.2.



Fotografía IV. 2 Lomeríos en las inmediaciones del proyecto.

La tectónica de placas ha jugado un papel primordial en la formación del relieve kárstico, ya que ha provocado plegamientos, cabalgamientos y fracturaciones. Los plegamientos han producido elevaciones del relieve, lo que ha permitido que una misma capa abarque notables amplitudes topográficas. Al Este del Sistema Ambiental y su área de influencia, en dirección Norte - Sur se presenta sierras altas que alcanzan los 2200 msnm y de laderas tendidas que forman cañones y valles intermontanos que corren hacia las partes bajas y planas. Presentan profundidades de disección bajas aun siendo calizas el tipo de roca sobreyacente. La morfodinámica es inestable, ya que se observan procesos erosivos intensos, aunque de gran magnitud, sólo erosión laminar y pequeños surcos en las zonas desprovistas de vegetación, ver Fotografía IV.3 y Figura IV. 8.



Fotografía IV. 3 Evidencias de procesos kársticos.

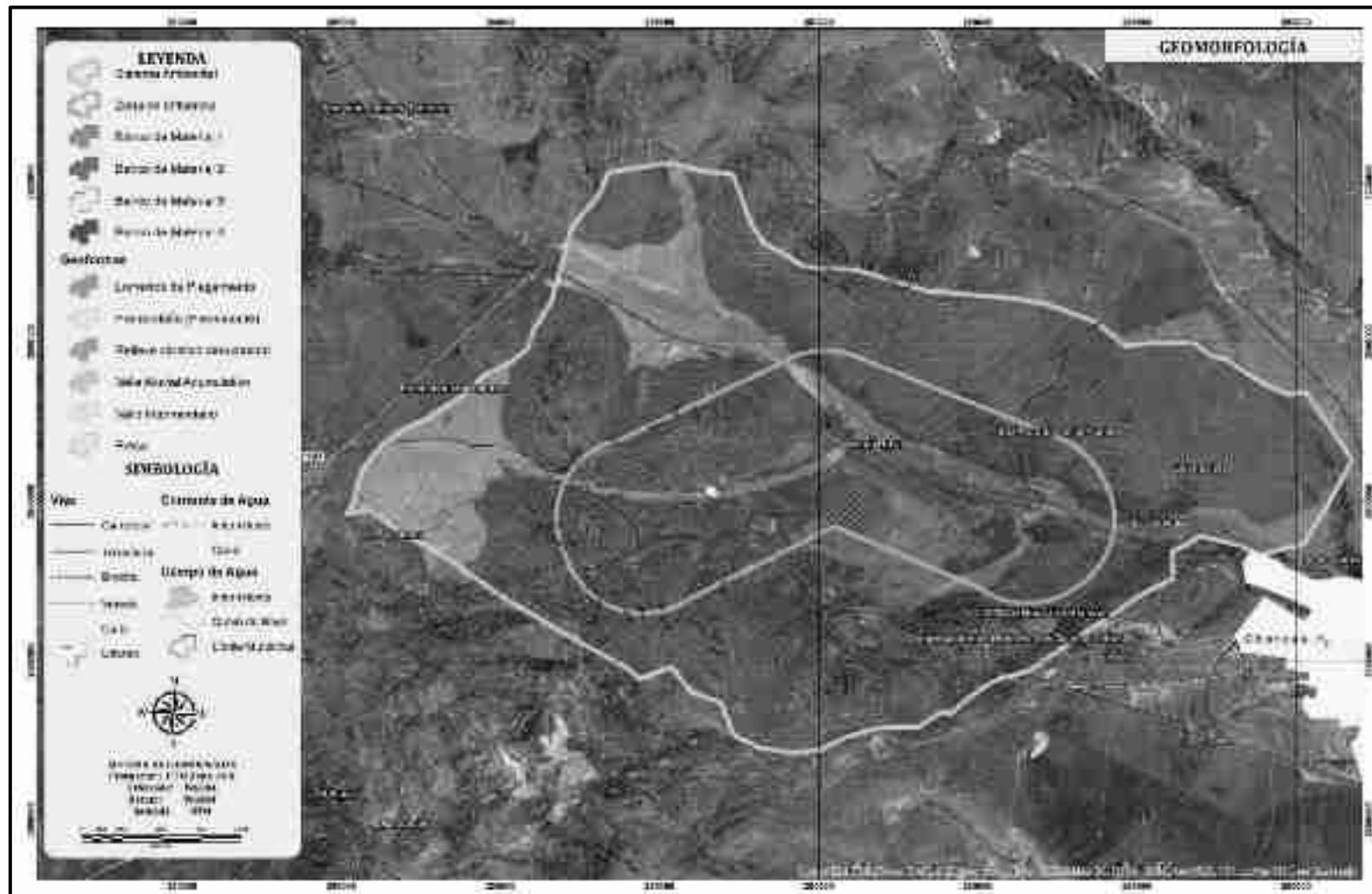


Figura IV. 8. Geoformas dentro del Sistema Ambiental

Valle aluvial: Los sistemas fluviales son generados por la acción de agua en movimiento (formadora de ríos y arroyos), por la energía del agua y por el conjunto de erosión, transporte y sedimentación, formando en algunas zonas valles aluviales, como es el caso de la zona de estudio. Esta unidad se encuentra en la zona central del Sistema ambiental y su área de influencia, se extiende con una dirección este a oeste. No presenta una gran amplitud, debido al carácter intermitente del arroyo que lo forma. Es una zona penestable, ya que, así como pierde material por la acción del agua, también hay acumulación de este. Está conformado por materiales de medios a gruesos provenientes de las zonas altas de los lomeríos y la zona kárstica, ver Fotografía IV.4.



Fotografía IV. 4 Zona de contacto entre piedemonte de lomeríos y Valle Aluvial

Valle intermontano: Se encuentran hacia la parte Norte y centro Norte del Sistema Ambiental y su área de influencia, son parte del sistema fluvial que se forma en las Sierras de relieve kárstico, son el producto de la disección y fracturamiento severo de las rocas calizas, y son alimentadas con los aportes de cuando menos dos vertientes. se observa principalmente, presencia de taludes verticales, erosionados, escurrimiento concentrado y principalmente zonas poco inundables y sometidas a procesos hidrodinámicos como socavación de orillas y de fondo, ver Fotografía IV.5.



Fotografía IV. 5 Valle intermontano

EDAFOLOGÍA

El proyecto de los bancos de material, el Sistema Ambiental y su área de influencia, se ubican dentro de la provincia fisiográfica denominada Mesa del Centro; esta a su vez se subdivide en dos subprovincias fisiográficas, las Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas y Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande, de estas dos, sólo esta última abarca todas las delimitaciones que conforma el proyecto. La Mesa Central es una provincia fisiográfica caracterizada por ser una región elevada que internamente puede subdividirse en dos regiones. La región sur tiene cotas que se encuentran por encima de los 2 000 msnm, con excepción del valle de Aguascalientes, es una zona montañosa cubierta en su mayor parte por rocas volcánicas cenozoicas. La región norte, que es de mayor extensión, muestra un estado de erosión más avanzado que la región sur, tiene grandes cuencas continentales rellenas de sedimentos aluviales y lacustres, y presenta cotas por debajo de los 2 000 msnm.

De acuerdo con lo anterior, y específicamente en la zona del Sistema Ambiental y su Área de Influencia, se encuentran suelos de distintos tipos, que van de acuerdo a la topografía y al material rocoso que ahí se encuentra. Las rocas predominantes hacia las partes altas son las sedimentarias (calizas específicamente) y hacia las partes bajas, predominan los sedimentos cuaternarios y conglomerados. Los tipos de suelo que se desarrollan dentro del Sistema Ambiental y su área de influencia son 3 principalmente, de acuerdo con la carta edafológica 1: 250, 000 (INEGI, 2014), estos son los Leptosoles, que son suelos que se caracterizan por ser poco desarrollados, máximo 25 cm de profundidad y porcentaje de rocas arriba del 75%. Chernozems y Regosoles, aunque entra una mínima porción poco representativa de Kastanozems, ver Figura IV. 9.

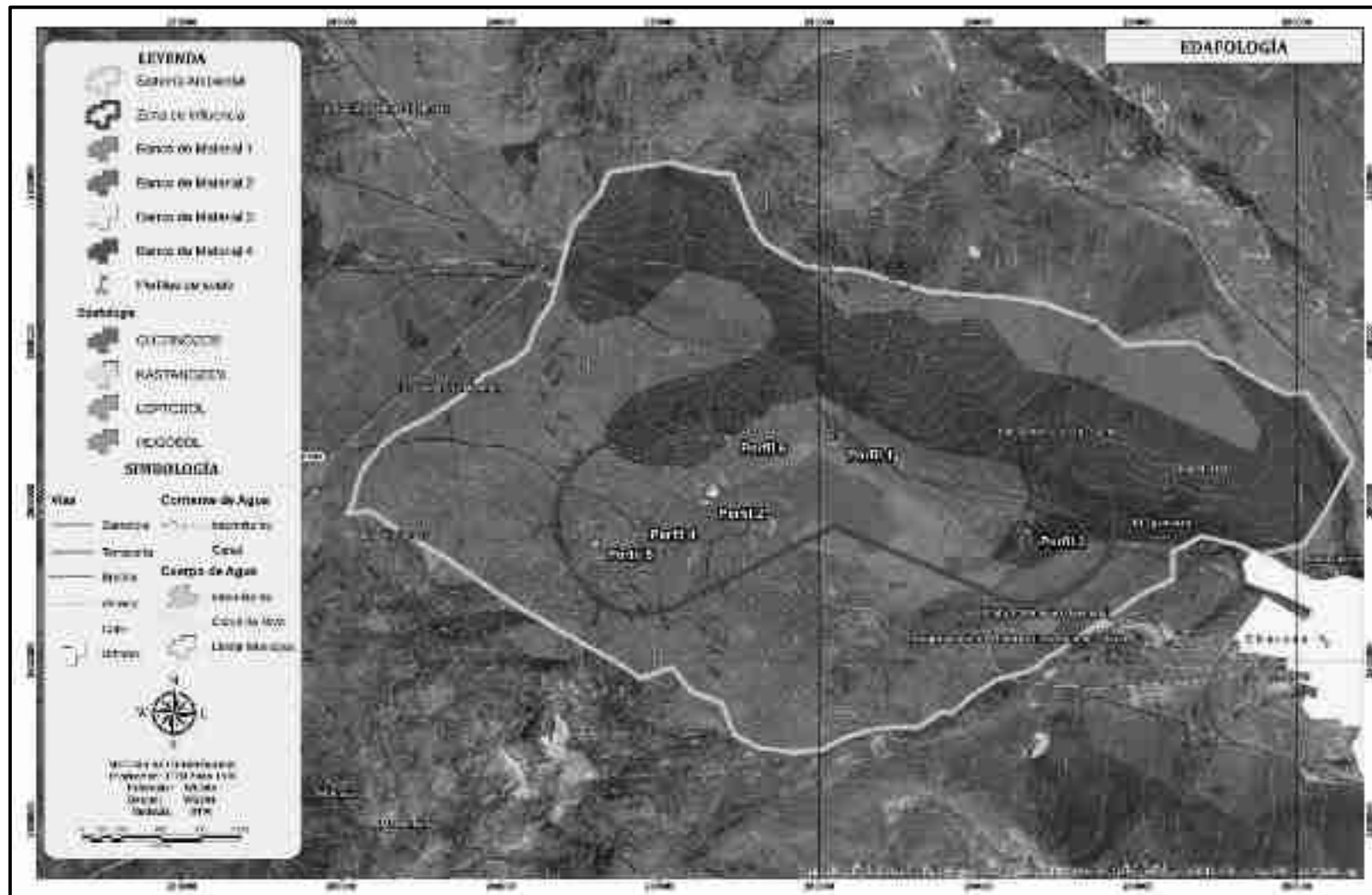


Figura IV. 9. Unidades de suelo y perfiles de suelo descritos

Los tipos de suelo fueron verificados en campo realizando descripciones de perfiles en cada uno de los polígonos de INEGI. Esto con la finalidad de verificar los suelos existentes, pero además también se realiza la evaluación edafo-ecológica del sitio. En las siguientes tablas se enlistan 3 perfiles tipo, de los 6 que se describieron.

Tabla IV. 3. Descripción del perfil 1

Descripción completa del perfil			
I	Información acerca de la localidad		
	a	Número de perfil:	1
	b	Nombre del sitio:	Minera México, Charcas S.L.P.
	c	Clasificación del suelo WRB:	Leptosol háplico
	d	Fecha de descripción:	11 diciembre 2018
	e	Autor:	Daniel Pinales Bravo, Betsabe Vásquez López
	f	Localización:	Piedemonte de lomeríos
		Coordenadas:	X = 279 106
			Y = 2 561 403
	g	Altitud:	2151 msnm
	h	Forma del terreno:	Convexa
	i	Pendiente:	3°
	j	Uso del suelo o vegetación:	Matorral
	k	Clima:	Cálido
II	Información general acerca del suelo		
	a	Material parental:	El suelo se desarrolló aparentemente “in situ” a partir de Calizas.
	b	Drenaje natural:	Medio
	c	Condiciones de humedad en el perfil:	Seco
	d	Profundidad del manto freático:	Desconocido, debe ser mayor a 5m y no tiene influencia en el perfil
	e	Presencia de rocas superficiales:	Alta, cantos rodados de caliza
	f	Evidencia de erosión:	Laminar ligera
	g	Presencia de sales o soda:	Ninguna
	h	Influencia humana:	Uso Minero

Descripción completa del perfil			
I	<u>Descripción breve del perfil:</u>		
	 Perfil de suelo descrito. Es un perfil poco profundo de 0.20 m, limitado por la alta pedregosidad, con drenaje mediano a bueno, de color café claro y parduzco a rojizo especialmente si está en húmedo, pedregoso entre 20 y 70%. Tiene textura predominantemente Franca, es un suelo con estructura de moderada a fuerte, los agregados son de tamaño medianos y finos y en forma de bloques subangulares. El perfil es poroso, pero poco permeable en profundidad. La distribución de raíces es muy abundante en todo el perfil. Es pobre en carbonatos de calcio. El grado de erodabilidad es medio (factor K= 0.36 en el horizonte Ah).		
IV	<u>Descripción del perfil</u>		
	Ah	0 - 9 cm	Textura Franca arenosa (CA). Pedregosidad baja 1-2 % de gravas. Color en húmedo 10 YR 3/2. pH ligeramente ácido (6 en cloruro de calcio 0.01M). No hay presencia de sales o sodicidad. Contenido de materia orgánica de 3%. Hay evidencias de contenidos de con una reacción alta al HCl. Horizonte con humedad seca. Estructura subangular fina de grado moderado que rompe a subangular en bloques finos. Estabilidad de agregados media. Poros abundantes intersticiales, vesiculares y tubulares finos, inped y exped. Densidad aparente media (1.4 g/cm³). Densidad de raíces alta. Límite difuso y regular. No hay evidencia de Al activo.

Descripción completa del perfil			
	AC	9 – 20 cm	Textura Franco arcillosa (CR). Pedregosidad del 50% de bloques gruesos. pH neutro a ligeramente ácido (6 en cloruro de calcio 0.01M). No hay presencia de sales o sodicidad, contenido de materia orgánica del 2%. Presencia alta de carbonatos o bicarbonatos. Horizonte húmedo fresco pF 3. Estructura subangular en bloques de tamaño medio de grado moderado que rompen a subangular en bloques de tamaño fino. Estabilidad de agregados alta. Poros comunes intersticiales y vesiculares finos y comunes vesiculares muy finos. Densidad aparente media (1.4 g/cm³). Densidad de raíces alta. Límite difuso. No hay presencia de Al activo.
V	<u>Interpretación de las características del suelo (Procesos pedogenéticos dominantes)</u> Por las características del suelo, los procesos pedogenéticos son más limitados. De los principales procesos pedogenéticos es la acumulación de materia orgánica que ocurre en el primer horizonte (Ah). La acumulación de materia orgánica se da entre 2 y 3 % el tipo de mantillo es mull. Se detecta un poco de acumulación de arcillas en el horizonte AC. El contenido medio de materia orgánica denota ligera acides en todo el perfil. El proceso de lixiviación en el horizonte AC es claro, presentando un pH de 6. De acuerdo con la WRB 2010 se clasificó como: Leptosol háplico. Leptosol se refiere el alto contenido de pedregosidad, lo cual delimita su desarrollo en profundidad, alcanzando solamente un poco más de 20 cm. Y háplico por los procesos pedogenéticos limitados, sólo por la saturación de bases baja. Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: Litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981). Los Leptosoles son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. La erosión es la mayor amenaza en las áreas de Leptosol, particularmente en regiones montañosas de zonas templadas donde la alta presión de población (turismo), la sobreexplotación y creciente		

Descripción completa del perfil	
	contaminación ambiental, llevan al deterioro de bosques y amenazan grandes áreas de Leptosoles vulnerables. Los Leptosoles en pendientes de colinas generalmente son más fértiles que sus contrapartes en tierras más llanas. Uno o unos pocos buenos cultivos podrían tal vez producirse en tales pendientes, pero al precio de erosión severa. Las pendientes pronunciadas con suelos someros y pedregosos pueden transformarse en tierras cultivables a través del aterrazado, remoción manual de piedras y su utilización como frentes de terrazas.
	<u>Medidas para Conservación.</u> Dadas las características del sitio, principalmente al uso y la pendiente de la zona, pero además las características del propio suelo. Las medidas podrían ir encaminadas al a mayor captación de agua y así disminuir el riesgo de erosión por la acción del agua. El principal factor de riesgo es el contenido de arcillas, estas hacen del suelo un poco inestable. Las medidas que podrían resultar benéficas para la conservación del suelo y la disminución de la erosión son: Terrazas, Zanjas captadoras de Agua y Cercas vivas rompevientos (Estas también para evitar la erosión eólica, pero también sirven como retenedoras de agua. <u>Características ecológicas</u> Drenaje natural: Bueno a medio Conductividad hidráulica cm/día: de 10 a 40. Mediana en todo el perfil Valor máximo de pedregosidad: 50% en el horizonte AC Profundidad máxima de desarrollo de raíces: 20 cm Agua disponible para las plantas L/m²: 34.88 – MUY BAJA Agua que queda retenida en el suelo L/m²: 50.79 – MUY BAJA Erodabilidad del horizonte superficial Ah: k 0.36- MEDIA Capacidad de intercambio catiónico: MEDIANA A REGULAR Bases intercambiables (nutrimentos calcio, magnesio, potasio y sodio) mol_c/m²: 24.89 REGULAR Nitrógeno disponible g/cm²: 1.353 - BAJA Nitrógeno total g/cm²: 0.27 MEDIA Fósforo disponible g/cm²: 54.12 - BAJA Mantillo: tipo Mull

Descripción completa del perfil	
	El suelo del sitio no tiene problemas de aireación. Por el contrario, el drenaje bueno, hace que las condiciones de humedad y retención de agua sean bajas, de tal manera que la disponibilidad para las plantas también se ve reducida. La disponibilidad de nutrimentos es baja, limitada por la pedregosidad. Esto está ligado a la lixiviación de los nutrimentos, solo quedan disponibles el Nitrógeno el Fósforo, haciéndolo un perfil y específicamente un horizonte muy ácido. El horizonte Ah corre riesgo de erosión, principalmente porque es una zona con pendiente de casi 5°. El agua que hay disponible para las plantas y el agua que queda retenida en el suelo favorecen el desarrollo de vegetación natural o la inducida, aunque como mencionamos, la disponibilidad de agua es baja, pero suficiente para la vegetación que ahí se encuentra. Finalmente, en orden de importancia y de acuerdo con las aptitudes del sitio a partir del análisis de suelo, el sitio tiene potencial para soportar vegetación natural, para el desarrollo agrícola y ganadero con prácticas y cultivos específicos, que sean capaces de soportar las condiciones de disponibilidad de agua, así como las pendientes. para recarga de los acuíferos. Además, para el uso que se le da en la actualidad, que es para la explotación de material, aunque debería ponerse énfasis en la moderación para ser explotados.

Tabla IV. 4. Descripción del perfil 2

Descripción completa del perfil			
I	<u>Información acerca de la localidad</u>		
	a	Número de perfil:	5
	b	Nombre del sitio:	Minera México, Charcas S.L.P.
	c	Clasificación del suelo WRB:	Regosol háplico
	d	Fecha de descripción:	12 diciembre 2018
	e	Autor:	Daniel Pinales Bravo
	f	Localización:	Superficie Cumbral
		Coordenadas:	X = 277 594
			Y = 2 560 780
	g	Altitud:	Msnm: 2158
	h	Forma del terreno:	plana
	i	Pendiente:	1°
	j	Uso del suelo o vegetación:	Matorral

Descripción completa del perfil		
	k	Clima: Cálido
II	<u>Información general acerca del suelo</u>	
	a	Material parental: El suelo se desarrolló aparentemente "in situ" a partir de rocas sedimentarias
	b	Drenaje natural: Excesivo
	c	Condiciones de humedad en el perfil: seco
	d	Profundidad del manto freático: Desconocido, no tienen influencia en el perfil
	e	Presencia de rocas superficiales: Alta
	f	Evidencia de erosión: Laminar ligera
	g	Presencia de sales o soda: Ninguna
	h	Influencia humana: Caminos cercanos
I	<u>Descripción breve del perfil:</u>	
	 Perfil de suelo descrito. Es un perfil poco profundo de 0.60 m, con drenaje excesivo, de color café oscuro y grisáceo si está en húmedo, poca pedregosidad. Tiene textura predominantemente franca, es un suelo con estructura de moderada a débil y en dos horizontes granular, los agregados son de tamaño	

Descripción completa del perfil			
	medianos y finos y en forma de bloques subangulares. El perfil es poroso, pero poco permeable en profundidad. La distribución de raíces es baja a media en todo el perfil. No hay presencia de carbonatos. El grado de erodabilidad es media (factor K= 0.32 en el horizonte Ah).		
IV	Descripción del perfil		
	Ah	0 – 3 cm	Textura Franco arcillo arenosa. Pedregosidad 40%. Color en húmedo 10 YR 3/1. pH ligeramente ácido (5 en cloruro de calcio 0.01.M). No hay presencia de sales o sodicidad. Contenido de materia orgánica de 2.5%. No hay evidencias de contenidos de carbonatos o bicarbonatos por reacción al HCl. Horizonte con humedad seca pF 4. Estructura subangular en bloques medianos débiles que rompen a subangular fino simple. Estabilidad de agregados media. Muchos poros, intersticiales y vesiculares, muy finos y finos, inped y exped. Densidad aparente media (1.3 g/cm ³). Densidad de raíces media. Límite difuso. No hay evidencia de Al activo.
	AC	3 - 20 cm	Textura Franco arcillo arenosa. Pedregosidad 80%. Color en húmedo 10 YR 2/1. pH ligeramente ácido (6 en cloruro de calcio 0.01.M). No hay presencia de sales o sodicidad. Contenido de materia orgánica de 1%. Contenidos medios de carbonatos o bicarbonatos por reacción al HCL. Horizonte seco 4. Estructura subangular en bloques medianos débiles que rompen a subangular fino. Baja estabilidad de agregados. Densidad aparente alta (1.4 g/cm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso. No hay evidencia de Al activo. Muchos poros intersticiales y vesiculares medianos y finos inped y exped.
	Cw	20 - >60 cm	Material parental intemperizado.
V	Interpretación de las características del suelo (Procesos pedogenéticos dominantes) De los principales procesos pedogenéticos es la acumulación de materia orgánica que ocurre en el primer horizonte (Ah). La acumulación de materia orgánica se da entre 1 y 2.5%, el tipo de mantillo es mull, Finalmente la acumulación de arena a lo largo de todo el perfil, no alcanzan para clasificarlo como horizontes algún horizonte diagnóstico, más que háplico. Hay evidencias de acumulación de arenas esto se denota por las texturas en alguno de los horizontes.		

