

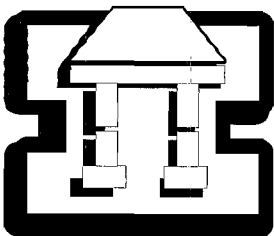
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA MINA EL CASCABEL
SECCIÓN I, DEL MUNICIPIO DE TEPOTZOTLÁN,
ESTADO DE MÉXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G O
P R E S E N T A :
C L A U D I A R O B L E D O L E A L

ASESOR DE TESIS:
M. EN C. TIZOC ADRIAN ALTAMIRANO ÁLVAREZ





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Facultad de Estudios Superiores

Iztacala – UNAM.

Resumen

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
DE LA MINA EL CASCABEL
SECCIÓN I, MUNICIPIO DE
TEPOTZOTLÁN, ESTADO DE
MÉXICO.

RESUMEN

El municipio de Tepotzotlán es uno de los lugares de la Cuenca de México con grandes riquezas culturales y por su posición geográfica lo hace prodigio en cuanto a la gran variedad de flora y fauna existente, pero que con el paso del tiempo se ha reducido considerablemente por las actividades humanas; por lo que se pretende mejorar las condiciones realizando un diagnóstico ambiental que es un instrumento de evaluación que se encarga de detectar la problemática de algún lugar, con base al mal uso y el aprovechamiento de los recursos, de tal manera que se puedan proponer acciones que resuelvan dichos impactos.

Estos estudios se basan en indicadores ambientales que se han dirigido a la consecución de tres objetivos:

- a) Proteger la salud humana y el bienestar de la población,
- b) Garantizar el aprovechamiento de los recursos y
- c) Conservar la integridad de los ecosistemas.

Para realizar este trabajo se estableció como objetivo la Elaboración del Diagnóstico Ambiental de la mina el Cascabel, municipio de Tepetzotlán. Para ello se planteó la siguiente metodología, se realizaron salidas mensuales, en el caso del inventario florístico se llevó a cabo la colecta de ejemplares, el material fue prensado, una vez seco se procedió a la determinación taxonómica en el laboratorio. Para la elaboración del listado de fauna se realizaron recorridos al azar, la colecta de anfibios y reptiles se hizo con ganchos herpetológicos y red de cuchara, para la observación de las aves se utilizaron binoculares y redes ornitológicas, en el caso de mamíferos se colocaron trampas, y el registro de las evidencias de rastros y huellas.

Con base en los resultados, en el caso del estado florístico se identificaron un total de 82 especies, agrupadas en 15 familias dentro de las que destacan Compositae (31), Leguminosae (9), Gramineae (8), Fabaceae (7) y Euphorbiaceae (5). Para el Listado Faunístico se identificaron cinco especies de anfibios, nueve de reptiles, quince de aves y cuatro de mamíferos. Se detectaron nueve actividades que impactan la zona: la explotación minera de materiales de construcción (roca, grava, arena); movimientos vehiculares, creación de caminos de acceso, utilización de maquinaria, actividades recreativas, reforestación, actividad agrícola, sobrepastoreo por ganado y la extracción de leña.

Por lo que se concluye que las actividades de explotación minera así como el sobrepastoreo son las que representan un mayor impacto significativo sobre los componentes florísticos, faunísticos, edáficos y a nivel paisajístico de la localidad.

TABLA DE CONTENIDO

| Índice | Pág. |
|---|------|
| -Capítulo I: Introducción | 1 |
| -Capítulo II: Antecedentes | 4 |
| -Capítulo III: Objetivos | 8 |
| -Capítulo IV: Descripción del Área de estudio | 9 |
| - 4. 1 Ubicación Geográfica | 9 |
| - 4. 2 Geología | 10 |
| - 4. 3 Geomorfología | 11 |
| - 4. 4 Fisiografía | 11 |
| - 4. 5 Topografía | 12 |
| - 4. 6 Clima | 13 |
| - 4. 7 Hidrología | 14 |
| - 4. 8 Vegetación | 15 |
| - 4. 9 Fauna | 19 |
| - 4. 10 Población | 20 |
| - 4. 11 Grupos Étnicos | 20 |
| - 4. 12 Vías de comunicación y transporte | 21 |
| - 4. 13 Vivienda | 22 |