Descripción completa del perfil	
	De acuerdo a la WRB 2007 se clasificó como: Regosol háplico. Los Regosoles por lo regular son suelos con gran contenido de arenas, son suelos relativamente jóvenes, que no alcanzan horizontes de diagnóstico, más que un háplico o eútrico. Las propiedades arénicas se refieren al contenido de la fracción arena en por lo menos uno de los horizontes, en este perfil hay dos que por lo menos cumplen con este requisito. Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.
	<u>Medidas para Conservación.</u> Tomando en cuenta las características del sitio y las propiedades de los suelos, las medidas a considerar van dirigidas a evitar en menor medida la escorrentía, que, si bien la zona es casi plana, también se deben tomar en cuenta medidas precautorias para evitar la pérdida o degradación de los suelos. Estas medidas pueden ser como la revegetación con especies nativas para darle mayor estructura y estabilidad a los horizontes superficiales. Además de la construcción de cercas vivas para delimitar zonas que se piensen restaurar o conservar. Otras medidas que se pueden tomar en cuenta se la construcción de Zanjias captadoras de agua y Zanjias alimentadoras de escorrentías. Estas medidas pueden ser suficientes si se toma en cuenta que es una zona casi plana. <u>Características ecológicas</u> Drenaje natural: Moderado Conductividad hidráulica cm/día: de 10 – 40 MEDIA Valor máximo de pedregosidad: NULA Profundidad máxima de desarrollo de raíces: 20 cm Agua disponible para las plantas L/m²: 75.6 – BAJA Agua que queda retenida en el suelo L/m²: 131.65 – BAJA Erodabilidad del horizonte superficial Ah: k 0.32- MEDIA

Descripción completa del perfil	
	Capacidad de intercambio catiónico: REGULAR Bases intercambiables (nutrimentos calcio, magnesio, potasio y sodio) mol_e/m²: 22.33 REGULAR Nitrógeno disponible g/cm²: 1.2 - BAJA Nitrógeno total g/cm²: 0.24 MEDIA Fósforo disponible g/cm²: 48 BAJA Mantillo: tipo Mull De manera general el suelo del sitio no tiene problemas de aireación y acumulación de agua. La densidad de raíces es baja, las condiciones antes mencionadas no permiten el crecimiento a mayor profundidad. La disponibilidad de nutrimentos es baja, la pedregosidad no limita este rubro, pero si el contenido de humedad y la poca aireación. Por las texturas arenosas, la lixiviación de los nutrimentos es mayor, lo que hace una saturación de bases buenas manteniendo los perfiles con pH ácidos. El horizonte Ah no corre riesgo de erosión, principalmente porque es una zona estable casi plana, pero la estabilidad de los agregados y la compactación lo hacen que tenga poco riesgo. El agua que hay disponible para las plantas y el agua que queda retenida en el suelo favorecen el desarrollo de vegetación natural o la inducida. Aunque en exceso puede ser perjudicial para cierto tipo de plantas que no soporten grandes cantidades de agua o humedad excesiva. Los Regosoles en áreas de desierto tienen mínimo significado agrícola. Los Regosoles con 500 – 1 000 mm/año de lluvia necesitan riego para una producción satisfactoria de cultivos. La baja capacidad de retención de humedad de estos suelos obliga a aplicaciones frecuentes de agua de riego; el riego por goteo o chorro resuelve el problema, pero raramente, ya que es muy costoso. Cuando la lluvia excede 750 mm/año, todo el perfil es llevado a su capacidad de retención de agua al principio de la estación húmeda; la mejora de las prácticas de cultivo de secano puede ser una mejor inversión que la instalación de facilidades de riego costosas. Muchos Regosoles se usan para pastoreo extensivo.

Tabla IV. 5. Descripción del perfil 3

Descripción completa del perfil			
I	<u>Información acerca de la localidad</u>		
	a	Número de perfil:	3
	b	Nombre del sitio:	Minera México, Charcas S.L.P.
	c	Clasificación del suelo WRB:	Chernozem eútrico
	d	Fecha de descripción:	12 diciembre 2018
	e	Autor:	Daniel Pinales Bravo
	f	Localización:	Lomerío
		Coordenadas:	X = 280 314
			Y = 2 560 857
	g	Altitud:	Msnm 2120
	h	Forma del terreno:	cóncava
	i	Pendiente:	3°
	j	Uso del suelo o vegetación:	Matorral
	k	Clima:	Cálido
II	<u>Información general acerca del suelo</u>		
	a	Material parental:	El suelo se desarrolló aparentemente "in situ" a partir de rocas sedimentarias
	b	Drenaje natural:	Moderado
	c	Condiciones de humedad en el perfil:	seco
	d	Profundidad del manto freático:	Desconocido, no tienen influencia en el perfil
	e	Presencia de rocas superficiales:	Media, compuesta por gravas
	f	Evidencia de erosión:	Laminar ligera
	g	Presencia de sales o soda:	Ninguna
	h	Influencia humana:	Explotación minera
I	<u>Descripción breve del perfil:</u>		

Descripción completa del perfil



Perfil de suelo descrito.

Es un perfil medianamente profundo de 0.80 m, con drenaje moderado, de color café oscuro a rojizo en profundidad si está en húmedo, alta pedregosidad. Tiene textura predominantemente franca arcillo limosa, La estructura es muy homogénea en el perfil de bloques subangulares de grado moderado. El perfil es poroso, pero poco permeable en profundidad. La distribución de raíces es de baja a alta en todo el perfil. Hay presencia de carbonatos. El grado de erodabilidad es bajo (factor K= 0.17 en el horizonte Ah).

IV

Descripción del perfil

Ah

0 - 4 cm

Textura Franco arenosa. Pedregosidad del 1%. Color en húmedo 10YR 3/2. pH Neutro (7 en Cloruro de calcio 0.01M). libre de sales o sodicidad. Materia orgánica de 3%. Contenido medio de carbonatos K-3. Horizonte húmedo pF2. Estructura subangular en bloques medianos de grado moderado que rompen a subangular en bloques finos. Estabilidad de agregados alta. Muchos poros tubulares, intersticiales y vesiculares medianos y finos, inped y exped. Densidad aparente baja (1.1 g/cm³). Densidad de raíces alta. Límite difuso. No hay reacción al Al activo.

Descripción completa del perfil			
	Bw	4 - 13 cm	Textura Franco arcillo limosa. Pedregosidad del 5%. Color en húmedo 10YR 2/1. pH ligeramente ácido (6 en Cloruro de calcio 0.01M). Libre de sales o sodicidad. Materia orgánica de 3%. Contenido medio de carbonatos K-3. Horizonte húmedo pF2. Estructura subangular en bloques medianos de grado moderado que rompen a subangular en bloques finos. Poros comunes vesiculares y tubulares finos y muy finos inped y exped. Densidad aparente baja (1.2 g/cm ³). Densidad de raíces media, límite difuso. No hay evidencias de Al activo.
	Bw2	13 - 37 cm	Textura Franco arcillo limosa. Pedregosidad del 15%. Color en húmedo 10 Y 3/1. pH ligeramente ácido (6 en Cloruro de calcio 0.01M). Libre de sales o sodicidad. Materia orgánica no evaluada, es muy mineral el horizonte. Contenido medio de carbonatos K-3. Horizonte seco. Estructura subangular en bloques medianos de grado moderado que rompen a subangular en bloques finos. Muchos poros tubulares, intersticiales y vesiculares medianos y finos, inped y exped. Densidad aparente media (1.3 g/cm ³). Densidad de raíces baja, límite claro. No hay evidencias de Al activo
	BC	37 - 58 cm	Textura Franco arcillosa. Pedregosidad del 70%. Color en húmedo 10 YR 4/2. pH ligeramente ácido (6 en Cloruro de calcio 0.01M). Libre de sales o sodicidad. Materia orgánica no evaluada, es muy mineral el horizonte. Contenido medio de carbonatos K-3. Horizonte seco pF4. Estructura angular de tamaño medio que rompen a fino. Poros comunes intersticiales y vesiculares medios y finos inped y exped. Densidad aparente media (1.3 g/cm ³). Densidad de raíces baja No hay evidencias de Al activo.
	Cw	58 - >80	Material parental poco intemperizado
V	<u>Interpretación de las características del suelo (Procesos pedogenéticos dominantes)</u> De los principales procesos pedogenéticos que se presentan, es la acumulación de materia orgánica que ocurre en el primer horizonte (Ah). La acumulación de materia orgánica es de 3%. El tipo de mantillo es mull. A lo largo del perfil de suelo se observaron formaciones incipientes de revestimientos de arcilla, esto se denota en las texturas. Otro proceso pedogenético observado fue		

Descripción completa del perfil	
	la acumulación de material calcáreo en todo el perfil, por eso la reacción al HCL de manera moderada. De acuerdo a la WRB 2007 se clasificó como: Chernozem eútrico; Chernozem principalmente, por la acumulación de materia orgánica, esta acumulación de materia orgánica da como resultado un horizonte mólico. Este es un horizonte superficial grueso, bien estructurado, oscuro, con alta saturación con bases y moderado a alto contenido de materia orgánica, además de presentar estructuras fuertes, ya sean subangulares o angulares. Eútrico porque no entra en ninguna otra calificación en la WRBS. Los Chernozem son muy parecidos a Feozems y Kastanozems, pero están menos lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con los Feozems y Kastanozems, son poco más ricos en bases. Los Chernozem pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.
	<u>Medidas para Conservación.</u> Tomando en cuenta las características del sitio y las propiedades de los suelos, las medidas a considerar van dirigidas a evitar en menor medida la escorrentía, que, si bien la zona es poco inclinada (3°), también se deben tomar en cuenta medidas precautorias para evitar la pérdida o degradación de los suelos. Estas medidas pueden ser como la revegetación con especies nativas para darle mayor estructura y estabilidad a los horizontes superficiales. Además de la construcción de cercas vivas, para delimitar zonas que se piensen restaurar o conservar. Otras medidas que se pueden tomar en cuenta de la construcción de Zanjales captadoras de agua y Zanjales alimentadoras de escorrentías. <u>Características ecológicas</u> Drenaje natural: Moderado Conductividad hidráulica cm/día: de 10 – 40 MEDIA Valor máximo de pedregosidad: 70% Profundidad máxima de desarrollo de raíces: 58 cm Agua disponible para las plantas L/m²: 117.8 – MEDIANA Agua que queda retenida en el suelo L/m²: 289.4 – MEDIANA Erodabilidad del horizonte superficial Ah: k 0.17- BAJA Capacidad de intercambio catiónico: MEDIO - REGULAR

Descripción completa del perfil

Bases intercambiables (nutrimentos calcio, magnesio, potasio y sodio) mol/m²: 81.73–
MEDIANAMENTE ALTA

Nitrógeno disponible g/cm²: 2.45 - MEDIANA

Nitrógeno total g/cm²: 0.49 MEDIA

Fósforo disponible g/cm²: 98.1 MEDIANA

Mantillo: tipo Mull

De manera general el suelo del sitio no presenta problemas de aireación y acumulación de agua. La densidad de raíces es baja, las condiciones antes mencionadas no permiten el crecimiento a mayor profundidad. La disponibilidad de nutrimentos es de media a alta, la pedregosidad es importante para la penetrabilidad de las raíces. Por las texturas arcillosas, la lixiviación de los nutrimentos es baja, lo que hace una saturación de bases buenas manteniendo los perfiles con pH neutros a ligeramente ácidos. El horizonte Ah no corre riesgo de erosión, principalmente porque es una zona estable casi plana, pero la estabilidad de los agregados y la compactación lo hacen que tenga poco riesgo. El agua que hay disponible para las plantas y el agua que queda retenida en el suelo favorecen el desarrollo de vegetación natural o la inducida. Aunque en exceso puede ser perjudicial para cierto tipo de plantas que no soporten grandes cantidades de agua o humedad en exceso.

HIDROLOGÍA

Superficial

El Sistema Ambiental y su área de influencia se encuentran ubicados en la Región Hidrológica 37 El Salado, en la Cuenca denominada San Luis Potosí y en la subcuenca Arista – Matehuala. Dadas las condiciones semidesérticas de la zona, los recursos en lo referente al agua superficial son muy limitados, ya que en la zona del Sistema Ambiental no se ubica ningún cuerpo de agua natural perenne, solamente existe presencia de arroyos intermitentes. Estos son alrededor de 10 y algunos afluentes provenientes de las partes altas. Sólo sobresalen 3 arroyos; San Nicolás que se extiende de la parte NW al SE del Sistema Ambiental y su área de influencia, El Flojo, que se ubica en la parte S y Los Mireles en la parte E. San Nicolás se encuentra a 250 m de distancia de los bancos más cercanos (bancos 1 y 2); mientras que los otros dos arroyos se encuentran a una distancia promedio de 2 km de distancia los mismos bancos, que son los más cercanos.

La Región Hidrológica 37, sólo el 0.1 por ciento de los escurrimientos es perenne, y se ubican en la porción central y oeste de la región, mientras que el 99.9 por ciento es intermitente, con distribución uniforme a lo largo y ancho de la misma. Lo anterior implica que prácticamente la totalidad de los cauces en la zona sólo cuentan con agua en la época lluviosa del año. Asimismo, los cuerpos de agua intermitentes representan el 99.3 por ciento y los perennes el 0.7 por ciento, ubicados estos últimos principalmente en el centro, sur y suroeste de la región hidrológica.

En cuanto a los escurrimientos presentes en la zona de los bancos son de tipo intermitente, sin embargo, ninguno de los cuatro bancos proyectados se encuentra dentro de algún escurrimiento, tampoco se ubican cuerpos de agua natural, el único cuerpo de agua es la presa de jales. La siguiente figura muestra la ubicación de los bancos con respecto a los escurrimientos intermitentes. ver Figura IV. 10.



Subterránea

Al Sistema Ambiental y su área de influencia, le corresponde el acuífero denominado Valle de Arista y una pequeña porción de Santo Domingo hacia la parte E. En la zona geohidrológica del valle de Villa de Arista, el sistema acuífero conocido se encuentra alojado en el material aluvial y sedimentos lacustres que rellenan la fosa. Tanto las fronteras laterales como el piso rocoso se consideran impermeables, ya que corresponden a formaciones de naturaleza calcáreo-arcillosa. El espesor de este acuífero varía desde 100 m en su porción noroccidental a 250 m o más en la zona de Villa de Arista. Por medio de pruebas de bombeo se ha demostrado que el comportamiento de este acuífero es libre a semiconfinado.

La recarga tiene lugar principalmente en el borde occidental del valle, a lo largo de una franja que se extiende desde Venado, hacia el sur, hasta Potrero el Mezquital, a través de los abanicos de la sierra de Guanamé; la extensión de esta zona de recarga es de aproximadamente 40 km. Otras zonas de recarga las constituyen los bordes de la sierra Alto de Melada y borde de la sierra de Coronado. Actualmente existe una componente adicional de la recarga que es inducida por la infiltración de retornos de riego. La descarga tiene lugar por extracción a través del bombeo, la cual se concentra mayormente en los alrededores del poblado de Villa de Arista, como puede apreciarse en el plano de configuración de elevación del nivel estático. La evapotranspiración es otro fenómeno de descarga que tiene importancia en las zonas de Venado y Moctezuma, donde el nivel estático se encuentra a profundidades someras. Se considera que en la actualidad no existen salidas subterráneas a través de la zona de El Tajo o Guardarraya, debido a la formación del cono piezométrico al norte de Villa de Arista (CNA, 2015).

Características hidráulicas

De 53 pruebas de bombeo realizadas por la Cía. Hidrotec en 1971, se puede observar que las transmisividades varían de $0.36 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ a $5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, con predominio de valores entre 2.5 y $4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$; sin embargo, se considera que la mayor parte de los pozos no son totalmente penetrantes, por lo que los valores de la transmisividad para el acuífero probablemente sean más altos. 12 3.2 Niveles de agua subterránea.

Profundidad del nivel estático

Para diciembre de 1981 el rango de profundidades del nivel estático fue de 40 a 80 m, con las profundidades mayores de 60 a 85 m en los alrededores de Villa de Arista, donde la mayoría de los pozos tenían entre 150 y 200 m.

Elevación del nivel estático

La red de flujo permaneció invariable en la periferia del valle; en cambio, en la porción centro oriental, la disposición de las líneas equipotenciales acusa ya el efecto del bombeo de la zona a través de la formación de depresiones piezométricas, las equipotenciales van de 1,780 en el límite norte, a 1,480 msnm en el límite sureste, definiéndose conos piezométricos mediante las equipotenciales 1,580 a 1,540 msnm, pero de extensión relativamente localizada, persistiendo aparentemente una salida subterránea por el límite oriental del valle.

Evolución del nivel estático

Los abatimientos acumulados en el periodo de 1971 a 1981 varían entre 2 y 13 m, de la periferia hacia la zona de bombeo intensivo, respectivamente, con algunos descensos puntuales de hasta 18 m. Asimismo también se identificaron zonas sin cambio en la posición del nivel estático en los flancos occidental, sur y centro-norte del valle.

Censo de aprovechamientos e hidrometría

Durante 1994 y 1995, la Gerencia Estatal de la CNA censó un total de 728 aprovechamientos en la cuenca geohidrológica de Villa de Arista. Los registros de campo incluyeron datos generales del aprovechamiento, constructivos y de operación principalmente, con los cuales se integró una base de datos para su procesamiento y actualización permanente. Del total de los 728 aprovechamientos subterráneos censados se divide en 590 pozos profundos, 136 norias excavadas, 1 manantial y 1 galería filtrante. Asimismo 404 de los 590 pozos se encontraron activos (68%) y 186 resultaron inactivos (32%). La mayor parte de los pozos inactivos se localiza en un radio de 15 km del poblado de Villa de Arista. En cuanto a las norias, 116 de 136 se registraron como obras activas (85%) y únicamente 20 fueron declaradas por los usuarios como inactivas (15%). Con relación al total de aprovechamientos, el 72% se encontraron activos (522) y el restante 28%, inactivo (206) (CNA, 2015), ver Figura IV.11.



Acerca de los usos del agua subterránea, puede decirse que de 523 aprovechamientos activos, 373 de ellos, es decir el 71%, se destina al uso agrícola; esta cifra incluye 352 pozos, 20 norias, 1 manantial y una galería filtrante; 94 aprovechamientos activos se aprovechan para uso doméstico abrevadero (18% del total), cifra compuesta por 87 norias y 7 pozos profundos; otras 40 obras de captación de agua subterránea (8% del total) son operadas para uso público-urbano, de los cuales 35 son pozos profundos y 5 son norias. Solamente 9 aprovechamientos subterráneos (2% del total) son explotadas para fines pecuarios, y de éstos 4 son pozos perforados y 5 más excavados. Finalmente, para el uso industrial se explota el acuífero a través de 6 obras perforadas (1% del total). (CNA, 2015), ver a continuación.

Distribución de las extracciones de acuerdo con el uso (Mm³ /año)

TIPO	AGRÍCOLA	DOMESTICO ABREVADERO	PUBLICO URBANO	PECUARIO	INDUSTRIAL	SUBTOTAL
POZOS	71.67	0.0	0.8	0.15	0.85	73.47
NORIAS	0.9	0.2	0.1	0.1	0.0	1.3
TOTAL	72.57	0.2	0.9	0.25	0.85	74.77

En cuanto a los pozos estos no se ubican cerca de la zona de los bancos, sin embargo, aproximadamente 13 Km del sitio del proyecto, se encuentran 3 pozos denominado Clérigo 1, 2 y 3, y a más de 15 km se encuentra la estación de rebombeo de Laborcilla, ver **Anexo 2.14**.

IV.2.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO

DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Con fundamento en el análisis de afinidades geográficas de la flora de diferentes regiones del país, en los coeficientes de similitud establecidos entre estas floras, y tomando también en cuenta los conocimientos acerca de endemismos y en general acerca de las áreas de distribución de plantas vasculares, se reconoce en el territorio de México la existencia de 17 provincias florísticas, que pueden agruparse en cuatro regiones, y éstas a su vez se relacionan en forma no del todo discreta con dos reinos (Rzedowski. 2006), ver Figura IV.12.



Figura IV. 12. Reino, Regiones y provincias florísticas de México.

El área de estudio se encuentra en la provincia florística de la Altiplanicie, se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla. Quedan excluidas, sus partes húmedas y semihúmedas, es la provincia más extensa. La altitud en su territorio varía entre 1,000 y 2,000 msnm, por lo que es más notoria la influencia de bajas temperaturas. El número de especies endémicas es muy considerable y su abundancia es favorecida por la diversidad de substratos geológicos; a este respecto puede citarse como ejemplo el conjunto de gipsófitas, estudiado por Johnston (1941). A lo largo de su límite oriental, desde Coahuila hasta Hidalgo.

La vegetación predominante consiste en matorrales xerófilos, aun cuando también son frecuentes los pastizales y el bosque espinoso (mezquital). El número de géneros restringidos a esta entidad es de 16 si se toma en cuenta sólo a las plantas leñosas; pueden mencionarse, por ejemplo: *Ariocarpus*, *Eutetras*, *Grusonia*, *Lophophora*, *Sartwellia*, *Sericodes*, ver Figura VI.13.

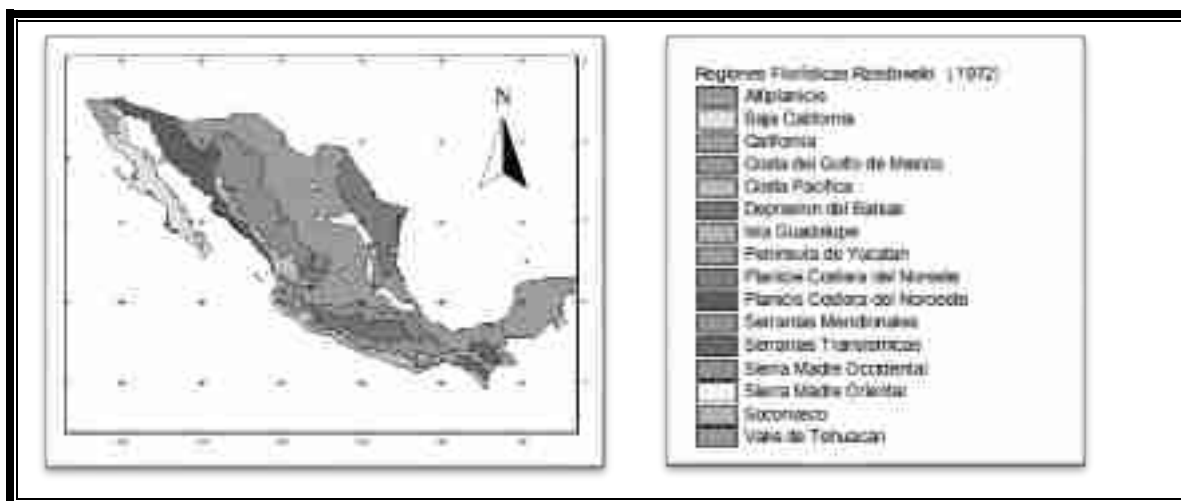


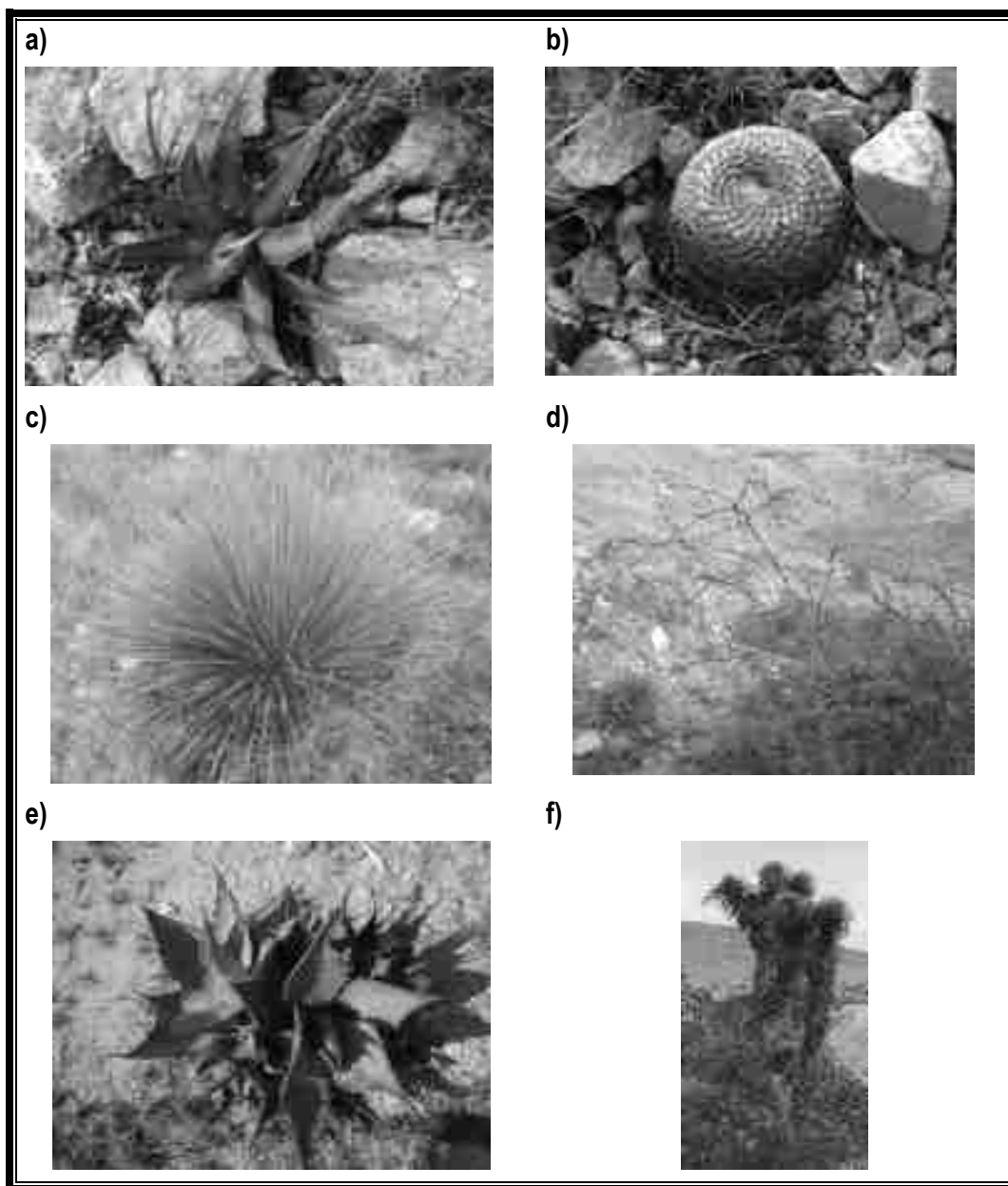
Figura IV. 133. Provincias florísticas de México

De acuerdo con *Reyes et al 1998*, los tipos de vegetación que se encuentran en el área de estudio son los siguientes: **a) matorral desértico micrófilo**. Se desarrolla en terrenos planos y en las partes inferiores de los cerros sobre sustratos de origen aluvial; se caracteriza por la predominancia de elementos arbustivos de hojas o folíolos pequeños como *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua*. **b) matorral desértico rosetófilo**, que ocupa las laderas con sustratos de roca sedimentaria; la fisonomía de esta comunidad se debe a la presencia de especies con hojas alargadas y estrechas, agrupadas en forma de roseta, pueden ser caulescentes como *Yucca filifera* o acaulescentes como *Agave lechuguilla* y **c) matorral crasicaule** que se desarrolla en laderas y planicies con sustrato ígneo. Este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia fisonómica de cactáceas del género *Opuntia*

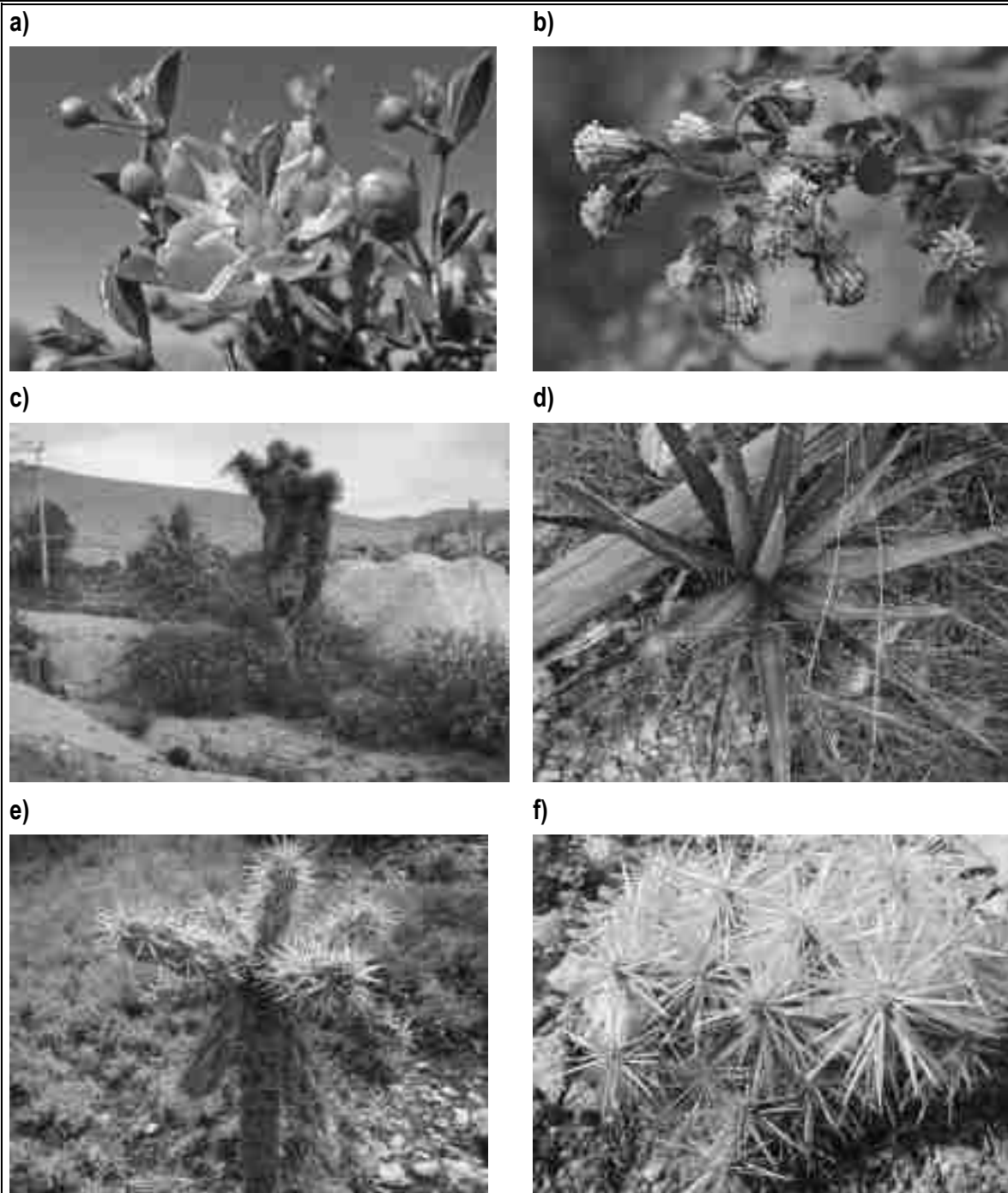
Desde el punto de vista de su composición florística, los matorrales xerófilos son variados. La familia Compositae está por lo general muy bien representada, llegando en ocasiones a constituir cerca de la cuarta parte de la flora (Rzedowski, 1972b) y especies de Ambrosia, Artemisia, Encelia, Eupatorium, Flourensia, Gochnatia, Viguiera, Zaluzania y Zinnia juegan muchas veces el papel de dominantes o codominantes.

Las Leguminosae y Gramineae también son familias cuantitativamente importantes, las primeras, sobre todo en climas más calurosos, mientras que las segundas son por lo general más numerosas en los más frescos. Las cactaceae encuentran en estos matorrales su nicho ecológico preferido y están representadas por una gran diversidad de taxa, mientras que las Chenopodiaceae son particularmente abundantes en donde prevalecen suelos algo salinos. Es interesante observar también una amplia

participación de monocotiledóneas de familias diversas; así, por ejemplo, algunas especies de *Agave*, *Hechtia* y *Yucca* pueden ser dominantes o codominantes en este tipo de vegetación. La flora de los matorrales xerófilos de México es rica en endemismos tanto a nivel específico como genérico, y por consiguiente se halla muy bien individualizada, ver Fotografía IV.6 y Fotografía IV.7.



Fotografía IV. 6 Especies vegetales del matorral Xerofilo. a) *Agave lechuguilla*, b) *Mammillaria formosa*., c) *Dasyllirion cedrosanum*, d) *Prosopis laevigata*, e) *Agave salmiana* y f) *Yucca filifera*.



Fotografía IV. 7 Especies vegetales representativas del matorral Xerofilo a) *Larrea tridentata*, b) *Flourensia cernua*, c) *Yucca filifera*, d) *Agave lechuguilla*, e) *Opuntia imbricata* y f) *Opuntia tunicata*.

METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Área de influencia de los bancos de materiales.

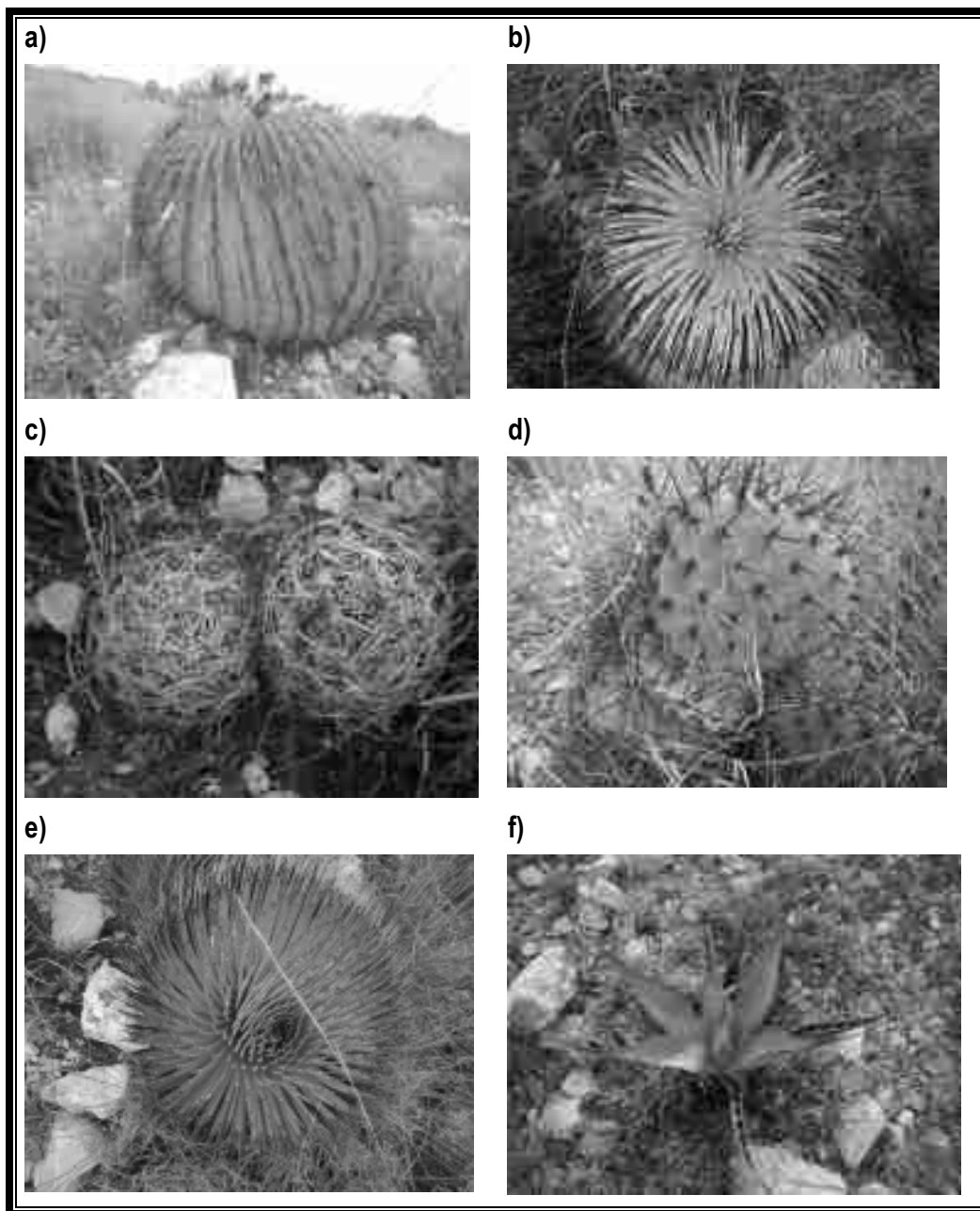
Para identificar y caracterizar la vegetación en el área de influencia de los bancos de materiales, se realizó un muestreo y recorridos una zona buffer de 500 m, con el fin de identificar especies que estuvieran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ver Fotografía IV.



Fotografía IV. Muestreo de delimitación y conteo de las especies vegetales en la zona de influencia de los bancos de materiales

En los sitios del área de influencia se puede observar el grado de conservación de la vegetación que corresponde a vegetación matorral desértico rosetófilo. A nivel de área de influencia se encontró la especie *Echinocactus Platyacanthus* Especies bajo protección especial, además se encontraron especies

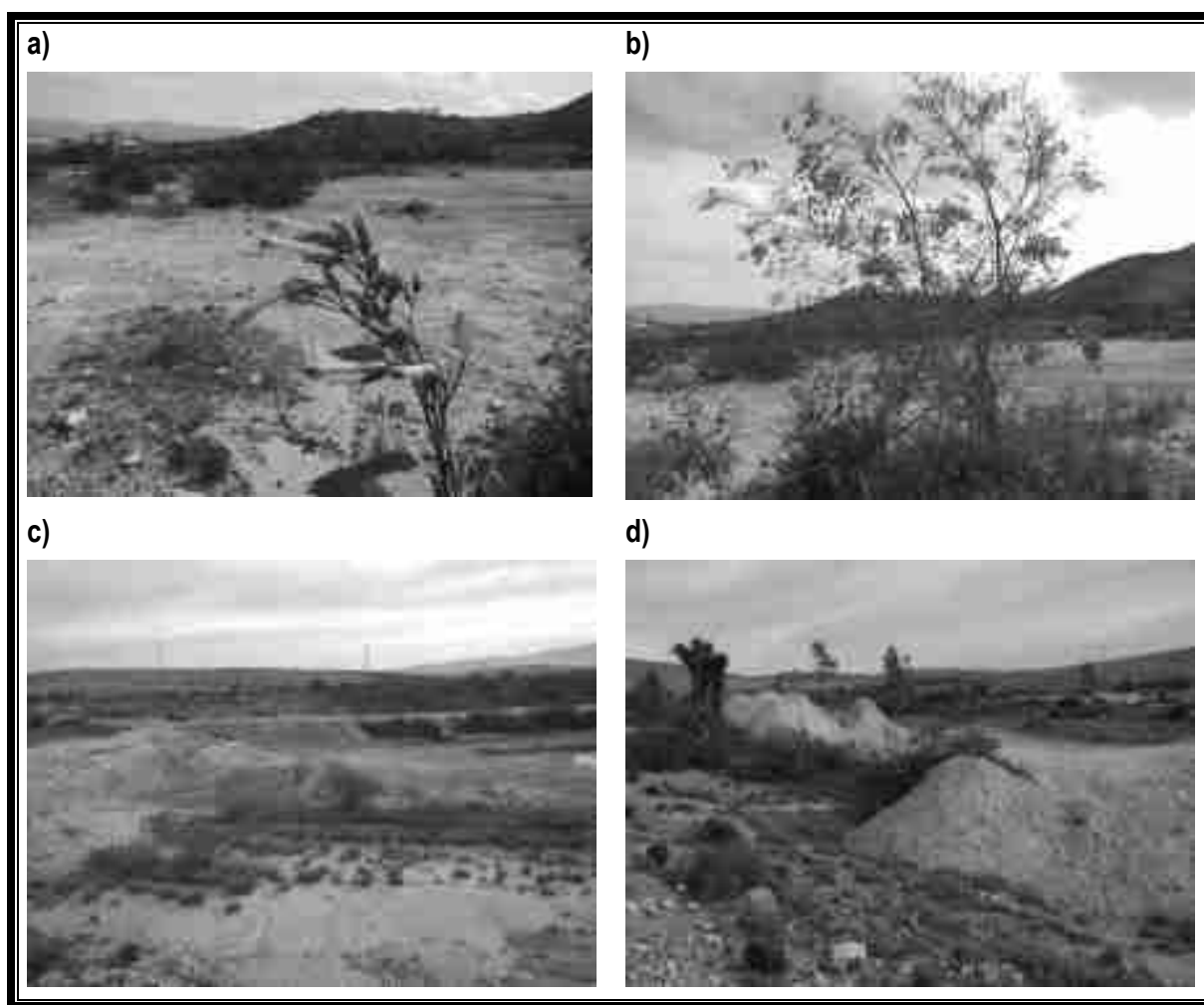
representativas como: *Agave stricta* var., *nana*, *Coryphantha radians*, *Opuntia stenopetala*, *Agave stricta* var., *rubra*, *Agave salmiana*, ver Fotografía IV.8.



Fotografía IV. 8 a) *Echinocactus Platyacanthus*, b) *Agave stricta* var. *nana*, c) *Coryphantha radians*, d) *Opuntia stenopetala*, e) *Agave stricta* var. *rubra*, f) *Agave salmiana*

Bancos de materiales.

Para la identificación y caracterización de la vegetación del área de estudio (bancos de materiales), se implementó un muestreo por conteo directo de los individuos en cada uno de los bancos, se realizaron recorridos en forma lineal abarcando el total de la superficie, en algunos casos la vegetación abarca solo el 10 por ciento de la superficie del banco de material, caso específico Banco No. 4 Las Lupes y Banco Barragán, ver Fotografía IV. 9.



Fotografía IV. 9 Vegetación y cobertura del suelo del sitio Las Lupes Fotografía a) y b) y sitio barragán fotos c) y d).

RESULTADOS

Vegetación en área de influencia (AI)

El área de influencia también se consideran dos tipos de vegetación **1) matorral desértico rosetófilo**, que ocupa las laderas con sustratos de roca sedimentaria; la fisonomía de esta comunidad se debe a la presencia de especies con hojas alargadas y estrechas, agrupadas en forma de roseta, pueden ser caulescentes como *Yucca carnerosana* o acaulescentes como *Agave lechuguilla* y **2) matorral crassicaule** que se desarrolla en laderas y planicies con sustrato ígneo. Este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia fisonómica de cactáceas del género *Opuntia*.

Para el área de influencia se reportaron 13 especies, dos de las cuales se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cabe destacar que en el área de influencia se presentan la mayoría de las especies de los bancos de materiales. Los bancos de materiales están en pendientes menores al 10 por ciento, por lo que se consideraría **matorral desértico micrófilo**, éste tipo de vegetación se desarrolla en terrenos planos y en las partes inferiores de los cerros sobre sustratos de origen aluvial; se caracteriza por la predominancia de elementos arbustivos de hojas o folíolos pequeños, ver Tabla IV. .

Tabla IV. 6. Distribución de especies en los bancos de materiales y área de influencia.

Especie	B1	B2	B3	B4	AI
<i>Acacia schaffneri</i>	x	x	x	x	
<i>Agave lechuguilla</i>					x
<i>Agave salmiana</i>	x	x	x	x	x
<i>Agave stricta</i> var <i>nana</i>	x	x	x	x	x
<i>Agave stricta</i> var <i>rubra</i>	x				x
<i>Astragalus dasyanthus</i>				x	
<i>Buddleja cordata</i>	x		x		
<i>Coryphantha radians</i>				x	x
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	x				x
<i>Echinocactus Platyacanthus</i>					x
<i>Mammillaria formosa</i>				x	x
<i>Mammillaria haageana</i>					x
<i>Mimosa zygophylla</i>	x	x	x		
<i>Nicotina Glauca</i>			x	x	

Especie	B1	B2	B3	B4	AI
<i>Opuntia imbricata</i>	x	x	x		x
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	x	x	x		x
<i>Opuntia stenopetala</i>		x	x	x	x
<i>Opuntia tunicata</i>	x	x	x	x	x
<i>Prosopis laevigata</i>	x	x	x	x	
<i>Schinus molle</i>	x				
<i>Yuca filifera</i>	x				

Vegetación en polígonos bancos

a) Descripción del banco de materiales 1 (Dique Barragán)

En este sitio hay presencia de especies como el tepozán (*Buddleja cordata*), especie pionera presente en la remoción de suelo, es una especie que llega a colonizar suelos desnudos, se removerán aproximadamente 185 individuos, ver Tabla IV. 6 y Fotografía IV.10.