| | |
|--|----|
| - 4. 14 Población Económicamente Activa | 22 |
| Capítulo V: Metodología | 24 |
| - 5. 1 Evaluación del Estado Florístico | 24 |
| - 5. 2 Evaluación del Estado Faunístico | 24 |
| - 5. 3 Identificación y Evaluación del Impacto Ambiental | 25 |
| Capítulo VI: Resultados | 26 |
| - 6. 1 Listado Florístico | 27 |
| - 6. 2 Listado Faunístico | 27 |
| - 6. 3 Índices de Diversidad | 29 |
| - 6.4 Impacto Ambiental | 31 |
| 6.4.1 Matriz de Leopold | 39 |
| 6.4.2 Matriz de Mac – Harg | 44 |
| Capítulo VII: Discusión | 46 |
| Capítulo VIII: Conclusión | 52 |
| Capítulo IX: Medidas de Mitigación | 55 |
| Capítulo IX: Bibliografía | 57 |
| Anexos | 61 |
| - 1.- Listado Florístico | 61 |
| - 2.- Listado Faunístico | 65 |

DEDICATORIA

El esfuerzo que he realizado por culminar un proyecto de vida que inicie ya hace tiempo se ve hoy reflejado en este trabajo de tesis que les dedico con todo cariño especialmente:

A mis Padres, porque me comprendieron al haber elegido mi camino, porque con su enseñanza, amor y confianza, fortalecieron mi vida; porque siempre existieron palabras de apoyo, que me ayudaron a salir adelante; porque con sus esfuerzos y sacrificios, logré el triunfo que hoy les brindo con mucha admiración y respeto.

A tí hermana^t porque se que desde el lugar en el que te encuentras me has guiado y se que estas orgullosa por lo que hoy he logrado, te quiero mucho y siempre estarás en mi corazón.

A toda mi familia porque siempre he encontrado en ustedes cariño, comprensión y sobre todo esas palabras de aliento que me ayudaron a cumplir este proyecto.

A tí Luis porque has estado conmigo en el desarrollo de este proyecto y quien me ha alentado para seguir y culminar este proyecto gracias por tu comprensión y cariño.

Y finalmente a mis amigos: Maribel, Dulce, Alejandra y Miguel por la amistad brindada durante esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS:

A mi asesor de tesis profesional, M. en C. Tízoc A. Altamirano Álvarez por el apoyo y los conocimientos brindados, durante la elaboración de este trabajo.

A mi jurado revisor M. C. Conrado Ruíz Hernández, M. C. Ana Lilia Muñoz Viveros, M. C. Alfonso Reyes Olivera, M. C. Rafael Chávez López, por los conocimientos brindados para la elaboración y mejoramiento de este trabajo.

A mis compañeros del museo por el apoyo recibido en las salidas de campo, Eduardo, Emilio, Sergio y Luis.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por la formación académica recibida durante estos cuatro años, y a los profesores que nos transmitieron sus conocimientos.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

La sociedad humana ha mostrado avances impresionantes en el desarrollo científico, tecnológico y cultural. Sin embargo, aunado a este desarrollo han emergido problemas de carácter ambiental y ecológico que con frecuencia escapan a nuestro control, por un lado, los procesos acelerados de contaminación del agua, aire y suelo, la generación indiscriminada de residuos sólidos, el continuo avance de la desertificación, y por el otro lado, el uso irracional de los recursos naturales y la pérdida de la biodiversidad, entre otros (Zavaleta, 1996).

Sin duda, las principales causas de esta problemática tienen que ver con el incremento del desarrollo industrial y la explosión del crecimiento urbano, éste último originado también como resultado de políticas de planeación erróneas o bien por su ausencia. (*op. cit*) Además de estos factores mencionados que están provocando la pérdida de numerosas especies, se encuentra el comercio ilegal y sus productos derivados: miles de plantas y animales de México se capturan y extraen de su medio para venderse tanto en el extranjero como dentro del país.

Ante un panorama como el expuesto, la sociedad plantea como alternativa inmediata la búsqueda y conservación de “espacios verdes”, ya sea para satisfacer sus necesidades de esparcimiento, recreación o promover la educación ambiental. En otros casos la razón de conservar ciertos lugares, se debe a la importancia ecológica de estas zonas, debido a que México está considerado entre los 5 países con mayor variedad de flora y fauna en el ámbito mundial.

El municipio de Tepetzotlán constituye un área de transición entre el Área Metropolitana de la Ciudad de México y las áreas rurales, se encuentra en la franja del Cinturón Verde establecido formalmente desde 1988 y retomado ahora en el Programa Metropolitano de Recursos Naturales; su función de “amortiguamiento” entre el área urbana y rural resulta clara y fundamental (Secretaría de Ecología del Estado de México, 2003).

La posición geográfica del municipio de Tepetzotlán, lo hace pródigo en cuanto a la gran variedad de flora existente, pero con el paso del tiempo la variada reserva natural se ha reducido considerablemente a raíz de la expansión agrícola, la tala inmoderada y a los incendios forestales accidentales o inducidos (Neri, 1996).

El municipio de Tepetzotlán es uno de los lugares de la Cuenca de México con grandes riquezas culturales y naturales, las cuales han sufrido impactos negativos por el crecimiento de la mancha urbana y la cercanía con la zona industrial de Cuautitlán Izcalli. Ambos aspectos ejercen fuerte presión en los rubro ambiental, económico y social, por lo que se requiere controlar su crecimiento futuro (Secretaría de Ecología del Estado de México, 2004).

Ante la explosión demográfica y su consecuencia lógica, la enorme demanda de alimentos y satisfactores, la esencial obligación del hombre es prever los perjuicios que generan sus actividades. Con el adecuado manejo de la información, se trata de predecir en forma tentativa las modificaciones futuras y el grado en que éstas afectarán a las regiones circundantes, la extensión del posible daño y del beneficio y otras consecuencias (Vizcaíno, 1986).

Para esto se han desarrollado los llamados diagnósticos ambientales que son un instrumento de evaluación que se encarga de detectar la problemática de algún lugar, en base con el mal uso y el aprovechamiento de los recursos, para que de esta manera, se puedan proponer acciones que resuelvan dichos impactos. Estos estudios se basan principalmente en indicadores ambientales, que se han dirigido principalmente hacia la consecución de tres objetivos ambientales para alcanzar el desarrollo sustentable:

- a) Proteger la salud humana y el bienestar de la población.
- b) Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos, y
- d) Conservar la integridad de los ecosistemas (INE, 1999).

Los indicadores son importantes para el uso sustentable y el manejo de los recursos ambientales ya que pueden orientar la formulación de políticas, al proporcionar una valiosa información acerca del estado actual de los recursos a evaluar y de la intensidad y la dirección de los posibles cambios, subrayando además, los temas primarios.

Capítulo II

ANTECEDENTES

García, en el 2004, realizó el Diagnóstico Ambiental de la comunidad de San José Deguedo, Estado de México, en busca de alternativas de aprovechamiento de los recursos naturales; la zona de estudio es un agrosistema con elementos naturales como el bosque de encino, campos de cultivo, ganado bovino y ovino. El objetivo de evaluar la situación de los recursos naturales de la zona fue para sentar las bases sobre las cuales se busquen alternativas a la población sobre el manejo de los recursos naturales, conservación y restauración para el desarrollo de la comunidad dentro de un marco de sustentabilidad. Obteniendo como resultados que en las partes bajas se ha sustituido la vegetación natural por pastizales y cultivos, presentando un alto grado de perturbación debido a las actividades agropecuarias intensivas; las áreas reforestadas por su mala planeación y mantenimiento enfrentan problemas de mortandad por competencia y un alto riesgo por la acumulación de combustible.