Tabla IV. 6. Vegetación del banco de materiales 1 (Dique Barragán).

Matorral Xerofito		
Especie	Nombre común	No. de indiv. 0.35 ha
<i>Acacia schaffneri</i>	huizache	29
<i>Agave salmiana</i>	maguey	73
<i>Agave stricta</i> var <i>nana</i>	agave hoja verde	14
<i>Agave stricta</i> var <i>rubra</i>	agave hoja roja	13
<i>Buddleja cordata</i>	tepozán	15
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	sotol	1
<i>Mimosa zygophylla</i>	uña de gato	1
<i>Opuntia imbricata</i>	cardón	2
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	nopal espina blanca	4
<i>Opuntia tunicata</i>	choya dorada	4
<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	26
<i>Schinus molle</i>	pirul	2
<i>Yuca filifera</i>	yuca arbórea	1

Matorral Xerofito		
Especie	Nombre común	No. de indiv. 0.35 ha
Total		185

a)



b)



c)



d)



e)

f)



Fotografía IV. 10 Especies vegetales del banco de materiales 1 a) *Dasyliirion cedrosanum*, b) *Acacia schaffneri*, c) *Agave stricta* var. *rubra*, d) *Yuca filifera* e) *Buddleja cordata* y f) *Agave salmiana*.

b) Banco de materiales 2 (zona norte)

La vegetación presente en este sitio se caracteriza por una cubierta de pasto en un 80% de la superficie del banco de materiales dominan las especies de *Prosopis laevigata*, Huizache (*Acacia schaffneri*), uña de gato (*Mimosa zygophylla*), maguey (*agave salmiana*), tiene exposición cenital por lo que no hay una erosión marcada que nos permita ver el material pétreo, serán removidos 59 individuos, ver Tabla IV. 7 y Fotografía IV.11.

Tabla IV. 7. Especies encontradas en el banco de materiales 2 (Zona Norte)

Matorral xerofito		
Especie	Nombre común	No. de indiv. en 0.25 ha
<i>Acacia schaffneri</i>	huizache	2
<i>Agave salmiana</i>	agave	17
<i>Agave stricta</i> var. <i>nana</i>	agave hoja verde	10
<i>Mimosa zygophylla</i>	uña de gato	4
<i>Opuntia imbrincata</i>	cardón	2
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	nopal espina blanca	4
<i>Opuntia stenopetala</i>	nopal espina roja	4
<i>Opuntia tunicata</i>	choya dorada	3
<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	13

Matorral xerofito		
Especie	Nombre común	No. de indiv. en 0.25 ha
Total		59

a)



b)



c)



d)



e)



f)





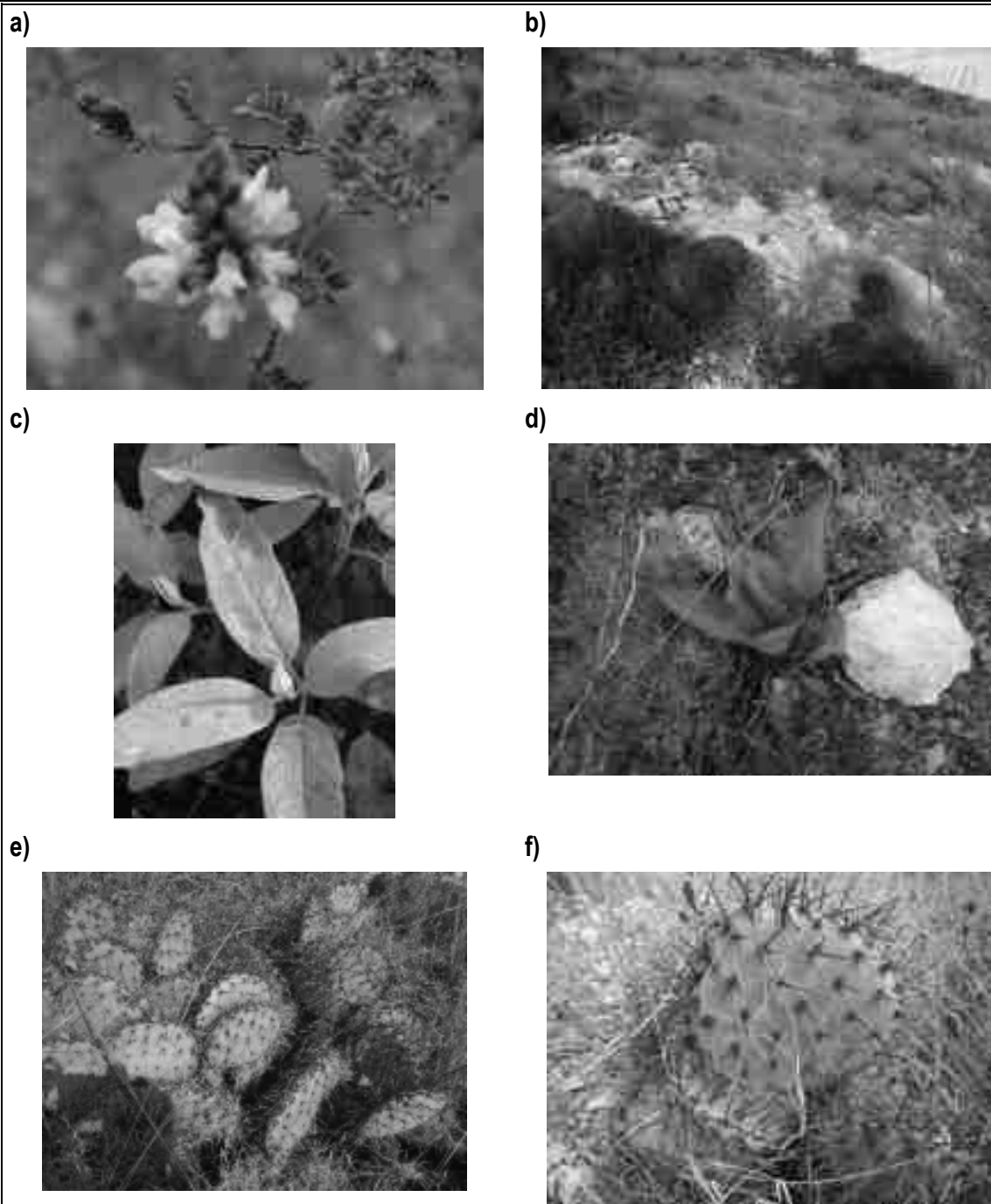
Fotografía IV. 11 Especies vegetales del banco de materiales 2 a) *Prosopis laevigata*, b) *Opuntia tunicata*, c) *Opuntia imbricata*, d) *Agave salmiana*, e) *Opuntia stenopetala*, f) *Opuntia rastrera* Weber.

c) Banco de materiales 3 (Zona Oeste)

El sitio denominado banco de materiales 3 zona oeste, el sitio ha sido removida la capa superficial del suelo en un 70 % hay con presencia de especies como el tepozán (*Buddleja cordata*), tabaquillo (*Nicotina glauca*) especie pionera presente en la remoción de suelo, son especies que llega a colonizar suelos desnudos, se removerán alrededor de 61 individuos, ver Tabla IV. 8

Tabla IV. 8. Especies vegetales en el banco de materiales 3 (Zona Oeste).

Matorral xerofito		
Especie	Nombre común	No. de indv. 0.47 ha
<i>Acacia schaffneri</i>	huizache	6
<i>Agave salmiana</i>	agave	10
<i>Agave stricta</i> var. nana	agave hoja verde	13
<i>Astragalus dasyanthus</i>	especie con flor amarilla	5
<i>Buddleja cordata</i>	tepozán	5
<i>Mimosa zygophylla</i>	uña de gato	4
<i>Nicotina glauca</i>	tabaquillo	3
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	nopal espina blanca	4
<i>Opuntia stenopetala</i>	nopal espina roja	10
<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1
Total		61



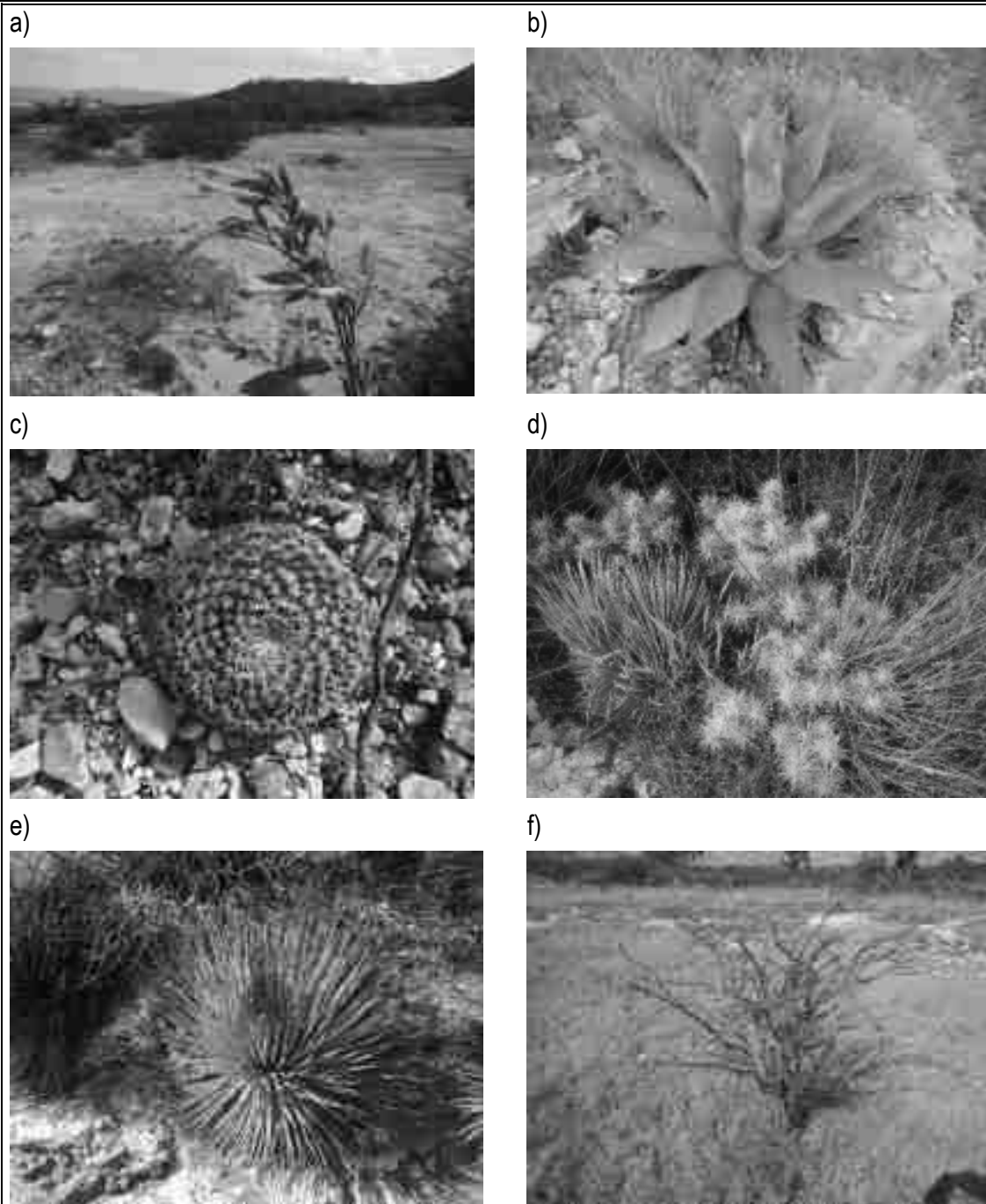
Fotografía IV. 12 Especies vegetales del banco de materiales 3 a) *Astragalus dasyanthus*, b) *Agave stricta* var. *nana*, c) *Buddleja cordata*, d) *Agave salmiana*, e) *Opuntia rastrera* Weber y f) *Opuntia stenopetala*.

d) Banco de materiales 4 (Las Lupes)

Banco de materiales 4 (Las Lupes), presenta suelo desnudo sin presencia de materia orgánica en un 80 % con cobertura de pastos en 15 %, la vegetación presente es de tipo invasora hay presencia de especies como el tepozán (*Buddleja cordata*), tabaquillo (*Nicotina glauca*), estas especies nos indican que el suelo ha sido removido, ver Tabla IV. 9 y Fotografía IV.13.

Tabla IV. 9. Especies vegetales en el banco de materiales 4 (Las Lupes)

Matorral xerofito		
Especie	Nombre común	No. de Individuos en 0.84 ha
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache	2
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	16
<i>Agave stricta var. nana</i>	Agave hoja verde	2
<i>Astragalus dasyanthus</i>	Especie de flor amarilla	2
<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga partida de cuernos	3
<i>Mammillaria formosa</i>	Mammillaria	12
<i>Nicotina Glauca</i>	Tabaquillo	1
<i>Opuntia stenopetala</i>	Opuntia	3
<i>Opuntia tunicata</i>	Choya dorada	1
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	1
Total		43



Fotografía IV. 13 Especies vegetales del banco de materiales 4 a) *Nicotiana Glauca*, b) *Agave salmiana*, c) *Mammillaria formosa*, d) *Opuntia stenopetala*, e) *Agave stricta* var. *Nana* y f) *Acacia schaffneri*.

En total se afectarán 348 individuos de 19 especies, los cuales se encuentran distribuidos de manera aislada dentro de estos sitios, debido a las características de la vegetación presente NO se considera como vegetación forestal.

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

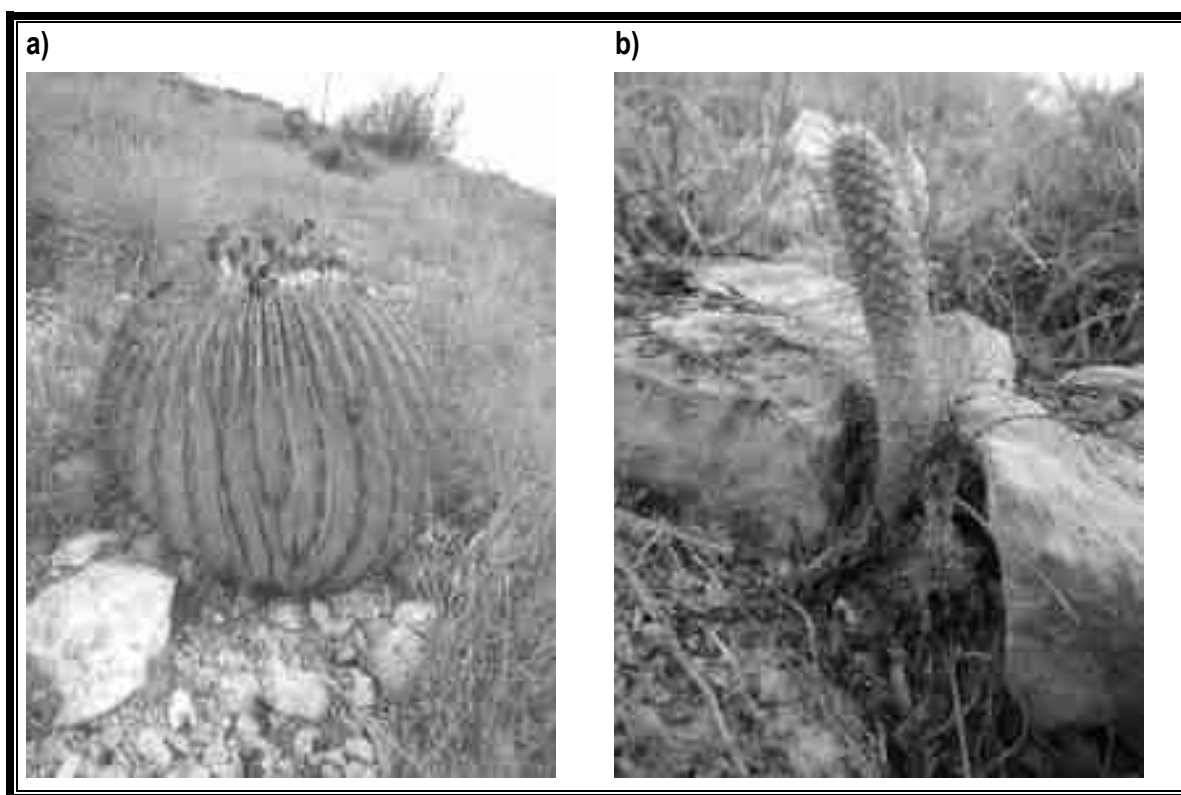
Dentro de los recorridos para la identificación y caracterización de la vegetación de los bancos de materiales, **NO se encontraron especies en la NOM-059-SEMARNAT**, las especies más características son: *Agave salmiana*, *Coryphantha radians*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Opuntia imbricata*, *Opuntia rastrera* Weber, *Opuntia stenopetala*, *Opuntia tunicata*, *Mammillaria formosa*, *Yuca filifera*.

Para el caso del área de influencia (AI) se registran dos especies: *Echinocactus Platyacanthus* y *Mammillaria haageana*, sujeta a protección especial (Pr) y en peligro de extinción (P) respectivamente, ver Tabla IV. 10 y Fotografía IV.14.

Tabla IV. 10. Especies vegetales en NOM-059-SEMARNAT en el banco de materiales y área de influencia.

Espece	B1	B2	B3	B4	AI	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Acacia schaffneri</i>	x	x	x	x		
<i>Agave lechuguilla</i>					x	
<i>Agave salmiana</i>	x	x	x	x	x	
<i>Agave stricta</i> var <i>nana</i>	x	x	x	x	x	
<i>Agave stricta</i> var <i>rubra</i>	x				x	
<i>Astragalus dasyanthus</i>				x		
<i>Buddleja cordata</i>	x					
<i>Coryphantha radians</i>				x	x	
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	x				x	
<i>Echinocactus Platyacanthus</i>					x	Endémica Pr
<i>Mammillaria formosa</i>				x	x	
<i>Mammillaria haageana</i>					x	Endémica P
<i>Mimosa zygophylla</i>	x	x	x			
<i>Nicotina Glauca</i>				x		

Espece	B1	B2	B3	B4	AI	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Opuntia imbricata</i>	x	x	x		x	
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	x	x	x		x	
<i>Opuntia stenopetala</i>		x	x	x	x	
<i>Opuntia tunicata</i>	x	x	x	x	x	
<i>Prosopis laevigata</i>	x	x	x	x		
<i>Schinus molle</i>	x					
<i>Yuca filifera</i>	x					



Fotografía IV. 14 Especies vegetales en el área de influencia de los bancos de materiales a) *Echinocactus Platyacanthus* y b) *Mammillaria haageana*.

ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES VEGETALES QUE SERÁN AFECTADAS POR EL PROYECTO

A partir de los datos recabados en el muestreo se procedió a estimar los siguientes índices:

La diversidad, es la abundancia de especies, ponderada o no en un área completa y se representa como la riqueza o diversidad alfa (α) de la comunidad de un área, siendo esta el número de especies presentes para un nivel taxonómico prefijado.

En un sentido más amplio, la biodiversidad es la riqueza biológica definida en tres niveles: ecosistemas, especies y genes. La diversidad de ecosistemas se puede representar desde unidades geomorfológicas de la tierra hasta las unidades ambientales, resultado de la integración de parámetros ecológicos. A la diversidad de especies también se le conoce como riqueza de especies.

El cálculo de la diversidad es un indicador o medida más frecuentemente utilizada, por varias razones (Gastón, 1996; Moreno, 2000). Primero, la riqueza de especies refleja distintos aspectos de la biodiversidad. Segundo, a pesar de que existen muchas aproximaciones para definir el concepto de especie, su significado es ampliamente entendido (Aguilera y Silva, 1997; Mayr, 1992). Tercero, al menos para ciertos grupos, las especies son fácilmente detectables y cuantificables. Y cuarto, aunque el conocimiento taxonómico no es completo (especialmente para grupos como los hongos, insectos y otros invertebrados en zonas tropicales), existen muchos datos disponibles sobre números de especies.

El detalle de los cálculos se presenta en el **Anexo 4.1** (Archivo electrónico)

c) Índice de Shannon

El índice de Shannon contempla la cantidad de especies presentes en un área determinada (riqueza florística) y la abundancia relativa de estas especies, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$H = - \sum p_i \cdot \ln(p_i)$$

Donde:

$$p_i = n_i / N$$

n_i = número de individuos de la especie

N = total de individuos

S = número de especies

Los rangos para este índice en cuanto a diversidad son:

- 0 bits – 1.5 bits: Poca Diversidad
- 1.6 bits – 3 bits: Mediana Diversidad
- 3.1 bits – 5 bits: Alta Diversidad

d) Índice de Margalef

El Índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef, es otra medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El índice de Margalef fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramón Margalef y tiene la siguiente expresión $I=(s-1)/Ln N$,

donde:

I es la biodiversidad.

s es el número de especies presentes

N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies).

Ln denota el logaritmo neperiano de un número.

Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

e) Índice de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

Donde:

H: Corresponde a los valores de diversidad obtenidos

S: Número de especies recolectadas

Con base en la información anterior, se realizó el tratamiento de datos, a continuación, se presentan los resultados de los cálculos de los índices de diversidad de: Índice de Shannon, Índice de Margalef e Índice de Pielou, de la vegetación de matorral xerofito de cada una de superficies que serán afectadas por los bancos de materiales de la zona de estudio.

Banco de materiales 1 (Dique Barragán)

En la Tabla IV. 11 se presentan los índices ecológicos para la vegetación de matorral xerofito del sitio banco de materiales 1 (dique Barragán), de acuerdo a cada una de las especies que lo caracterizan como: indicando el número de individuos por la superficie a afectar, abundancia relativa, frecuencia y frecuencia relativa para obtener el índice de Shannon, por lo que podemos decir que:

- a) El índice de Shannon indica una diversidad media
- b) El índice de Margalef indica una diversidad moderada y
- c) El índice de Pielou es de 0.7, valor cercano a 1 valor máximo. Por lo que entre más cercano al valor 1, hay una mayor cantidad de especies que se encuentran en igual proporción de abundancia.

Tabla IV. 11. Resultado de índices para el banco de materiales 1 (Dique Barragán).