Gómez, en el 2003 realizó un diagnóstico ambiental de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, debido a que sus actividades generan diversos residuos sólidos y líquidos; que son residuos corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológico infecciosos, así como no peligrosos, que pueden contribuir a incrementar los problemas de contaminación del ambiente, es por esto que fue importante tener un manejo ambiental adecuado de los residuos, esto quiere decir que se deben adoptar pasos prácticos necesarios para asegurar que no se provoquen efectos adversos en la salud o en el ambiente como resultado de dicho manejo.

Tolentino, en el 2003, realizó el Diagnóstico Ambiental de X'CACEL-X' Cacelito municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México; debido a que tiene como objetivo contribuir en el planteamiento de los modelos y metodologías que se utilizan en la elaboración de un diagnóstico ambiental, los cuales originalmente son propuestos por organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, Banco Mundial, que han tratado la necesidad de implementar estrategias de vigilancia y valoración de los recursos naturales en un entorno de carácter Social, Cultural, y de Bienestar.

Concepción y Corbello, durante el 2002 realizaron el Diagnóstico Ambiental de la Laguna de Alvarado, Veracruz, debido a que esta Laguna cuenta con una superficie de 6,200 ha. y es valiosa para el país en términos ecológicos y económicos por la gran variedad de ecosistemas juntos, con los recursos naturales sosteniendo importantes actividades económicas, resultando ser un área prioritaria para su conservación ya que es una zona de producción, crianza, resguardo y protección de muchas especies acuáticas; sin embargo los asentamientos humanos y el desarrollo de actividades han provocado durante décadas, una continua degradación ambiental y la pérdida de ecosistemas valiosos y sus recursos.

Correa, 2002, realizó el Estudio de Impacto Ambiental en la Subcuenca Llanetes del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, ubicada en el municipio de Coacalco, México. Una de las áreas naturales protegidas más afectadas por el crecimiento urbano de la Ciudad de México en los últimos años es el Parque Estatal Sierra de Guadalupe, la cual ha sufrido un cambio considerable en las características físicas y ambientales ya que actualmente se encuentra rodeada en su totalidad por áreas urbanas, agrícolas e industriales. Se realizó un estudio para detectar y evaluar los impactos ambientales que son ocasionados por las distintas actividades que allí se realizan. Obteniendo como resultado cinco actividades que impactan de alguna manera positiva o negativa: 1) actividades de uso de parque, 2) actividades de manejo, 3) construcción

de vialidades, 4) depósito de residuos sólidos, y 5) instalación de antena de televisión. Las actividades más impactantes fueron: el depósito de residuos sólidos impactando agua, suelo y salud; las actividades de uso de parque dañan a la flora y fauna por medio del vandalismo y saqueos principalmente; la instalación de la antena de televisión, deteriora la zona núcleo del parque por la tala del bosque ocasionando erosión del suelo, y la supervivencia de la fauna silvestre desplazándola hacia otros lugares.

Quiroz, en el 2002 realizó un Diagnóstico Ambiental en el municipio de Tultitlán en el Estado de México; ante la necesidad de atender la problemática ambiental y lograr un desarrollo sustentable, ya que resulta imprescindible contar con datos y estadísticas que reflejen la situación actual y los posibles escenarios derivados de acciones o políticas. Tultitlán está localizado al noroeste del Estado de México, y resultó un municipio atractivo para elaborar su diagnóstico ambiental, por tener además de muchos problemas ambientales, una parte de la Sierra de Guadalupe, lo cual hace que todavía se puedan buscar medidas de mitigación a sus problemas, además de buscar el óptimo aprovechamiento de los recursos.

El Gobierno del Estado de México en colaboración con la Secretaría de Ecología de la misma entidad realizaron en el año de 1999, los diagnósticos ambientales para cada uno de los municipios del Estado, dichos diagnósticos cuentan con información básica y aunque representan un gran avance, se requieren que se estén actualizando, ya que la información que se encuentra en estos estudios no es estática. El municipio de Tepotzotlán cuenta con un diagnóstico ambiental incompleto, debido a que hacen falta datos de la biodiversidad, propuestas y /o alternativas de solución a los problemas ambientales que presentan (Secretaría de Ecología del Estado de México, 2003).