Banco de materiales 1 (Dique barragán)				
Especie	Nombre común	Núm. Indv. en 0.35 ha	Abundancia relativa	Índice de Shannon
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache	29	0.1568	0.2905
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	73	0.3946	0.3669
<i>Agave stricta var nana</i>	Agave hoja verde	14	0.0757	0.1953
<i>Agave stricta var rubra</i>	Agave hoja roja	13	0.0703	0.1866
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	15	0.0811	0.2037
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	Sotol	1	0.0054	0.0282
<i>Mimosa zygophylla</i>	Uña de gato	1	0.0054	0.0282
<i>Opuntia imbricata</i>	Cardón	2	0.0108	0.0489
<i>Opuntia rastrera Weber</i>	Nopal espina blanca	4	0.0216	0.0829
<i>Opuntia tunicata</i>	Choya dorada	4	0.0216	0.0829
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	26	0.1405	0.2758
<i>Schinus molle</i>	Pirul	2	0.0108	0.0489
<i>Yuca filifera</i>	Yuca arbórea	1	0.0054	0.0282
		185	1.0000	
		H=- *pi*ln(pi)	Índice de Shannon	1.8672

Banco de materiales 1 (Dique barragán)				
Especie	Nombre común	Núm. Indv. en 0.35 ha	Abundancia relativa	Índice de Shannon
			H Max	2.5649
		$I=(s-1)/\ln N$	Índice de Margalef	2.2987
		$E=H'/\ln S$	Índice de Pielou	0.7280

Banco de materiales 2 (zona norte)

En la Tabla IV. 12 se muestran los Índices ecológicos para la vegetación de matorral xerofito del sitio banco de materiales 2 (zona norte), de acuerdo a cada una de las especies que lo caracterizan, indicando el número de individuos por ha, la abundancia relativa, la frecuencia y frecuencia relativa para obtener el índice de Shannon, por lo que podemos observar que:

- El índice de Shannon indica una diversidad moderada
- El índice de Margalef indica una diversidad moderada y
- El índice de Pielou es de 0.87, valor cercano a 1 valor máximo. Por lo que entre más cercano al valor 1, hay una mayor cantidad de especies que se encuentran en igual proporción de abundancia.

Tabla IV. 12. Resultado de índices para el banco de materiales 2 (zona norte).

Banco de materiales 2 (zona norte)				
Especie	Nombre común	Núm. Indv. en 0.25 ha	Abundancia relativa	Índice de Shannon
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache	2	0.0339	0.1147
<i>Agave salmiana</i>	Agave	17	0.2881	0.3585
<i>Agave stricta var. nana</i>	Agave hoja verde	10	0.1695	0.3008
<i>Mimosa zygophylla</i>	uña de gato	4	0.0678	0.1825
<i>Opuntia imbrincata</i>	Cardón	2	0.0339	0.1147
<i>Opuntia rastrera Weber</i>	Nopal espina blanca	4	0.0678	0.1825
<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal espina roja	4	0.0678	0.1825
<i>Opuntia tunicata</i>	Choya dorada	3	0.0508	0.1515
<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	13	0.2203	0.3333

Banco de materiales 2 (zona norte)				
Especie	Nombre común	Núm. Indv. en 0.25 ha	Abundancia relativa	Índice de Shannon
		59	1.0000	
		$H = -\sum p_i \ln(p_i)$	Índice de Shannon	1.9209
			H Max	2.1972
		$I = (s-1)/\ln N$	Índice de Margalef	1.9620
		$E = H'/\ln S$	Índice de Pielou	0.8743

Banco de materiales 3 (Zona oeste)

En la Tabla IV. 13 se muestran los Índices ecológicos para la vegetación de matorral xerofito del sitio banco de materiales 3 (zona oeste), de acuerdo a cada una de las especies que lo caracterizan, indicando el número de individuos por ha, la abundancia relativa, la frecuencia y frecuencia relativa para obtener el índice de Shannon, por lo que podemos observar que:

- El índice de Shannon indica una diversidad moderada
- El índice de Margalef indica una diversidad moderada y
- El índice de Pielou es de 0.92, valor cercano a 1 valor máximo. Por lo que entre más cercano al valor 1, hay una mayor cantidad de especies que se encuentran en igual proporción de abundancia.

Tabla IV. 13. Resultado de índices para el banco de materiales 3 (Zona oeste).

Banco de materiales 3 (zona oeste)				
Especie	Nombre común	Núm. Indv. en 0.47 ha	Abundancia relativa	Índice de Shannon
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache	6	0.0984	0.2281
<i>Agave salmiana</i>	Agave	10	0.0164	0.2964
<i>Agave stricta</i> var. <i>nana</i>	Agave hoja verde	13	0.0492	0.3295
<i>Astragalus dasyanthus</i>	Especie con flor amarilla	5	0.2131	0.2050
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	5	0.1639	0.2050

Banco de materiales 3 (zona oeste)				
Especie	Nombre común	Núm. Indv. en 0.47 ha	Abundancia relativa	Índice de Shannon
<i>Mimosa zygophylla</i>	Uña de gato	4	0.0656	0.1787
<i>Nicotina glauca</i>	tabaquillo	3	0.0820	0.1481
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	Nopal espina blanca	4	0.1639	0.1787
<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal espina roja	10	0.0656	0.2964
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	1	0.0820	0.0674
		61	1.0000	
		$H = -\sum p_i \ln(p_i)$	Índice de Shannon	2.1334
			H Max	2.3026
		$I = (s-1)/\ln N$	Índice de Margalef	2.1893
		$E = H'/\ln S$	Índice de Pielou	0.9265

Banco de materiales 4 (Las Lupes)

En la Tabla IV. 14 se presentan los índices ecológicos para la vegetación de matorral xerofito del sitio banco de materiales 4 (Las Lupes), de acuerdo a cada una de las especies que lo caracterizan como: indicando el número de individuos por hectárea, abundancia relativa, frecuencia y frecuencia relativa para obtener el índice de Shannon, por lo que podemos decir que:

- El índice de Shannon indica una diversidad moderada
- El índice de Margalef indica una diversidad moderada y
- El índice de Pielou es de 0.77, valor cercano a 1 valor máximo. Por lo que entre más cercano al valor 1, hay una mayor cantidad de especies que se encuentran en igual proporción de abundancia.

Tabla IV. 14. Resultado de índices para el banco de materiales 4 (Las Lupes).

Banco de materiales 4 (Las Lupes)				
Especie	Nombre común	Núm. Indv. en 1 ha	Abundancia relativa	Índice de Shannon
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache	2	0.0465	0.1427
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	16	0.3721	0.3679
<i>Agave stricta</i> var. <i>nana</i>	Agave hoja verde	2	0.0465	0.1427
<i>Astragalus dasanthus</i>	Especie de flor amarilla	2	0.0465	0.1427
<i>Coryphantha radians</i>	Mammillaria espina larga	3	0.0698	0.1858
<i>Mammillaria formosa</i>	Mammillaria	12	0.2791	0.3562
<i>Nicotina Glauca</i>	Tabaquillo	1	0.0233	0.0875
<i>Opuntia stenopetala</i>	Opuntia	3	0.0698	0.1858
<i>Opuntia tunicata</i>	Choya dorada	1	0.0233	0.0875
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	1	0.0233	0.0875
		43	1.0000	
		H=- *pi*ln(pi)	Índice de Shannon	1.7861
			H Max	2.3026
		I=(s-1)/Ln N	Índice de Margalef	2.3929
		E=H'/Ln S	Índice de Pielou	0.7757

Derivado del análisis de datos de los cuatro bancos de materiales, la asociación vegetal de matorral xerófito se puede determinar que en general su estado de conservación es de moderado y mucho ha tenido que ver la actividad humana que se desarrolla dentro de la mina ya que gracias al mantenimiento de caminos y apertura nuevos sitios para la extracción de materiales, se ha visto afectada la vegetación original. La vegetación de matorral xerófito que se prevé será afectada por la ampliación de los bancos de materiales, tiene una diversidad moderado con un estado de conservación igualmente moderado.

DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

En cuanto a la fauna y a pesar de que la Unidad Charcas inicio sus actividades desde la década de los 20's, la vegetación dentro del predio en estudio, se encuentra en condiciones favorables, pues se puede observar en los linderos del predio, vegetación representativa al Matorral Xerófilo, en constante abundancia, siendo la especie mejor representada la lechuguilla, así como las nopaleras y las yucas o palmeras, pudiéndose observar también algunos ejemplares de fauna como son la liebre o conejo de campo, así como aves, siendo las más representativas las palomas y golondrinas.

Cabe hacer mención que, dentro de la colonia de trabajadores, se observan especies de árboles inducidos, como es el caso de los eucaliptos, pinos, cedros, así como capulines, los cuales generan un hábitat ideal para aves, observándose una población importante dentro de la misma colonia.

Previo a la visita de campo, se procedió a realizar una consulta bibliográfica sobre la fauna reportada para el estado de San Luis Potosí y el Municipio de Charcas, considerando la afinidad al hábitat que se presenta para el Sistema Ambiental (SA) delimitado para el proyecto, se generó una lista de chequeo de la fauna con presencia potencial para el área de estudio, lo anterior, acorde a los siguientes trabajos; Amphibians and Reptiles of San Luis Potosí (Lemos Espinal y Dixon, 2013), Amphibians and reptiles of the state of San Luis Potosí, Mexico, with comparisons with adjoining states (Lemos-Espinal, Smith y Woolrich, 2018). Avifauna de San Luis Potosí (Chapa-Vargas y Monzalvo-Santos, 2011) y La mastofauna en San Luis Potosí (Martínez de la Vega, et.al., 2016), además de la revisión para la fauna reportada en el municipio de Charcas, San Luis Potosí; Mammals of México (Ceballos, 2013), https://www.naturalista.mx/check_lists/40392-Charcas-Check-List y CONABIO: Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). <http://www.enciclovida.mx/>.

MÉTODOS DE MUESTREO POR GRUPO FAUNÍSTICO

A continuación, se hace una breve reseña sobre la metodología implementada para el registro de las diferentes especies para cada grupo faunístico:

Herpetofauna. Para obtener información relativa de anfibios y reptiles se realizaron muestreos dirigidos a aquellas zonas específicas, donde por sus condiciones ambientales favorecieran la presencia de anfibios y/o reptiles, es decir en hojarasca, oquedades en las rocas, sobre los troncos, escurrientías o

cañadas, entre otros, además de registrar toda especie observada durante los transectos realizados tanto para el Área de Influencia (AI) como para el Área de Proyecto (AP), ver Fotografía IV.15.



Fotografía IV. 15 Registro de fauna: a) Transecto realizado para el registro de fauna y d) Búsqueda de fauna en microhábitats específicos.

Para la determinación taxonómica de las especies se utilizó las guías de campo; Anfibios y Reptiles de Aguascalientes (Vázquez y Quintero, 2005), Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México (Dixon y Lemos, 2010) y Amphibians and Reptiles of San Luis Potosí (Lemos-Espinal y Dixon, 2013), así como Amphibians and reptiles of the state of San Luis Potosí, Mexico, with comparisons with adjoining states (Lemos-Espinal, Smith y Woolrich, 2018), ver Figura IV. 14.



Figura IV. 14. Guías empleadas para la identificación de la herpetofauna.

Aves. Para la búsqueda y registro de aves, se procedió a implementar la técnica de conteo por puntos a lo largo de cada uno de los transectos de muestreo, lo cual consistió en detenerse en cada uno de los puntos seleccionados y observar hasta por 20 minutos, ver Fotografía IV.16, a fin de ubicar al mayor número de individuos posible por punto de muestreo se consideró un radio de 25 metros, ver Figura IV. 15.

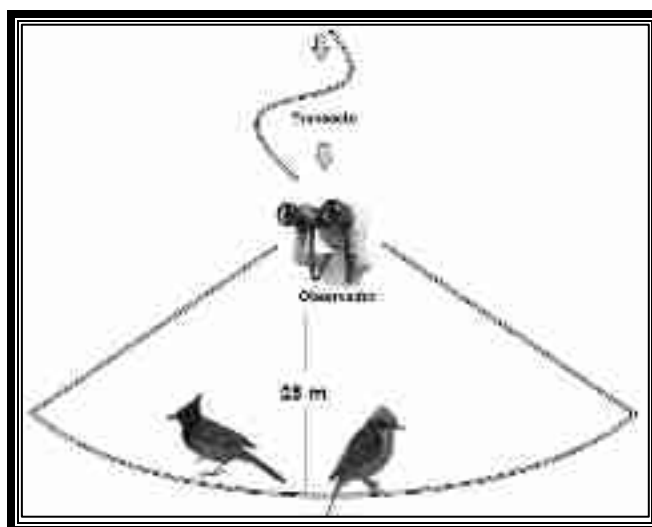


Figura IV. 15. Registro de las aves tomando en cuenta una distancia aproximada de 25 m entre el observador y el espécimen.

Cabe mencionar que, una vez establecidos los puntos de observación, se esperó unos minutos a que las aves se calmaran de la perturbación provocada por nuestra presencia, antes de comenzar el muestreo.



Fotografía IV. 16 Registro de fauna silvestre: a) Registro de aves durante transecto con apoyo de binoculares y cámara digital y b) Registro de especies en libreta de campo.

La identificación taxonómica de las especies de aves registradas en la zona de estudio, se realizó con el apoyo de las guías de campo; A guide to the birds of México and Northern Central America (Howell, 1995), The Sibley Guide to Birds (Sibley-Allen, 2000), Birds of Queretaro (Hiley, 2010), así como Avifauna de San Luis Potosí (Chapa-Vargas y Monzalvo-Santos, 2011), ver Figura IV. 16.



Figura IV. 16. Guías empleadas para la determinación taxonómica de la avifauna.

Mamíferos. Los métodos empleados en campo para el registro de mamíferos corresponden a las técnicas directas e indirectas estándares. Para los métodos directos se consideraron los avistamientos directos y los auditivos y cuando fue posible, se tomaron registros fotográficos para evidenciar la presencia de las especies. Además de comentar que se colocaron trampas Sherman y fototampas para el registro de mamíferos, ver Fotografía IV.17.





Fotografía IV. 17 Registro de mamíferos: a) Colocación de trampas Sherman para el registro de pequeños mamíferos, b) Liberación de ratón de trampa Sherman, c) y d) Colocación de Fotografía trampa para el registro de fauna.

Como la mayoría de los mamíferos son nocturnos y difíciles de observar, el método indirecto es de gran utilidad para registrar su presencia. Se entenderá por rastro a todo vestigio, señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades, así como cualquier resto que quede de ellos, huellas, excretas, madrigueras y refugios, marcas en las plantas, señales de alimentación, restos orgánicos, voces y sonidos, olores entre otros (Aranda-Sánchez, 2012). En la Fotografía IV.18, se presentan evidencias de rastros de algunos de los mamíferos que se distribuyen en la zona de proyecto.





Fotografía IV. 18 Rastros de algunos mamíferos dentro del área de proyecto y área de influencia:
a) Huella de coyote (*Canis latrans*), b) Excreta de conejo castellano (*Sylvilagus audubonii*), c) Huella de Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y d) Excreta de Mapache (*Procyon lotor*).

La determinación de las especies y sus rastros se realizó con apoyo de guías de campo especializadas; Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos y Oliva, 2005), Manual para el rastreo de Mamíferos Silvestres de México (Aranda-Sánchez, 2012 y 2017), Guía para identificar los mamíferos de México (Álvarez-Castañeda, T. Álvarez y N. González, 2015), Keys for Identifying Mexican Mammals (Álvarez-Castañeda, T. Álvarez y N. González, 2017), Guía de Mamíferos del Estado de Querétaro (Gutiérrez, Luna, López y Pineda, 2007), así como La mastofauna en San Luis Potosí (Martínez de la Vega, et.al.,2016), ver Figura IV. 17.



Figura IV. 17. Guías utilizadas para la identificación de la masto fauna registrada.

En la Figura IV. 18, se presentan la ubicación espacial de los puntos de muestreo, mientras que en la Tabla IV. 15, se presentan las coordenadas centrales (UTM) de cada uno de los transectos realizados para el registro de especies, además de reportar la riqueza de especies para los diferentes grupos de vertebrados en cada sitio de muestreo. Cabe comentar que se realizaron transectos de 500 metros dentro para el área de influencia y recorridos a todo lo largo y ancho de cada polígono propuesto para la extracción de material.



Figura IV. 18. Ubicación espacial de los puntos de muestreo para el registro de fauna

Tabla IV. 15. Coordenadas centrales de los puntos de muestreo para el registro de fauna

AP	Coordenadas UTM		AI	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
PM1	280313	2560899	PM1	280368	2560854
PM2	279078	2561402	PM2	279054	2561464
PM3	278329	2561050	PM3	278311	2561006
PM4	277919	2560860	PM4	278000	2560872

Fauna en el Sistema Ambiental (SA)

Para el Sistema Ambiental (SA), se reporta la presencia potencial de 94 especies de vertebrados mismas que se agrupan en 84 géneros y 42 familias, de las cuales 4 especies corresponden al grupo de los anfibios, 13 a reptiles, además de 64 especies de aves y por último 13 especies de mamíferos, ver Figura IV. 19.

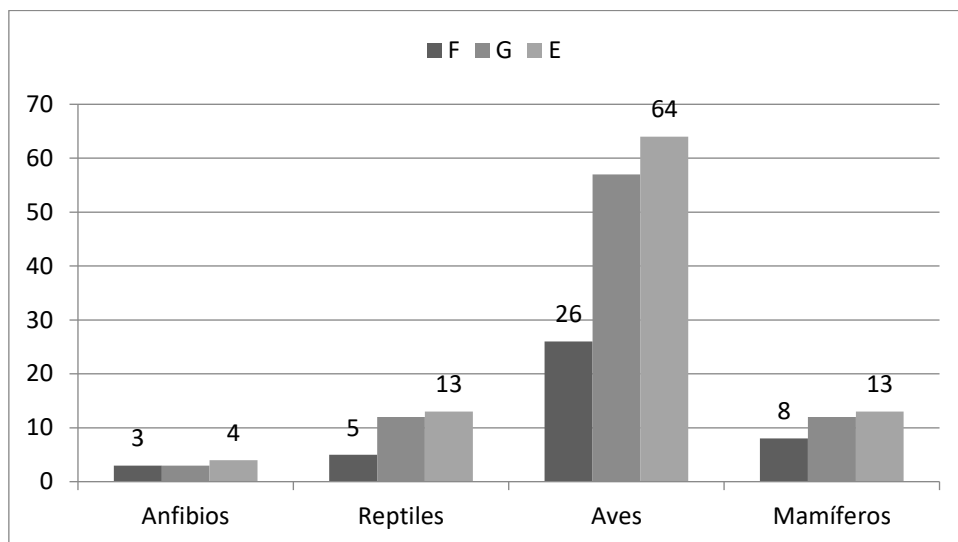


Figura IV. 19. Número de especies, géneros y familias por taxón con presencia potencial para el SA.

En la Tabla IV. 16, se presenta el checklist de los vertebrados con presencia potencial para el Sistema Ambiental (SA) delimitado para el proyecto de bancos de material de la Unidad Minera de Charcas, San Luis Potosí.

Tabla IV. 16. Listado potencial de especies de vertebrados para el SA.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Estatus
Amphibia	Anura	Scaphiropodidae	<i>Scaphiopus couchii</i>	
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Anaxyrus cognatus</i>	
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Anaxyrus punctatus</i>	
Amphibia	Caudata	Ambystomatidae	<i>Ambystoma velasci</i>	PR, E
Reptilia	Squamata	Anguidae	<i>Gerrhonotus infernalis</i>	PR
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	E
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	E
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus aeneus</i>	E
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma modestum</i>	
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	PR, E
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Estatus
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	A, E
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Coluber schotti</i>	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Salvadora graminea</i>	
Reptilia	Squamata	Crotalidae	<i>Crotalus lepidus</i>	PR
Reptilia	Squamata	Crotalidae	<i>Crotalus molossus</i>	PR
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	A
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Ana clypeata</i>	
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Aix sponsa</i>	
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	
Aves	Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	PR
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	PR
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Calothorax lucifer</i>	
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	
Aves	Passeriformes	Aegithalidae	<i>Psaltiriparus minimus</i>	
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Estatus
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	
Aves	Passeriformes	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	
Aves	Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus cryptoleucus</i>	
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	
Aves	Passeriformes	Ptiliognathidae	<i>Phainopepla nitens</i>	
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella neglecta</i>	
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Spizella atrogularis</i>	
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Spizella pallida</i>	
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Spizella passerina</i>	
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Melospiza lincolnii</i>	
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Estatus
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Pooecetes gramineus</i>	
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Corynorhinus townsendii</i>	
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus callotis</i>	
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus eremicus</i>	
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Chaetodipus eremicus</i>	
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	

Es importante mencionar, que dentro de la propiedad de industrial minera México, S.A. de C.V. Unidad Charcas, es factible que tengan distribución algunas especies que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunque es de resaltar que, de las 94 especies de vertebrados reportadas a nivel de SA, el 9.57% de las especies presenten alguna categoría de riesgo acorde con la NOM-059-SEMARNAT-2010; un anfibio, 5 reptiles y 3 aves, ver Tabla IV. 17

Tabla IV. 17. Listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con presencia potencial para el SA.

Familia	Nombre científico	NOM-059
Ambystomatidae	<i>Ambystoma velasci</i>	PR
Anguidae	<i>Gerrhonotus infernalis</i> (Sinonimia de <i>G. liocephalus</i>)	PR
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	PR
Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	A
Crotalidae	<i>Crotalus lepidus</i>	PR
Crotalidae	<i>Crotalus molossus</i>	PR
Anatidae	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	A
Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	PR
Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	PR

Simbología NOM-059: P= En Peligro de Extinción, A= Amenazada, Pr= Protección Especial.

Fauna reportada para el Área de Influencia (AI)

La fauna que se considera dentro del área de influencia corresponde a los registros de especies que están fuera de las poligonales de los bancos de material y que tienen distribución o fueron avistados a una distancia de hasta 500 metros. Por lo anterior, durante los trabajos de campo se registraron un acumulado de 52 especies de vertebrados, de las cuales 10 especies corresponden al grupo de los reptiles, además de 31 especies de aves y por último 11 especies de mamíferos, ver Figura IV. 20.