Zavaleta, en 1996; realizó el trabajo titulado la flora y evaluación ambiental de la Barranca Arroyo Santa Cruz Naucalpan, Estado de México. Este estudio tuvo como interés conocer los recursos florísticos y evaluar los impactos ambientales presentes en el área. Los resultados mostraron un total de 69 especies del estado florístico en 34 familias botánicas, incluyendo especies introducidas y nativas; existen elementos florísticos que indican un remanente de bosque de encino. Se encontraron seis actividades humanas que impactan la zona. La evaluación fue realizada con los métodos matricial, gráfico y de revisión. El impacto ambiental global resultó moderado.

Capítulo III

OBJETIVOS

General:

- Elaborar el Diagnóstico Ambiental de la mina el Cascabel, Municipio de Tepetzotlán, Estado de México.

Particulares:

- Evaluación del Estado Florístico.
- Evaluación del Estado Faunístico.
- Evaluación del Impacto Ambiental generado por las actividades humanas.

Capítulo IV

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Ubicación geográfica

El municipio de Tepetzotlán se localiza entre los $19^{\circ} 38' 50''$ y los $19^{\circ} 47' 30''$ de latitud Norte y entre los $99^{\circ} 11' 30''$ y los $99^{\circ} 25' 10''$ de longitud Oeste. La altitud en la que se encuentra es de 2,300 m s.n.m.