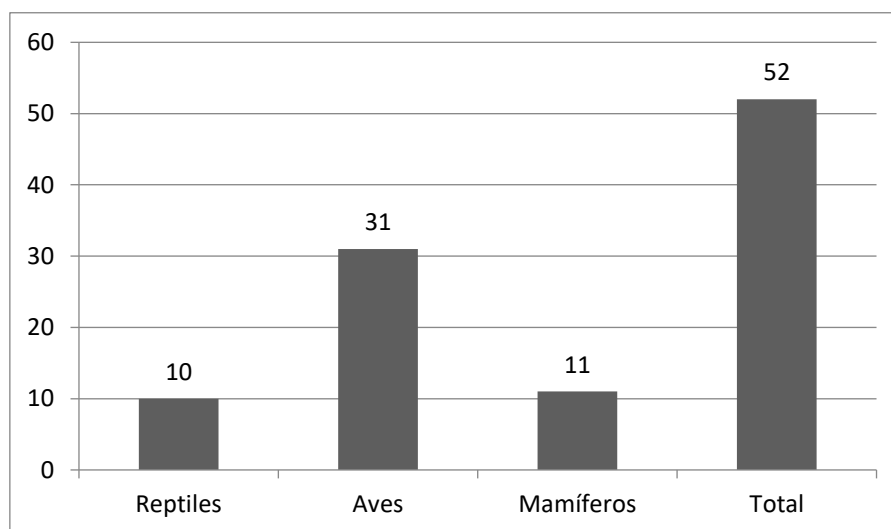
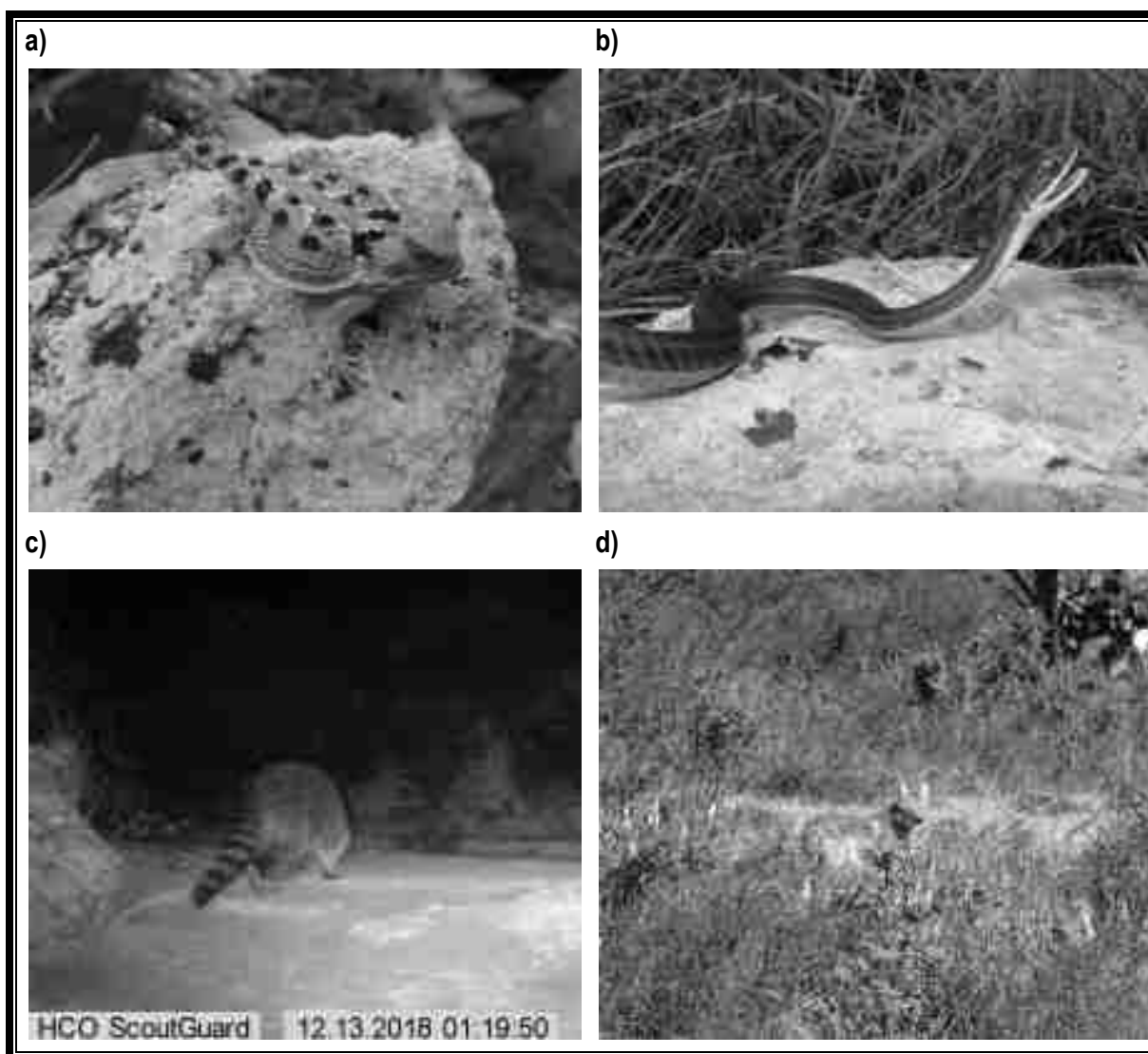
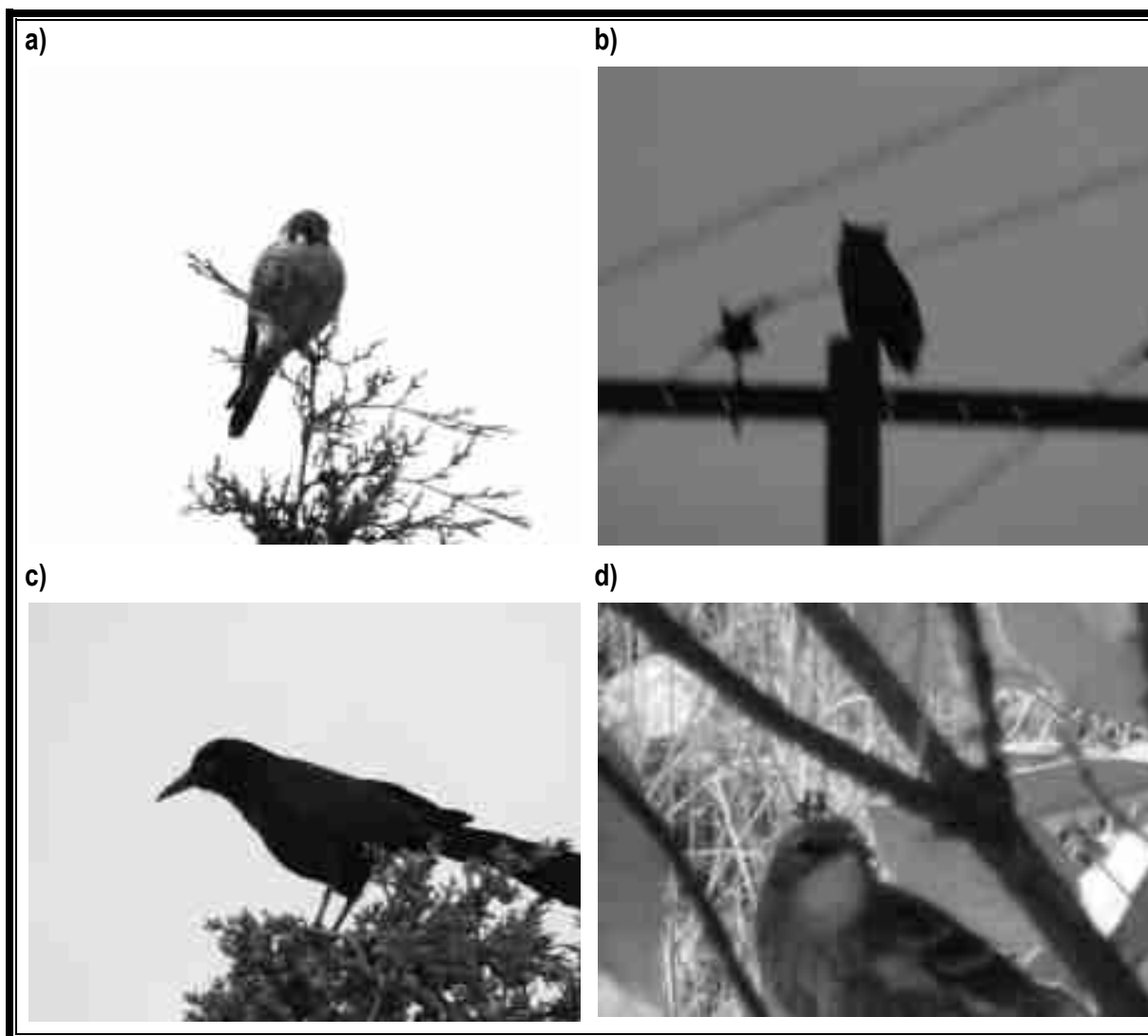


Figura IV. 20. Número de especies por grupo faunístico registrados a nivel de AI.

A continuación, se presentan algunas evidencias fotográficas de la fauna avistada en el área de influencia del proyecto, resaltando que debido a que las poblaciones de las diferentes especies de vertebrados son dinámicas (constante movimiento), estas deben de ser consideradas para la aplicación de medidas de protección y/o mitigación. Cabe comentar que en el **Anexo 4.4** se presenta registro fotográfico de algunas de las diferentes especies de vertebrados observada durante los trabajos de campo.



Fotografía IV. 19 Registros de reptiles y mamíferos para el AI: a) Camaleón de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), b) Culebra chirrionera de Schott (*Coluber schotti*), c) Mapache (*Procyon lotor*) y d) Coyote (*Canis latrans*).



Fotografía IV. 20 Registros de aves para el AI: a) Cernícalo americano (*Falco sparverius*), b) Búho cornudo (*Bubo virginianus*), c) Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) y d) Chipe rabadilla amarilla (*Setophaga coronata*).

Fauna reportada para el Área de Proyecto (AP)

La fauna que se considera dentro del área de proyecto, corresponde a los registros de especies que están dentro de las poligonales de los 4 bancos de material. Por lo anterior, durante los trabajos de campo se registraron un acumulado de 25 especies de vertebrados, de las cuales 3 especies corresponden al grupo de los reptiles, 16 especies de aves y 6 especies de mamíferos, ver Figura IV. 21.

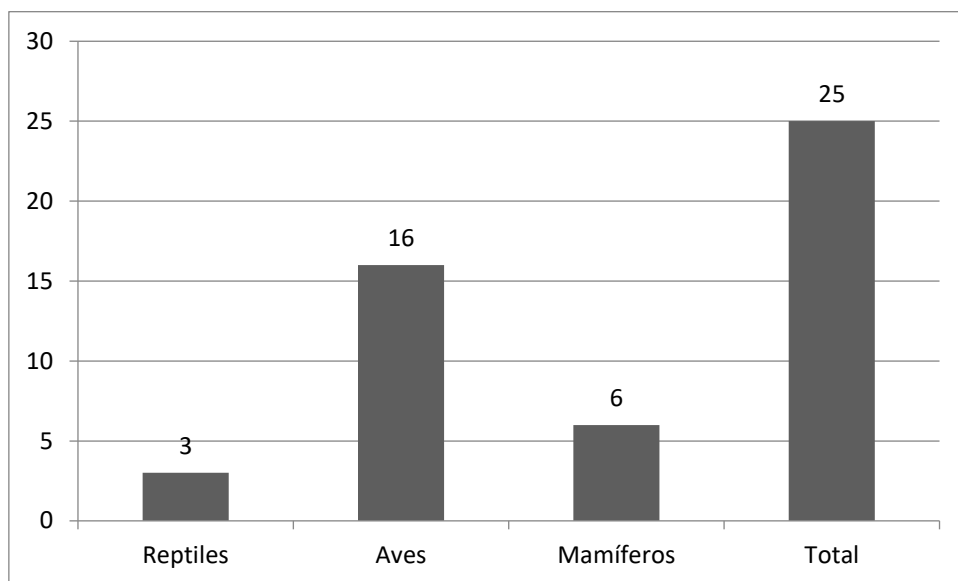
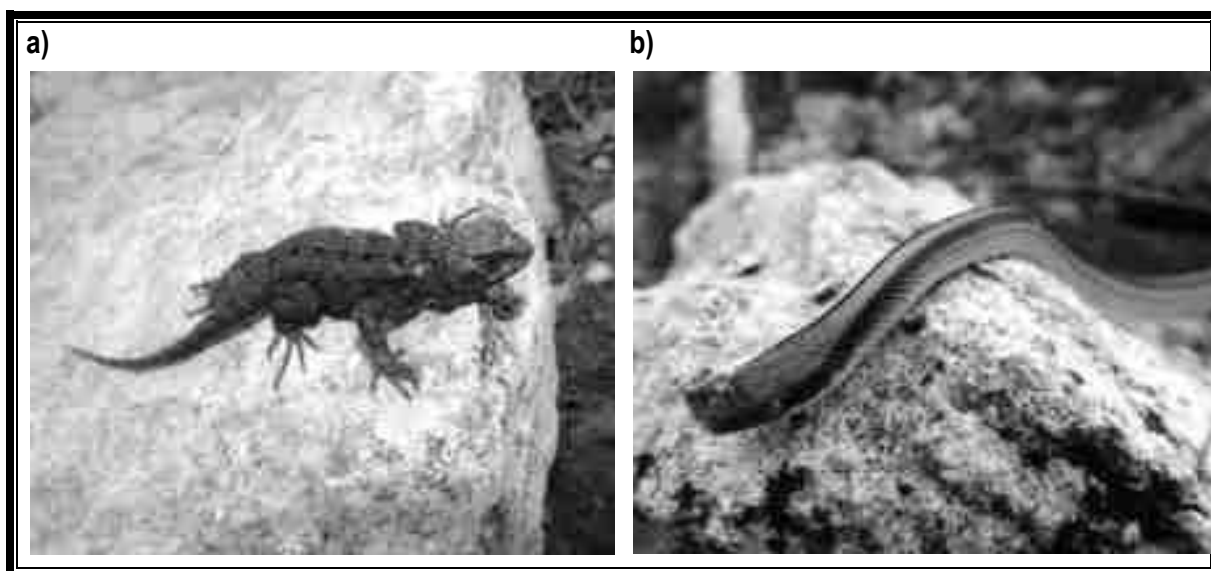


Figura IV. 21. Número de especies por grupo faunístico registrados a nivel de AP.

A continuación, se presentan algunas evidencias fotográficas de la fauna avistada en el área de proyecto (poligonales de los bancos de material), resaltando que estas especies deben de ser objeto para la aplicación de medidas de protección y/o mitigación.



c)



d)



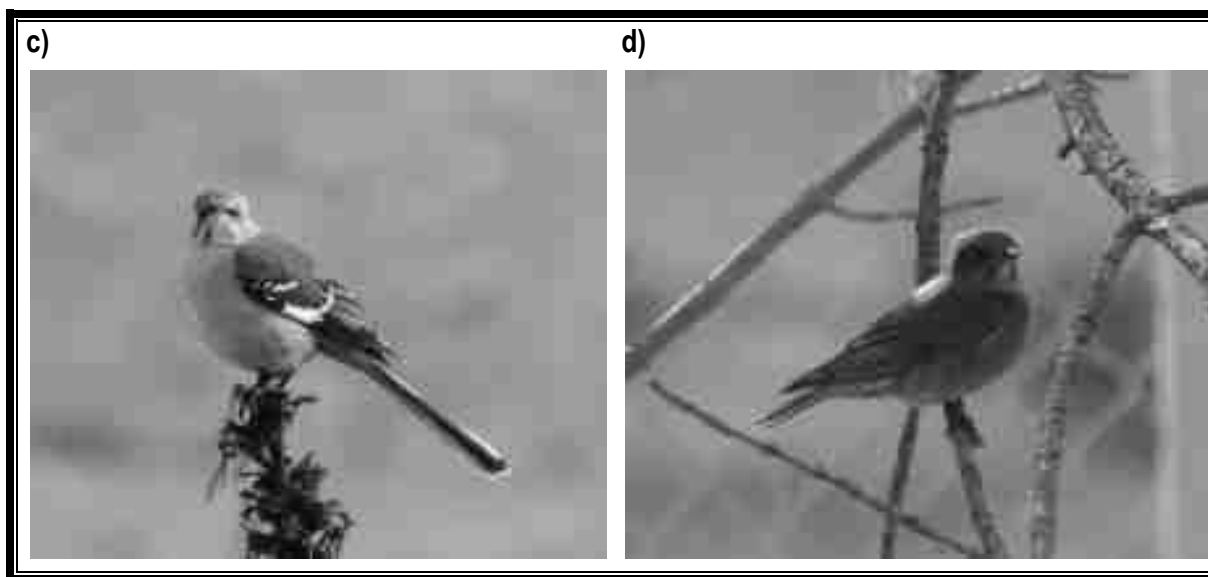
Fotografía IV. 21 Registros de reptiles y mamíferos para el AP: a) Lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*), b) Culebra chata oriental (*Salvadora grahamiae*), c) Ratón de cactus (*Peromyscus eremicus*) y d) Rata algodonera cresta (*Sigmodon hispidus*).

a)



b)





Fotografía IV. 22 Registros de aves para el AP: a) Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), b) Paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*), c) Centzontle norteño (*Mimus polyglottos*) y d) Azulejo garganta canela (*Sialia sialis*).

Descripción de los Bancos de material

Es importante referir, que se pretende intervenir 4 bancos de material que suman una superficie de 1.92 ha (Banco 1 con 0.36 ha, Banco 2 con 0.25 ha, Banco 3 con 0.47 ha y Banco 4 con 0.84 ha), resaltando que dichos bancos se ubican dentro de la superficie de la **Industrial Minera México, S.A. de C.V. Unidad Charcas**, destacando que la vegetación presente es secundaria de matorral desértico y que algunas especies presentes dentro de esta superficie es indicadora de perturbación. Cabe comentar que en el **Anexo 4.2** se presenta el listado de especies con su distribución espacial para cada banco de material.

Banco de materiales 1 (Dique Barragán)

Banco de materiales 1 (Dique Barragán) cuenta con una superficie aproximada de 0.36 ha y un perímetro aproximado de 245 m. Este banco de materiales se registraron 14 especies de vertebrados (un reptil, 9 aves y 4 mamíferos). En la Tabla IV. 18, se listan las especies de vertebrados reportados para este banco de material.

Tabla IV. 18. Vertebrados reportados para el banco de material BM-1

Familia	Nombre Científico	BM-1
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	1
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	9
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	1
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	1
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	1
Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	2
Passerellidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	1
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	3
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	2
Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	1
Muridae	<i>Peromyscus eremicus</i>	1
Canidae	<i>Canis latrans</i>	1
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	1

Banco de materiales 2 (zona norte)

Banco de materiales 2 (zona norte) cuenta con una superficie aproximada de 0.25 ha y un perímetro aproximado de 222 m. Este banco de materiales se registraron 21 especies de vertebrados (2 reptiles, 13 aves y 6 mamíferos). En la Tabla IV. 19. se listan las especies de vertebrados reportados para este banco de material.

Tabla IV. 19. Vertebrados reportados para el banco de material BM-2

Familia	Nombre Científico	BM-2
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	2
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus aeneus</i>	1
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	2
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	1
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	2
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	1

Familia	Nombre Científico	BM-2
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	1
Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	3
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	1
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	2
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	2
Passerellidae	<i>Pooecetes gramineus</i>	1
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	2
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	1
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	2
Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	1
Muridae	<i>Peromyscus eremicus</i>	2
Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	1
Canidae	<i>Canis latrans</i>	1
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	1

Banco de materiales 3 (Zona Oeste)

Banco de materiales 3 (Zona Oeste) cuenta con una superficie aproximada de 0.48 ha y un perímetro aproximado de 222 m. Este banco de materiales se registraron 17 especies de vertebrados (un reptil, 12 aves y 4 mamíferos). En la Tabla IV. 20 se listan las especies de vertebrados reportados para este banco de material.

Tabla IV. 20. Vertebrados reportados para el banco de material BM-3

Familia	Nombre Científico	BM-3
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus aeneus</i>	1
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	2
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	2
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	1
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	1
Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	2
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	1
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	1

Familia	Nombre Científico	BM-3
Passerellidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	2
Passerellidae	<i>Pooecetes gramineus</i>	1
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	1
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	1
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	1
Muridae	<i>Peromyscus eremicus</i>	1
Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	1
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	1

Banco de materiales 4 (Las Lupes)

Banco de materiales 4 (Las Lupes) cuenta con una superficie aproximada de 0.84 ha y un perímetro aproximado de 377 m. Este banco de materiales se registraron 14 especies de vertebrados (2 reptiles, 9 aves y 3 mamíferos). En la Tabla IV. 21 se listan las especies de vertebrados reportados para este banco de material.

Tabla IV. 21. Vertebrados reportados para el banco de material BM-4

Familia	Nombre Científico	BM-4
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	1
Colubridae	<i>Salvadora graminea</i>	1
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	1
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	1
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	1
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	1
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	2
Passerellidae	<i>Pooecetes gramineus</i>	3
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	3
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	2
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	1
Muridae	<i>Peromyscus eremicus</i>	1
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	1

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ESPECIES ENDÉMICAS Y/O BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

En las 1.92 ha (zona de bancos) se registraron 100 individuos de 25 especies de vertebrados distribuidos de la siguiente manera: 3 reptiles, 16 aves y 6 mamíferos, de las cuales **ninguna de ellas bajo estatus de protección acorde con la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

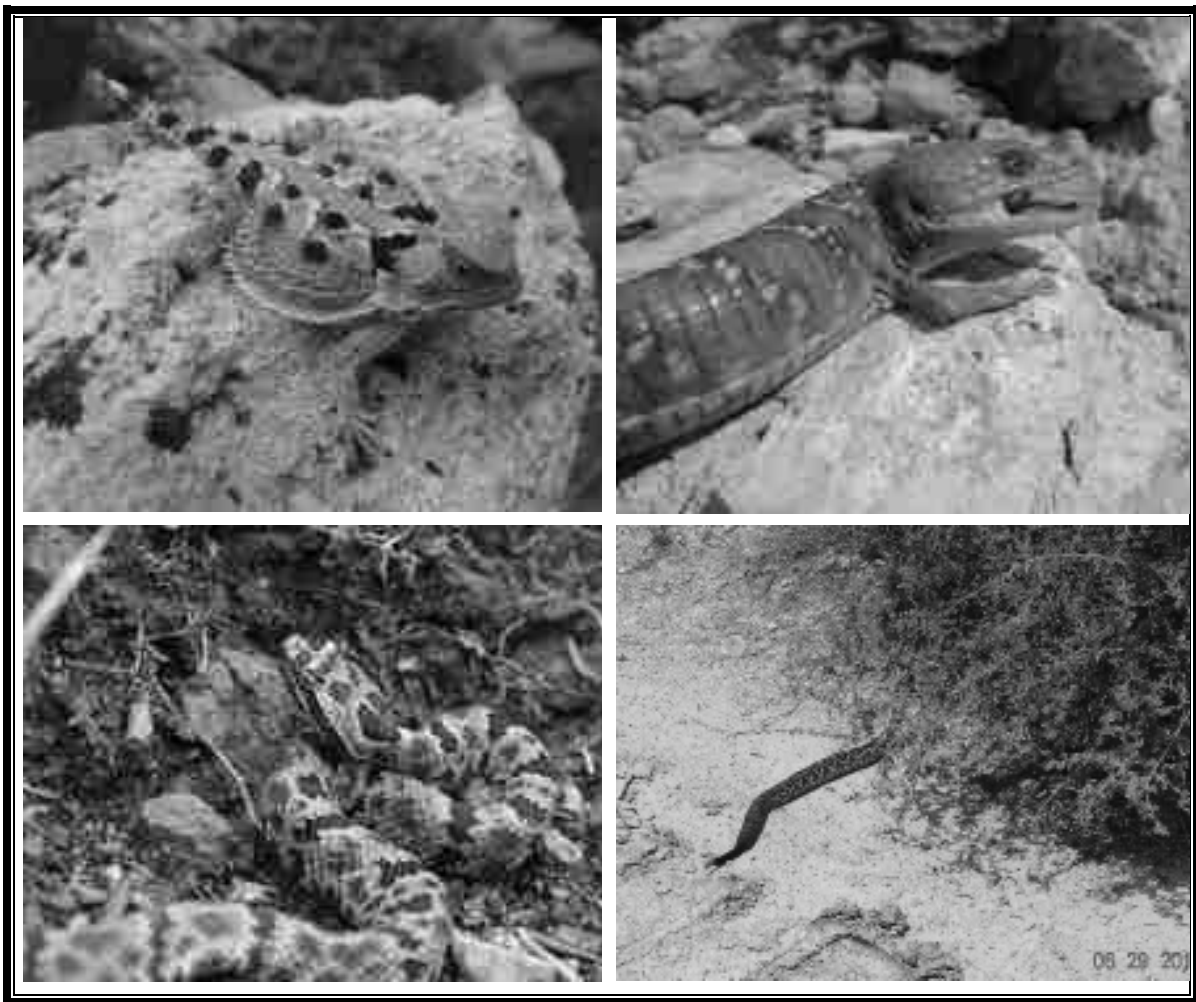
Cabe señalar que en el área de influencia se identificaron 5 especies bajo estatus de protección, todos ellos reptiles: Escorpión texano (*Gerrhonotus infernalis*), Camaleón de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), Culebra sorda mexicana (*Pituophis deppei*), Cascabel verde de las rocas (*Crotalus lepidus*) y Cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*), considerando que son especies en constante movimiento, en caso de encontrarse en la zona de los bancos, éstas deben de ser consideradas para la aplicación de medidas de mitigación.

En la Tabla IV. 22, se presenta la fauna identificada para el área de influencia (AI) que cuenta con alguna categoría de protección, resaltando que dentro de las 1.92 ha (zona de bancos) **NO se reportaron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Tabla IV. 22. Especies endémicas y/o bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especies registradas	Categoría	Número de individuos reportados	
		Área de influencia	Área de Bancos de Material
Escorpión texano (<i>Gerrhonotus infernalis</i>)	PR	1	0
Camaleón de montaña (<i>Phrynosoma orbiculare</i>)	A, E	2	0
Culebra sorda mexicana (<i>Pituophis deppei</i>)	A, E	1	0
Cascabel verde de las rocas (<i>Crotalus lepidus</i>)	PR	1	0
Cascabel de cola negra (<i>Crotalus molossus</i>)	PR	1	0

En la Fotografía IV.23 se presentan algunas evidencias de especies registradas en el área de influencia que presentan estatus de protección acorde con la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Fotografía IV. 23 Registro fotográfico de especies registradas durante los trabajos de campo bajo estatus de protección y/o con algún tipo de endemismo: a) Camaleón de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), b) Escorpión texano (*Gerrhonotus infernalis*), c) Cascabel verde de las rocas (*Crotalus lepidus*) y d) Víbora de cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*).

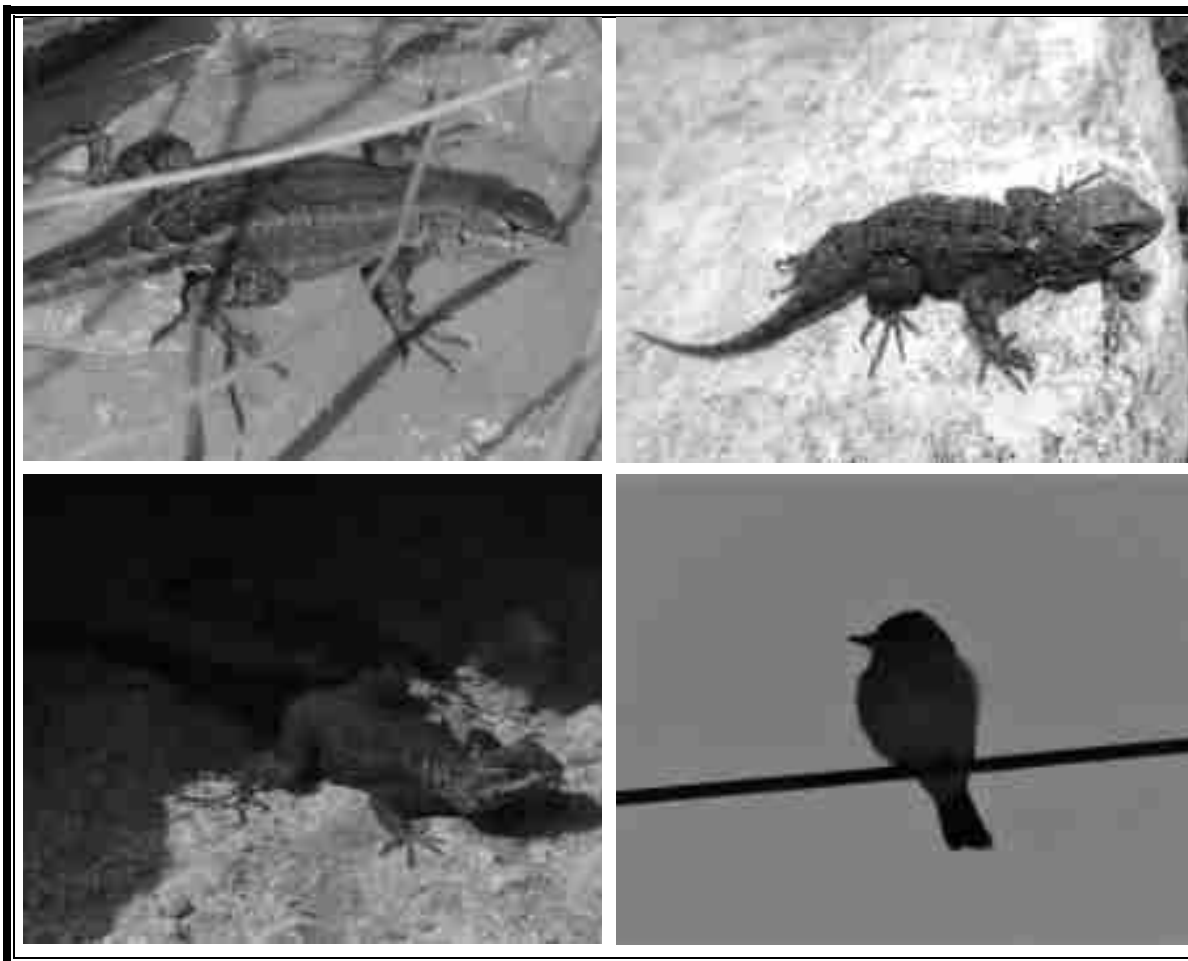
Endemismo. Las especies **endémicas (E)**, son aquellas que viven dentro de los límites de una entidad federativa específica (Flores-Villela & Gerez, 1994), las especies **cuasiendémicas (CE)** son aquellas que penetran ligeramente a algún país vecino debido a la continuidad de los hábitat o sistemas orográficos (hasta 35 000 km²) y las **semiendémicas (SE)** son aquellas especies que son endémicas a un país o una región durante una época del año, las cuales merecen la misma prioridad de conservación que las especies endémicas (Gómez de Silva G. 1996). Respecto a las especies endémica reportadas para los muestreos exclusivos a nivel de AI, de las 51 especies de vertebrados, el 7.84% son endémicas de México (4 especies de reptiles), además de comentar que una especie de ave es semiendémica de México. Mientras que, dentro de la superficie solicitada para la extracción de material (1.92 ha) se tiene que, de

las 25 especies de vertebrados, el 8% son endémicas (2 especies de reptiles), además de comentar una especie de ave presentan una distribución considerada como semiendémica, ver Tabla IV. 23.

Tabla IV. 23. Especies endémicas registradas dentro de la superficie requerida para la extracción de material y su AI.

Especies registradas	Categoría	Muestreos a nivel de AI	Muestreos en 1.92 ha (superficie de Bancos de Material)
Lagartija espinosa mexicana (<i>Sceloporus spinosus</i>)	E	10	4
Lagartija escamosa de collar (<i>Sceloporus torquatus</i>)	E	2	0
Lagartija escamosa llanera (<i>Sceloporus aeneus</i>)	E	0	2
Camaleón de montaña (<i>Phrynosoma orbiculare</i>)	A, E	2	0
Culebra sorda mexicana (<i>Pituophis deppei</i>)	A, E	1	0
Tirano gritón (<i>Tyrannus vociferans</i>)	SE	13	6

Por otra parte, y considerando la dinámica de la fauna (constante movimiento), no se descarta la presencia dentro de la superficie de proyecto (AP) de alguna de las especies endémicas y protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, reportadas para el AI. Por lo anterior, y para no omitir especies, se recomienda considerar aquellas especies protegidas y endémicas reportadas para el AI para la aplicación de estrategias de mitigación para contrarrestar las posibles afectaciones que se deriven por la explotación de los bancos de material. En la siguiente Fotografía IV. 24 se presentan algunas evidencias de especies endémicas registradas durante los trabajos de campo para el área de proyecto y su área de influencia (AI).



Fotografía IV. 24 Registro fotográfico de especies endémicas registradas durante los trabajos de campo bajo: a) Lagartija escamosa llanera (*Sceloporus aeneus*), b) Lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*), c) Lagartija escamosa de collar (*Sceloporus torquatus*) y d) *Tirano gritón* (*Tyrannus vociferans*).

ANÁLISIS DE LA FAUNA SILVESTRES QUE SERÁ AFECTADA POR EL PROYECTO

La diversidad alfa, es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se le considera homogénea. Para valorar dicha diversidad se calculó el Índice de Shannon el cual se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo que varía comúnmente entre 0.5 y 5. Aunque existe una variedad de índices que cuantifican la diversidad de los ecosistemas, el índice de Shannon es el más comúnmente usado, ya que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, además de que mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección y asume que los individuos son

seleccionados al azar estando todas las especies representadas en la muestra (Moreno, 2001). Los ecosistemas con valores menores a 2 muestran una biodiversidad baja, mientras que los hábitats con valores superiores a 3 presentan una diversidad alta, por lo que los valores entre 2.1 a 2.9 se consideran como moderados (Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., Pavón, N. P., 2011).

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

En donde P_i es la proporción relativa de las especies dentro de una comunidad (abundancia relativa). En este sentido y con el objeto de definir la categoría de abundancias (R, rara; C, común y A, abundante), para cada especie por taxón estudiado se implementó la metodología empleada por los siguientes autores: para anfibios y reptiles, (Lazcano-Barrero, M. A., Góngora-Arones E. y Vogt, R. C., 1992); aves, (Garmendia, A. y A. Samano, 2005) y finalmente, para mamíferos (Kunz, T. H. y A. Kurta, 1988).

Por su parte el índice de Equidad de Pielou, el cual se representa normalmente como J , permite conocer cuál es el grado de equidad de las diferentes comunidades o grupos poblacionales que componen una comunidad. Sus valores oscilan entre 0 y 1, en donde el valor 1 indica que todas las especies tienen el mismo peso demográfico y 0 un peso totalmente desigual.

Este índice se calcula de la siguiente forma:

$$J' = H'/H_{\max}$$

Donde $H_{\max} = \ln(S)$

Donde S = Riqueza específica (número total de especies).

A continuación, se presentan los índices de diversidad referidos como el Total Acumulado, es decir, la conjunción de los registros faunísticos en la superficie solicitada para la extracción de material (1.92 ha) y los registros de la fauna reportada en sitios muestreados a nivel de área de influencia (AI). En el **Anexo 4.3** se presenta a detalle el cálculo de los índices (formato digital).

Como se observa en la Tabla IV. 24, se tiene que la zona considerada como AI presentó mayor índice de diversidad ($H = 3.478786$), en comparación con la registrada para el AP (superficie solicitada para la extracción de material), cuyo valor de diversidad es menor con un $H = 3.014708$, y analizando el total acumulado en ambas áreas se calculó un índice faunístico total de $H = 3.440380$, resaltando que dicho

valor de diversidad es menor en comparación con el valor referido para el AI (un 1.1% mayor al diversidad en el AI), mientras que en comparación valor estimado para el AP este valor es mayor un 12.37%.

Tabla IV. 24. Número de especies, índice de diversidad de Shannon e índice de equitatividad para el área de estudio.

Superficie	Número de especies /individuos	(H') Índice de diversidad de Shannon-Wiener	(Hmáx) Diversidad Máxima	Índice de Similitud (J)
AP	25/100	3.014708	3.218875	0.936571
AI	51/233	3.478786	3.931825	0.884776
Total acumulado (AI + AP)	52/333	3.440380	3.951243	0.870708

A continuación, se presentan una comparativa de la diversidad obtenida para los diferentes grupos faunísticos respecto a los resultados obtenidos para los muestreos a nivel de AP. Respecto a la diversidad por grupo faunístico reportada, tenemos que el grupo con el valor más alto de Shannon son las aves, con un valor de **2.563276**, lo que se interpreta como una diversidad moderada, seguido de los mamíferos con un valor de **1.721954**, lo que se interpreta como una diversidad baja, posteriormente siguen los reptiles con un valor de **0.955699**, lo que se interpreta como una diversidad muy baja, ver **Tabla IV. 25**.

Haciendo una comparativa de la diversidad obtenida para los diferentes grupos faunísticos, respecto a los resultados obtenidos para los muestreos a nivel de AI y los realizados para la superficie de AP, tenemos que en el caso de los reptiles en el AP se reportan un valor de diversidad un 45.38% menor respecto al valor obtenido para el AI. Mientras que para el caso de las aves se reportan un valor de diversidad un 15.38% mayor para el AI respecto al valor obtenido para el AP, y finalmente para el caso de los mamíferos se reportan un valor de diversidad un 24.52% mayor para el AI respecto al valor obtenido para el AP. Además de comparar que el valor de la riqueza de especies entre ambas superficies es un 49.01% mayor a nivel de AI respecto a lo estimado para la superficie de AP.

Tabla IV. 25. Índices de diversidad de Shannon-Wiener para los diferentes grupos faunísticos reportados para el proyecto

Grupo	AP			AI		
	Riqueza	Individuo	Diversidad	Riqueza	Individuo	Diversidad
Reptiles	3	7	0.955699	9	21	1.750011
Aves	16	74	2.563276	31	185	3.031362
Mamíferos	6	19	1.721954	11	27	2.281537
Total	25	100	3.014708	51	233	3.478786

A continuación, se presentan los datos de diversidad por grupo faunístico para los resultados de los muestreos realizados dentro de la superficie solicitada para explotación de los bancos de material (considerando como área de proyecto una superficie de 1.92 ha).

Reptiles.

Para los reptiles registrados dentro de la superficie solicitada para explotación de los bancos de material, se obtuvo un índice de diversidad de Shannon-Wiener de **0.955699**, siendo este grupo quien representa el tercer lugar de diversidad respecto a los otros grupos de vertebrados (aunque indica una tendencia de diversidad muy baja), mientras que el valor de equitatividad entre las especies es de 86.9 %, ver Tabla IV. 26 . Cabe mencionar que se registró la presencia de 7 individuos de 3 especies, entre las cuales la lagartija escamosa espinosa (*Sceloporus spinosus*) es la más abundante en las 1.92 ha (superficie solicitada para la extracción de material).

Tabla IV. 26. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para los reptiles reportados en el AP.

Nombre científico	N	Pi	Ln Pi	(pi) x Ln (pi)
<i>Sceloporus spinosus</i>	4	0.57142857	-0.55961579	-0.31978045
<i>Sceloporus aeneus</i>	2	0.28571429	-1.25276297	-0.35793228
<i>Salvadora grahamiae</i>	1	0.14285714	-1.94591015	-0.27798716
Riqueza S= 3	7		H' =	0.955699
			H máx= Ln S	1.098612
			Equitatividad= J= H'/H máx=	0.869915

Aves

Para las aves registradas en la superficie solicitada para explotación de los bancos de material, se obtuvo un índice de diversidad de Shannon-Wiever de **2.563276**, siendo este grupo quien representa el primer lugar de diversidad respecto a los otros grupos de vertebrados (indica una tendencia de diversidad moderada), mientras que el valor de equitatividad entre las especies es de 92.4 %, ver Tabla IV. 27 . Cabe mencionar que se registró la presencia de 74 individuos de 16 especies, entre las cuales 5 especies son las más abundantes en la superficie solicitada para la extracción de material; Paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*), Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), Jilguero dominico (*Spinus psaltria*), Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*) y Tirano gritón (*Tyrannus vociferans*).

Tabla IV. 27. Índice de diversidad de Shannon-Wiever para las aves reportadas en el AP.

Nombre científico	N	Pi	Ln Pi	(pi) x Ln (pi)
<i>Zenaida asiatica</i>	14	0.18918919	-1.66500776	-0.31500147
<i>Falco sparverius</i>	1	0.01351351	-4.30406509	-0.05816304
<i>Bubo virginianus</i>	1	0.01351351	-4.30406509	-0.05816304
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	6	0.08108108	-2.51230562	-0.20370046
<i>Tyrannus vociferans</i>	6	0.08108108	-2.51230562	-0.20370046
<i>Lanius ludovicianus</i>	2	0.02702703	-3.61091791	-0.09759238
<i>Mimus polyglottos</i>	4	0.05405405	-2.91777073	-0.15771734
<i>Sialia sialis</i>	5	0.06756757	-2.69462718	-0.1820694
<i>Salpinctes obsoletus</i>	2	0.02702703	-3.61091791	-0.09759238
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	3	0.04054054	-3.2054528	-0.12995079
<i>Setophaga coronata</i>	4	0.05405405	-2.91777073	-0.15771734
<i>Cardellina pusilla</i>	3	0.04054054	-3.2054528	-0.12995079
<i>Aimophila ruficeps</i>	3	0.04054054	-3.2054528	-0.12995079
<i>Poocetes gramineus</i>	5	0.06756757	-2.69462718	-0.1820694
<i>Haemorhous mexicanus</i>	9	0.12162162	-2.10684052	-0.25623736
<i>Spinus psaltria</i>	6	0.08108108	-2.51230562	-0.20370046
Riqueza S= 16	74		H'=	2.563276
			H máx= Ln S	2.772588
			Equitatividad= J= H/H máx=	0.924506

Mamíferos

Para los mamíferos registrados en la superficie solicitada para explotación de los bancos de material, se obtuvo un índice de diversidad de Shannon-Wiener de **1.721954**, siendo este grupo quien representa el segundo lugar de diversidad respecto a los otros grupos de vertebrados (indica una tendencia de diversidad baja), mientras que el valor de equitatividad entre las especies es de 96.1 %, ver Tabla IV. 28. Cabe mencionar que se registró la presencia de 19 individuos de 6 especies, entre las cuales 3 especies son las más abundantes en la superficie solicitada para la extracción de material; Conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*), Coyote (*Canis latrans*) y Mapache (*Procyon lotor*).

Tabla IV. 28. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para los mamíferos reportados en el AP.

Nombre científico	N	Pi	Ln Pi	(pi) x Ln (pi)
<i>Sylvilagus audubonii</i>	4	0.21052632	-1.55814462	-0.32803045
<i>Otospermophilus variegatus</i>	3	0.15789474	-1.84582669	-0.29144632
<i>Peromyscus eremicus</i>	3	0.15789474	-1.84582669	-0.29144632
<i>Sigmodon hispidus</i>	1	0.05263158	-2.94443898	-0.15497047
<i>Canis latrans</i>	4	0.21052632	-1.55814462	-0.32803045
<i>Procyon lotor</i>	4	0.21052632	-1.55814462	-0.32803045
Riqueza S= 6	19		H' =	1.721954
			H máx= Ln S	1.7917594
			Equitatividad= J= H/Hmáx=	0.9610410

Es importante comentar que, si tomamos en cuenta la superficie del proyecto que se pretende afectar para la extracción de material (1.92 ha) y la fauna registrada en ella, las especies con mayor probabilidad de resultar afectadas, serán las especies de ámbitos hogareños reducidos, hábitos fosoriales o cavadores y especies con baja movilidad o de lento desplazamiento. Siendo mínima la afectación en las especies de hábitos voladores o cursoriales (animales que realizan grandes desplazamientos y mayores de 1 Kg de peso). Es por ello que de las 25 especies de vertebrados reportadas en el AP; 3 reptiles, 16 aves y 6 mamíferos, y descartando a las especies voladoras y/o cursoriales, solo 7 especies son altamente susceptibles de afectación por la explotación de los bancos de material, es decir aquellas especies de hábitos fosoriales y/o lento desplazamiento: Lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*), Lagartija escamosa llanera (*Sceloporus aeneus*), Culebra chata oriental (*Salvadora grahamiae*), Conejo del

desierto (*Sylvilagus audubonii*), Ardillón de roca (*Otospermophilus variegatus*), Ratón de cactus (*Peromyscus eremicus*), Rata algodónera crespa (*Sigmodon hispidus*), destacando que ninguna de dichas especies está catalogada por la NOM-059-SEMARNAT-2010. En lo correspondiente al grupo de las aves y tomando en consideración sus hábitos voladores, son de las especies menos afectadas por el desarrollo del proyecto, mientras que las especies cursoriales (Coyote y Mapache) solo cruzan por las zonas donde se pretende la extracción de material para cruzar hacia a otros hábitats en donde tienen mejores oportunidades de refugio y alimento. Cabe mencionar, que si se considera una adecuada aplicación de medidas de protección y/o mitigación (como el ahuyentado, rescate y reubicación de fauna, así como la reforestación como estrategia para conectar hábitats fragmentados), se puede contrarrestar las posibles afectaciones que se ocasionen sobre las diferentes especies que tienen distribución dentro de la superficie solicitada para la extracción de material. En el **Anexo 4.4** se presenta archivo fotográfico de los componente bióticos y abióticos de los bancos de materiales que se pretenden explotar para la construcción de bordo de seguridad de la presa de jales.

IV.2.3. PAISAJE

La percepción del paisaje de un sitio específico, así como de las emociones que evocan al perceptor son ejercidas por el conjunto de elementos del sistema ambiental, la cual es subjetiva y variable porque el criterio depende del propio perceptor, infiriéndola a través de la percepción directa e indirecta.

Por lo que se entiende que el paisaje aun siendo un factor ambiental ligado a la experiencia subjetiva, se considera como un indicador del estado del ecosistema, mostrando la calidad percibida del conjunto, la cual indica la salud de sus componentes y el estado en el que están de acuerdo con el uso y aprovechamiento de este, manifestando así el desarrollo de la sociedad y de la calidad de gestión de dicho proyecto. Debido a la subjetividad de la percepción de dicho elemento, existen parámetros por los que este se mide y se interpreta, en el presente estudio se valoran los siguientes aspectos o criterios del paisaje.

Calidad visual: La calidad intrínseca del paisaje es definida como el conjunto de cualidades o méritos que contiene considerando la totalidad de sus componentes.

Visibilidad: Es la capacidad de ver en cualquier punto cardinal y constatar la apreciación del paisaje, evidenciando los obstáculos que existen en dicha apreciación, estos pueden tener origen en la misma naturaleza del sitio, ser ocasionales, de origen humano. Es conocer la mayor distancia hasta la cual son

visibles los detalles del paisaje con suficiente claridad para que sean reconocidos por un mismo observador, entendiéndose como al grado de diafanidad de la atmósfera para lograr distinguir los objetos.