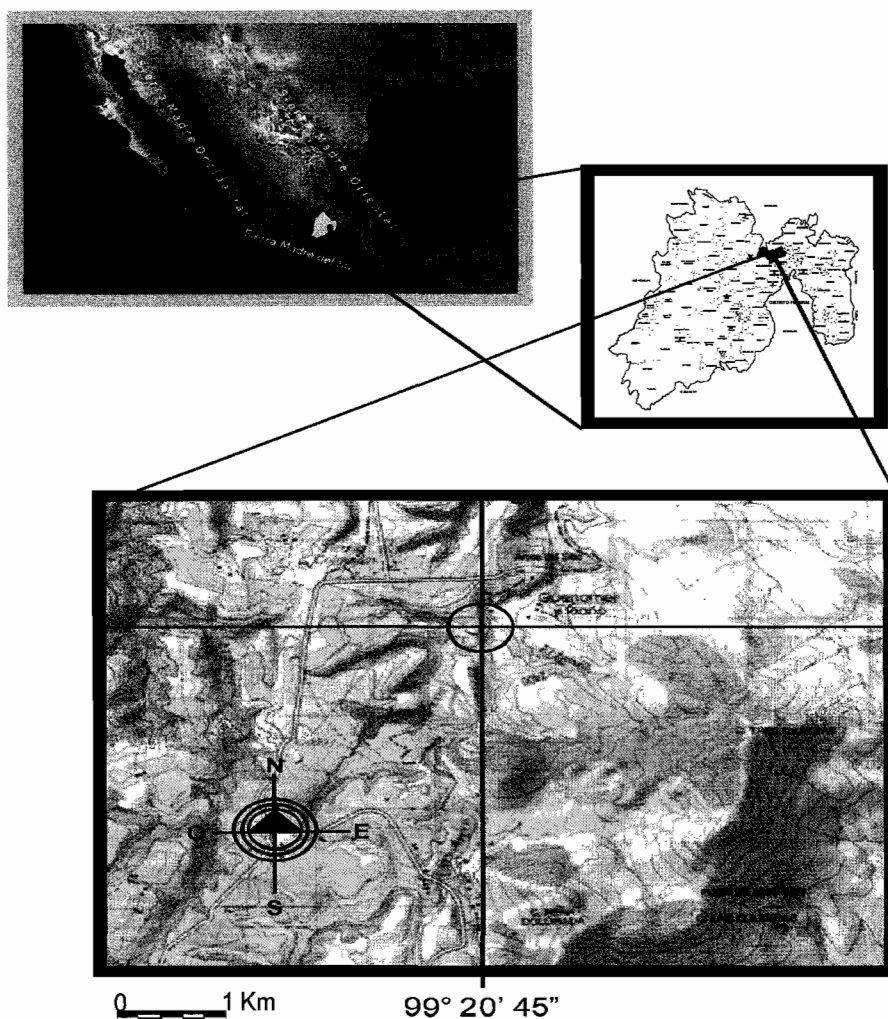


Fig. 1: Mapa de la ubicación de la zona de estudio, extraído de las Cartas Topográficas en escala 1:50 000 INEGI.

El municipio de Tepetzotlán, tiene una superficie de 208,083 km², con una longitud perimetral de 88,256.21 m y representa el 0.93% de la superficie total del Estado de México.

El municipio de Tepetzotlán limita al norte con el poblado de San José Piedra Gorda de Tepejí de Ocampo en el Estado de Hidalgo, así como con los municipios de Huehuetoca y Coyotepec del Estado de México; al sur con las poblaciones de Axotlán, Huilango y Santa María Tianguistengo, perteneciente al municipio de Cautitlán Izcalli y con el municipio de Nicolás Romero; al este con Teoloyucan y Cuatitlán y al oeste con Villa del Carbón y con los poblados de San Francisco Magú y Cahuacán, ambos en el municipio de Nicolás Romero. (INEGI, 2002)

4.2 Geología

| ERA | PERIODO | ROCA O SUELO | UNIDAD LITOLÓGICA | % DE LA SUPERFICIE EN EL MUNICIPIO |
|-----------|-------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Cenozoico | Cuaternario | Suelo | Aluvial | 5.62 |
| | Terciario | Ígnea Extrusiva | Andesita | 35.10 |
| | | | Brecha volcánica básica | 0.60 |
| | | | Brecha volcánica intermedia | 12.77 |
| | | ND | Volcanoclástica | 45.91 |

Tabla 1: INEGI, 2002. Carta geológica, 1: 250 000.

4.3 Geomorfología

Las principales formaciones geomorfológicas son:

- Sierra: Conformada por la Sierra de Tepetzotlán.
- Laderas: Las constituyen el pie de monte de la Sierra de Tepetzotlán hacia el sur, este y oeste de la Sierra.
- Colinas: Están conformadas por las cerros en los extremos noreste y oeste del municipio.
- Llanuras: Lo constituyen las tierras bajas del valle del Río Tepetzotlán (INEGI, 2002).

4.4 Fisiografía

| PROVINCIA | SUBPROVINCIA | SISTEMA DE TOPOFORMAS | % DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL |
|------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Eje neovolcánico | Lagos y volcanes de Anáhuac | Sierra | 30.82 |
| | | Lomerío | 61.09 |
| | | Llanura | 8.09 |

Tabla 2: INEGI, 2002.

4.5 Topografía

La topografía del municipio de Tepotzotlan presenta diferentes altitudes mismas que van desde los 2, 250 m en las partes planas hasta los 2,950 m s.n.m. en las partes más altas y corresponde al pico La Palma y al Cerro de las Tres Cabezas. El sistema orográfico del municipio es muy variado, en su mayor parte esta integrado por un conjunto de cañadas, lomeríos y llanos circundados por una cadena montañosa denominada Sierra de Tepotzotlán (INEGI, 2002).