Fragilidad visual: Se define como la capacidad para absorber los cambios que se cambios que se produzcan en el paisaje, haciendo referencia a la posibilidad mayor o menor de que una intervención humana modifique la situación de calidad visual existente en un punto y de que esta sea muy visible.

Presencia /Actividad humana: Se refiere a la cantidad y calidad de las intervenciones de origen antropocéntrico sobre el sistema ambiental y la percepción que se tiene de sus huellas y modificaciones en el mismo.

CALIDAD VISUAL.

Para evaluarla en este estudio, se empleó la metodología del método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980), el cual toma los criterios expresados en la Tabla IV. 29 para evaluar la calidad visual de algún sitio en específico, mientras que en la Tabla IV. 30 se establecen los rangos en que se califican las áreas de acuerdo a la puntuación obtenida en la evaluación:

Tabla IV. 29. Criterios de evaluación de la calidad visual de acuerdo con el método indirecto de BLM, 1980.

Componente	Tabla de ponderación para los criterios de valoración y puntuación (método indirecto del Bureau of Land Management)	
	Definición	Puntaje
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante	5
	Formas erosivas interesantes o relieve variando en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	3
	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1

Componente	Tabla de ponderación para los criterios de valoración y puntuación (método indirecto del Bureau of Land Management)	
	Definición	Puntaje
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante	5
	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	3
	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	5
	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	3
	Ausente o inapreciable	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables	5
	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	3
	Poca variación de color o contraste, colores apagados	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	5
	Característico, aunque similar a otros en la región	3
	Bastante común en la región	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	5
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	3
	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0

Tabla IV. 30. Categorización de las áreas debido al puntaje obtenido en la evaluación del método indirecto de BLM, 1980.

Categorización de las áreas de acuerdo con el puntaje de criterios.	
Clase A	Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje de 19-33).
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje de (12-18).
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura (puntaje de 0-11).

El resultado para cada una de las unidades de paisaje se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV. 31. Resultados de la evaluación de calidad visual para las unidades de paisaje.

Componente	Unidad de paisaje			
	Relieve cárstico denudatorio	Lomeríos de plegamiento	Premontaña	Valle aluvial e intermontano
Morfología	3	3	3	1
Vegetación	3	3	3	1
Agua	0	0	0	3
Color	3	3	3	1
Fondo escénico	0	0	0	0
Rareza	1	1	1	1
Actuación humana	3	3	3	0
Total	13	13	13	7
Clase	B	B	B	C

De acuerdo con los parámetros del método empleado, en el Sistema Ambiental hay dos clases la clase media(B) correspondiente al relieve cárstico, lomeríos de plegamiento y premontaña y la baja (C) correspondiente a los valles.

A continuación, se describe la calidad visual de cada unidad de paisaje.

Calidad media

Relieve cárstico denudatorio



Esta unidad paisajística es la que más superficie abarca en el Sistema Ambiental, esta unidad está representada por un sistema de colinas quebradas con crestas agudas, de acuerdo con INEGI el uso de suelo presente es el pastizal inducido, sin embargo, en las partes más altas se puede observar matorral desértico rosetófilo. En esta unidad existen algunos escurrimientos que solo se aprecian en época de lluvias, debido al tipo de vegetación hay muy poca variación en cuanto al color. Este tipo de paisaje es muy común verlo fuera del Sistema Ambiental.

Lomeríos de plegamiento



Esta unidad paisajística se encuentra en la parte sureste del SA y es la segunda en cuanto a superficie. Esta representa por laderas rectilíneas y alargadas, la vegetación presente es matorral desértico rosetófilo; el banco denominado Zona norte se ubica en esta unidad, al igual que la unidad anterior esta unidad presenta algunos escurrimientos que solo se aprecian en época de lluvias. Este tipo de paisaje es muy común verlo fuera del Sistema Ambiental

Premontaña



Esta unidad paisajística se encuentra en la parte oeste del SA y es la tercera en cuanto a superficie. Esta unidad representa la parte de transición entre la montaña y las partes bajas, la vegetación presente es matorral desértico rosetófilo; también tiene presencia de algunos escurrimientos que solo se aprecian en época de lluvias. Este tipo de paisaje es muy común verlo fuera del Sistema Ambiental

Clase baja

Valle aluvial e intermontano



Esta unidad paisajística es la que menor superficie abarca, se encuentra en la zona central del Sistema ambiental, se extiende con una dirección este a oeste, no presenta una gran amplitud, debido al carácter intermitente del arroyo que lo forma. En ella se encuentran tres de los cuatro bancos, la vegetación presente es vegetación perturbada de matorral desértico rosetófilo; en esta unidad actualmente se llevan a cabo actividades propias de la mina, por lo que es una unidad alterada ambientalmente.

IV.2.4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para este punto se consideró el Municipio de Charcas, dado que es el municipio beneficiado directamente por el proyecto. Los datos presentados a continuación fueron tomados de INEGI y por el Plan de Desarrollo Urbano del Municipio.

DEMOGRAFÍA Y TASA DE CRECIMIENTO

El Censo de Población y Vivienda 2010, en su reporte temático (ITER), señala que la población existente en el Municipio de Charcas es de 21,138 habitantes, de los cuales 10,810 corresponden al Género Femenino y 10,328 al Género Masculino, lo que representa un porcentaje de 95.54 en la relación Hombre-Mujer

La Población se distribuye en la Cabecera Municipal y 27 Ejidos, que en conjunto constituyen 179 localidades, ocupadas algunas de ellas tan solo por 2 habitantes, lo que muestra la complicada dispersión demográfica que dificulta y retarda la introducción de servicios municipales en estas zonas, ver Tabla IV. 32.

Tabla IV. 32. Densidad demográfica

Año	Población		
	Hombres	Mujeres	Total
1990	10,449	10,363	20,812
1995	10,723	10,678	21,401
2000	10,389	10,681	21,071
2005	9,855	10,318	20,173
2010	10,328	10,810	21,138

ESTRUCTURA Y DINÁMICA POBLACIONAL

El fenómeno migratorio en el Municipio si existe, más, sin embargo, no es tan impactante como en otros Municipios del Estado, gracias a las fuentes de empleo que genera el sector Minero con aproximadamente 900 obreros y 200 empleados de confianza, el manufacturero que en su rango más bajo sostiene 400

empleos destinados principalmente a mujeres, condición que limita los índices de migración a solo un 2.88% de la población total. En la Tabla IV. 33 , se presenta la estructura poblacional del municipio.

Tabla IV. 33. Estructura de la población por rango de edad 2010

Rango de edad	Población total	Hombres	Mujeres
0-4	1 943	972	971
5-9	2 121	1 049	1 072
10-14	2 210	1 082	1 128
15-19	2 079	1 041	1 038
20-24	1593	775	818
25-29	1362	634	728
30-34	1462	680	782
35-39	1534	737	797
40-44	1374	672	702
45-49	1133	553	580
50-54	920	454	466
55-59	728	345	383
60-64	625	345	383
65 y mas	2030	1025	1005
No especificado	24	14	10
Total	22138	10328	10810

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.

De acuerdo con cifras al año 2010 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa total del municipio asciende a 7,519 personas, de los cuales 5,783 son hombres y 1,736 son mujeres, mientras que la población no económicamente activa es de 8548, de los cuales 2025 son hombre y 6523 son mujeres.

La distribución de la población económicamente activa por sector tomando como referencia el Plan de Desarrollo Municipal de Charcas 20152018 se puede observar en la Tabla IV. 34:

Tabla IV. 34. Población ocupada por sector de actividad según situación de trabajo

Sector	Ramo de actividad	Actividad económica	Personas	%
Primario	Agropecuario	Agricultura, ganadería y forestal	1917	26.9
Secundario	Industria	Minera (extracción)		
	Industria Manufacturera	Productos alimenticios y bebidas, textiles, prendas de vestir e industria del cuero, industria de la madera, papel y derivados, sustancias químicas, productos de minerales no metálicos, industrias metálicas básicas, productos metálicos, maquinaria y equipo	2528	35.5
	Industria de la construcción	Pública y privada		
	Industria energética	Electricidad, gas y agua		
Terciario	Comercio y servicios	Comercio restaurantes y hoteles, transporte, almacenaje y comunicaciones, servicios financieros, seguros y actividades inmobiliaria y de alquiler, servicios comunales, sociales y personales, servicios bancarios, gobierno y otros servicios	1626	36.9
No especificado			44	0.6
Total			7115	100

El Sector Primario se encuentra representado por la actividad agropecuaria que ha venido a menos, principalmente por las condiciones climatológicas imperantes en la Zona Altiplano, la falta frecuente de lluvias ya no digamos oportunas sino regulares han dejado de ser de temporal, con periodos de sequía intensos y prolongados que han incidido en el ánimo de los productores sobre todo en los jóvenes

campesinos que prefieren abandonar sus tierras y vender su ganado para emigrar a otras ciudades más allá de la Frontera o en el propio País, otros más se incorporan a las opciones de trabajo que ofrece el Sector Secundario y Terciario, actividades que se encuentran en franco crecimiento, sin embargo, la Agricultura y la Ganadería, deben verse y atenderse con el interés que representa la subsistencia y el rescate de la ocupación de la población en los tiempos que la bonanza se reduce o se acaba, ya que es frecuente el cierre o recorte de personal en las minas, las maquiladoras y en la industria de la construcción, de aquí la necesidad de fortalecer el campo con inversiones bien pensadas que brinden una mejor calidad de vida a los campesinos y estimulen el deseo de los jóvenes en quedarse; El Sector Primario actualmente ocupa 1,247 personas que desempeñan y viven de esta actividad, representando un 38.4% del total de la Población.

El Sector Secundario está representado en el Municipio de Charcas por la Industria Minera, la Industria Manufacturera, la Industria de la Construcción y la Industria Energética.

La Minería es preponderante en el Desarrollo Económico del Municipio, a pesar de los altibajos que ha sufrido durante toda la historia de nuestro País; Actualmente ocupa 900 obreros y 200 empleados de confianza generando una importante derrama por salarios semanalmente. Hoy se encamina con buenos resultados a fortalecer la generación de empleo.

El sector manufacturero está representado por Arnecom Industrias, maquiladora que ocupa en este momento 800 mujeres que se distinguen por la calidad, puntualidad y responsabilidad en su trabajo, después de varios intentos por cerrar, como consecuencia de la economía norteamericana, hoy se convierte en la mejor Unidad de la empresa Arnecom, en la Región Norte del País.

Los índices de construcción están en función directa de la prosperidad en el campo, de la bonanza en las minas, del crecimiento en el orden manufacturero y en los recursos Públicos y privados que se inviertan en el Municipio, sin poderse consolidar de manera definitiva por las causas antes expuestas. Contrata entre 150 y 300 maestros y albañiles en sus diferentes clasificaciones y consideraciones.

La Industria Energética se desarrolló con la intervención de las instituciones oficiales como la C.F.E., en el caso de la energía eléctrica, y el Organismo Operador de Agua Potable en el caso del Agua Potable y Saneamiento, la prestación de servicios de particulares como las gasolineras y las gaseras, ocupando entre sus filas a un número importante de empleados que fluctúan entre 50 y 150 trabajadores.

En suma, el Sector Secundario en el Municipio de Charcas, registra una ocupación de 2,528 habitantes alcanzando el 35.5% del total de la Población, por lo cual, se constituye como el principal componente del Desarrollo Económico en la Micro-región Altiplano Centro¹

VIVIENDA

Para el presente estudio se tomaron en cuenta los datos correspondientes a la población del municipio de Charcas en su totalidad.

Los resultados arrojados del Censo de Población y Vivienda 2010 en el tema de vivienda se presentan en la Tabla IV. 35 , donde se muestran las cifras tanto para el Estado como para el municipio de Charcas. De acuerdo con las cifras presentadas, en el municipio de Charcas, predominan las viviendas con pisos de material diferente de tierra (70.34%), asimismo, las viviendas cuentan con servicio de luz eléctrica el 69.36%, agua entubada el 60.84 %, drenaje 58.52% y el 52.19 % de las viviendas habitadas cuentan con todos los servicios básicos.

Tabla IV. 35. Características de las viviendas en el Estado y Municipio

Indicador	Estado	Porcentaje	Municipio	Porcentaje
Total de viviendas	786,572	100	7,059	100
Total de viviendas habitadas	639,265	81.27	5,434	76.98
Total de viviendas particulares	778,894	99.02	7,055	99.94
Viviendas particulares habitadas	631,587	80.30	5,430	76.92
Total de viviendas particulares habitadas	639,089	81.25	5,434	76.98
Viviendas particulares deshabitadas	109,551	13.93	1,074	15.21
Viviendas particulares de uso temporal	37,756	4.80	551	7.81
Ocupantes en viviendas particulares habitadas	2,557,437	325.14	21,126	299.28
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	4.05	0.00	3.89	0.06
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	1.04	0.00	0.99	0.01

¹ Plan Municipal de Desarrollo. Administración 2012-2015

Indicador	Estado	Porcentaje	Municipio	Porcentaje
Viviendas particulares con piso de material diferente de tierra	573,460	72.91	4,965	70.34
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	55,138	7.01	450	6.37
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	603,636	76.74	4,896	69.36
Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica	26,059	3.31	520	7.37
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	522,730	66.46	4,295	60.84
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	106,071	13.49	1,119	15.85
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	509,117	64.73	4,131	58.52
Viviendas particulares que no disponen de drenaje	117,798	14.98	1,262	17.88
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	455,692	57.93	3,684	52.19

ACTIVIDAD ECONÓMICA

El Sector Primario se encuentra representado por la actividad agropecuaria que ha venido a menos, principalmente por las condiciones climatológicas imperantes en la Zona Altiplano, la falta frecuente de lluvias ya no digamos oportunas sino regulares han dejado de ser de temporal, con periodos de sequía intensos y prolongados que han incidido en el ánimo de los productores sobre todo en los jóvenes campesinos que prefieren abandonar sus tierras y vender su ganado para emigrar a otras ciudades más allá de la Frontera o en el propio País, otros más se incorporan a las opciones de trabajo que ofrece el Sector Secundario y Terciario, actividades que se encuentran en franco crecimiento, sin embargo, la Agricultura y la Ganadería, deben verse y atenderse con el interés que representa la subsistencia y el

rescate de la ocupación de la población en los tiempos que la bonanza se reduce o se acaba, ya que es frecuente el cierre o recorte de personal en las minas, las maquiladoras y en la industria de la construcción, de aquí la necesidad de fortalecer el campo con inversiones bien pensadas que brinden una mejor calidad de vida a los campesinos y estimulen el deseo de los jóvenes en quedarse; El Sector Primario actualmente ocupa 1,247 personas que desempeñan y viven de esta actividad, representando un 38.4% del total de la Población.

El Sector Secundario está representado en el Municipio de Charcas por la Industria Minera, la Industria Manufacturera, la Industria de la Construcción y la Industria Energética. La Minería es preponderante en el Desarrollo Económico del Municipio, a pesar de los altibajos que ha sufrido durante toda la historia de nuestro País; Actualmente ocupa 900 obreros y 200 empleados de confianza generando una importante derrama por salarios semanalmente. Hoy se encamina con buenos resultados a fortalecer la generación de empleo.

El sector manufacturero está representado por Arnecom Industrias, maquiladora que ocupa en este momento 800 mujeres que se distinguen por la calidad, puntualidad y responsabilidad en su trabajo, después de varios intentos por cerrar, como consecuencia de la economía norteamericana, hoy se convierte en la mejor Unidad de la empresa Arnecom, en la Región Norte del País. Los índices de construcción están en función directa de la prosperidad en el campo, de la bonanza en las minas, del crecimiento en el orden manufacturero y en los recursos Públicos y privados que se inviertan en el Municipio, sin poderse consolidar de manera definitiva por las causas antes expuestas. Contrata entre 150 y 300 maestros y albañiles en sus diferentes clasificaciones y consideraciones.

La Industria Energética se desarrolló con la intervención de las instituciones oficiales como la C.F.E., en el caso de la energía eléctrica, y el Organismo Operador de Agua Potable en el caso del Agua Potable y Saneamiento, la prestación de servicios de particulares como las gasolineras y las gaseras, ocupando entre sus filas a un número importante de empleados que fluctúan entre 50 y 150 trabajadores. En suma, el Sector Secundario en el Municipio de Charcas, registra una ocupación de 2,528 habitantes alcanzando el 35.5% del total de la Población, por lo cual, se constituye como el principal componente del Desarrollo Económico en la Micro-región Altiplano Centro.

Agricultura y ganadería

El 26.9% de la población se dedica al sector primario, siendo la agricultura y ganadería las principales actividades que se realizan, sin embargo, el último Censo muestra un deprimente panorama, en el cual

se señala que la actividad agrícola se desarrolla en 9,791 hectáreas, obteniendo cosecha solo en 4,936 hectáreas, casi el 50% distribuidas en 4,260 Has, de frijol, 5,130 Has, de maíz, (van entreveradas con las de frijol), alfalfa, avena, y otros en mucho menor proporción solo para autoconsumo como calabaza, cebolla, tomate, entre otras.

Industria, Comercio y Servicios

Un 35.5% de la población económicamente activa (PEA), labora en el sector industrial, el cual en el municipio está representado por industrias formales, destacando la Minería, industria extractiva, que dio origen al asentamiento humano denominado Santa María de las Charcas, encabezada por la tradicional empresa del Grupo México establecida en la Unidad Tiro General y con una producción de Oro, Plata, Cobre y Zinc, que anualmente concentran 5,000 toneladas de mineral.

Otra empresa que recién inicia en el Municipio es la Impulsora Minera Santa Cruz, ubicada sobre la zona de San Rafael, al Sur-Poniente del Municipio, por encontrarse en pleno desarrollo de la infraestructura para iniciar la explotación del yacimiento, no se cuenta hasta la fecha con estadísticas que permitan hablar de rangos de explotación.

Por último y no menos importante es la ocupación que genera tanto la Comisión Federal de Electricidad tanto para la atención de la subestación como en la prestación del servicio tradicional, las gasolineras y la planta abastecedora de gas, pronto habrá que agregar a este tipo de industria la derivada de las plantas eólicas que están construyéndose en el municipio.

IV.2.5. DIAGNÓSTICO

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA AMBIENTAL CON BASE EN INDICADORES

Para visualizar el estado que guardan los componentes del SA, se seleccionaron algunos componentes ambientales como indicadores del desempeño del sistema.

De manera inicial, se consideraron diversos indicadores ambientales tanto del medio abiótico como del medio biótico, para definir un índice integrado de la calidad ambiental. Se seleccionaron indicadores que tuvieran relevancia en la zona y algún tipo de relación con al proyecto, ver Tabla IV. 36 . Asimismo, como factor inductor de cambio en el nivel de la calidad ambiental, se consideró la presencia antrópica en la zona; visualizada como presencia de personas (poblados, ranchos, etc.).

Tabla IV. 36. Indicadores de Calidad Ambiental del Sistema considerados

Medio abiótico	Calidad del aire	Emisiones de gases
		Emisión de polvos
		Emisiones de Ruido
	Suelo	Calidad Estructural
		Erosión
	Hidrología	Capacidad de infiltración
Medio biótico	Geomorfología	Intemperismo de la roca
	Vegetación	Cobertura vegetal
Presencia antrópica	Calidad hábitat fauna	Índice de Shannon (diversidad)
	Asentamientos humanos	Presencia de localidades urbanas y rurales

ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL, ESCALAS Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental de la zona del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve a una calidad ambiental muy alta.

Medio abiótico

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

Geomorfología

Intemperismo del material parental: este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo a la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil, Tabla IV. 37.

Tabla IV. 37. Escala de evaluación para el criterio geomorfología

Escala de evaluación	Valor	Intemperismo de la roca
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Suelo

En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador, Tabla IV. 38 .

Tabla IV. 38. Escala de evaluación para el criterio suelo

Escala de evaluación	Valor	Erosión
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral

Escala de evaluación	Valor	Erosión
		no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión

Hidrología

Capacidad de infiltración: La evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación, Tabla IV. 39

Tabla IV. 39. Escala de evaluación para el criterio hidrología

Escala de evaluación	Valor	Capacidad de infiltración
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua.
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención.
Regular / modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación.

Escala de evaluación	Valor	Capacidad de infiltración
Aceptable / modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación.
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos.
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación.
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos.

Medio biótico

Vegetación

El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios, es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema.

De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema, Tabla IV. 40.

Tabla IV. 40. Escala de evaluación para el criterio vegetación

Escala de evaluación	Escala	% de cobertura vegetal en el polígono
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono

Fauna

Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por la explotación de los bancos, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies, Tabla IV. 41.

Tabla IV. 41. Escala de evaluación para el criterio fauna

Escalas de evaluación	Valor	Índice de Shannon
Muy mala	1	Valores < 1 indican que se trata de sitios con una muy baja diversidad biológica
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

DIAGNOSTICO AMBIENTAL

En la evaluación semicuantitativa del estado que guardan los factores, se consideró una escala ordinal del 1 al 9, en la que el uno representa una condición ambiental sumamente alterada y deteriorada; y el nueve corresponde a una condición ambiental bien conservada y sin deterioro, ver Tabla IV. 42 posteriormente se realizó la calificación del estado actual de cada indicador ambiental de cada unidad de paisaje.

Tabla IV. 42. Criterios de evaluación del deterioro o conservación de los factores ambientales seleccionados como indicadores

Calidad del Factor Ambiental	Valor
Mala	1-3
Aceptable	4-6
Buena	7-9

La evaluación del deterioro o conservación de los indicadores ambientales en el Sistema Ambiental se presentan en la **Tabla IV. 43.**

Tabla IV. 43. Evaluación de los indicadores ambientales en el SA

Unidad de paisaje	Geoformas (Integridad)	Suelos (Erosión)	Hidrología (Capacidad de infiltración)	Vegetación (%cobertura)	Fauna (diversidad)	Valor	Calidad Ambiental Media Actual
Relieve cárstico denudatorio	7	5	5	7	7	6.2	Aceptable
Lomeríos de plegamiento	7	5	5	7	7	6.2	Aceptable
Premontaña	7	4	5	5	7	5.6	Aceptable
Valle aluvial e intermontano	3	3	5	1	7	3.8	Mala

En la Figura IV. 22, se muestra la calidad ambiental actual en el SA.



Figura IV. 22. Calidad ambiental en el Sistema Ambiental

Como se aprecia en la figura anterior, el Sistema Ambiental en la actualidad presenta en su mayoría una calidad ambiental aceptable y en menor proporción una calidad mala.

Las unidades que presentaron una calidad ambiental **aceptable** son áreas que presentan una integridad de paisaje buena, ya que mantienen vegetación original con especies nativas tanto de flora, como de fauna, con pocas alteraciones. Los suelos presentan poca erosión, ya que no hay actividades agropecuarias, ni caminos bien establecidos, por lo que es difícil el acceso a estos sitios.

Con relación a la calidad ambiental **mala** está representada por los valles, que es donde se presenta la presión de la actividad minera, lo que ha ocasionado el desplazamiento de la fauna silvestre y la poca presencia de la vegetación nativa.