La Sierra de Tepotzotlán tiene una superficie de 13,175 hectáreas que conforma el Parque Estatal de preservación ecológica , creado mediante el congreso local y publicado en la gaceta de gobierno de fecha 26 de mayo de 1977 (Neri, 1998).

| ELEVACIONES | ALTITUD (m. s.n.m.) |
|----------------------|---------------------|
| Pico “La Palma ” | 2950 |
| Cerro “Tres Cabezas” | 2950 |
| Peña Colorada | 2850 |
| Cerro Gordo | 2700 |
| Picacho “Santa Rita” | 2600 |
| Cerro “El Filo” | 2600 |
| Cerro de Piedra | 2550 |
| Cerro “La Columna” | 2550 |
| Los Santillanes” | 2550 |
| Cerro “El Calvario” | 2450 |
| Cerro “El Tejocote” | 2450 |

Tabla 3: Elevaciones de la Sierra de Tepotzotlán .INEGI 1990

4.6 Clima

El clima del municipio de Tepetzotlán, con base en el sistema de Clasificación de Koeppen, modificado por Enriqueta García corresponde a C (w) (w), considerado como templado Sub-húmedo, con lluvias principalmente en el verano, y heladas en el invierno. Existen tres subtipos de clima dentro del municipio, con base en los datos de las estaciones la Presa “La Concepción” y la estación meteorológica de “Tepetzotlán”, situadas en el límite sur de la Sierra de Tepetzotlán:

- C (w0)(w)b (i') .- El más seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano.
- C (w1)(w)b (i') .- Intermedio entre los templados subhúmedos con lluvias en verano.
- C (w2)(w)b (g) .- El más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias de verano.

La (w0) (w), indica que es el más seco de los subhúmedos; (w1)(w), es el intermedio entre el w0 y el w2 y (w2) (w), es el más húmedo de los subhúmedos. La (w) indica los porcentajes de precipitación invernal, con respecto al total anual que en este caso es menor del 5%. La (i') significa con poca oscilación térmica (quiere decir que la diferencia en temperaturas entre el más frío y el más caliente oscila entre 5 y 7^o C). La (g), indica la marcha de la temperatura tipo Ganges (el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano) y la (b), significa que es con verano fresco y largo (García, 1979).

| TIPO O SUBTIPO | SÍMBOLO | % DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL |
|---|---------|------------------------------|
| Templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad.. | C (w2) | 18.06 |
| Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media. | C (w1) | 61.78 |
| Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad. | C (w0) | 20.16 |

Tabla 4: Climas que predominan en el municipio de Tepetzotlán, INEGI, 2002.

4.7 Hidrología

El municipio cuenta con importantes recursos hidrológicos como la Presa de la Concepción, con una capacidad de 12 500, 000m³, de ésta deriva el Río Hondo de Tepetzotlán y el canal de la margen izquierda (zanja real); ambos tienen un curso poniente a oriente, representan la principal fuente de irrigación de los pueblos: Santiago Cuahutlalpan, Santa Cruz, San Mateo Xóloc y la Cabecera municipal (Neri, 1998).

Los principales arroyos de la zona son: Alcaparrosa, el Chile Verde, Tejocote, La Piedra, Los Ailes, Los Coyotes, Los Órganos, Los Pocitos, Palo Redondo, El Aguaje, El Puerto, El Sanz, El Ojo de Agua, El Grande, La Muerta, El Salto, Agua Escondida, El Sobaco, el Capulín, El Laurel, Tierra Colorada, la Rosa, Hondo y el Chiquito.

La única fuente de abastecimiento de agua potable para el municipio lo constituye el manto acuífero de la Cuenca de México, que es uno de los mas importantes del país, tanto por su magnitud como por el destino de sus aguas; de él se extraen anualmente alrededor de 500 millones de m³ de agua, mediante la operación de más de 100 pozos.

El acuífero del Valle de México se recarga básicamente con la infiltración de aguas de lluvia, que se precipita sobre las sierras del poniente, sur y oriente de donde fluye hacia al centro de la zona lacustre (INEGI, 2002).

| CLAVE | REGIÓN | CUENCA | SUBCUENCA |
|-------|--------|--------------|--------------|
| RH26 | Pánuco | R. Moctezuma | R. El Salto |
| | | | R. Cautitlán |
| | | | Tepotzotlán |

Tabla 5: INEGI. Carta hidrológica de Aguas superficiales, 1:250 000.

4.8 Vegetación

La posición geográfica del municipio lo hace pródigo en cuanto a la gran variedad de vegetales aprovechables, sin embargo con el paso del tiempo se ha reducido considerablemente.

Con base en el trabajo de gabinete realizado por la Secretaría de Ecología del Estado de México en el 2003, en el municipio de Tepotzotlán agruparon la vegetación en siete tipos, siendo estos los siguientes:

1. Bosque de *Quercus* (Encinos) : Se restringe a la región montañosa, localizándose entre los 2,350 y 2,990 m s.n.m., sobre suelos someros o profundos moderadamente ácidos, con abundante hojarasca y materia orgánica a todo el largo del perfil del suelo como los Feozem y Litosoles. Los *Quercus*, se caracterizan por ser plantas caducifolias y por su extensión así se comporta gran parte del bosque; sin embargo, el período de carencia del follaje de la mayor parte de las especies de hoja decidua es breve, con frecuencia menor de un mes y además no siempre coincidente entre unas y otras, de modo que el bosque conserva siempre parte su verdor. En las zonas de mayor altitud los encinares llegan a medir hasta 12m de altura formando un bosque moderadamente denso. Sin embargo, es más frecuente un tipo de bosque abierto y bajo de tres a cinco metros aproximadamente, esto se debe a que existe un menor contenido de humedad.
2. Bosque Mixto de Encino y Pino (*Quercus sp.* y *Pinus sp.* : En la parte montañosa media, entre los 2,500 y 2,550 m s.n.m. prospera un bosque mixto en donde se encuentran varias especies de pinos, tales como el *Pinus teocote*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *P. hartwegii*. Estos árboles se caracterizan por tener una altura entre 8 y 12 m, que indican la presencia de un microclima más húmedo.
3. Matorral de *Quercus* : Esta comunidad ocupa una posición intermedia entre el matorral xerófilo y el bosque de *Quercus sp.* y se caracteriza por ser una comunidad arbustiva entre 40 y 80 cm de altura, formada especialmente por *Quercus frutex*, especie de hoja caediza que prospera al reproducirse vegetativamente por sus partes subterráneas formando clones que abarcan superficies de varios metros de diámetro. Tal propiedad les confiere resistencia a los incendios que frecuentemente se propagan en estas comunidades. Es frecuente que los clones de *Quercus* dejen espacios entre sí

espacios irregulares que aprovechan otros tales como *Baccharis conferta* y *Eupatorium glabratum*.

4. Matorral Xerófilo: Este matorral tiene como especies dominantes a los nopales los cuales pertenecen al género *Opuntia* y entre las especies principales se encuentran las siguientes: *Opuntia streptacantha*, *O. sarca*, *O. lindheimeri*, *O. incarnadilla*, *O. cantabrigiensis* y *O. tomentosa*; éste tipo de vegetación es un matorral espinoso, abierto de uno a tres metros de alto. Otras de las especies de cactáceas que se encuentran corresponden al género *Mammillaria* o comúnmente llamadas biznagas, entre las que se encuentran las especies *Mammillaria atrorubra*, *M. fulvispina*, *M. magnimmama*, *M. purpurea* y *M. rhodata*.
5. Pastizal : Se encuentran entre los 2,300 a 2,700 m s.n.m., predominan las especies de gramíneas que cubren grandes extensiones, las principales especies son: *Bouteloua sp.*, *Andropogon sp.*, *Digitaria sp.*, *Mulbembergia sp.*, *Poa sp.* y *Stipa sp.* Entre los 2,300 y 2,400 m s.n.m., cercanas a los poblados y por lo tanto sujetas a una mayor perturbación, la influencia antropogéna provoca la existencia de pastizales inducidos en los que con frecuencia se ven elementos del matorral xerófilo, del matorral de encino y en menor proporción del bosque de *Quercus*. Estos pastizales prosperan sobre las laderas de pendiente moderada, lomeríos y planicies. A partir de los 2,700m s.n.m., se encuentran dispersos algunos zacatonales, que son comunidades de gramíneas amacolladas altas, como los géneros *Mulbembergia* y *Stipa* que van de 60 a 120 cm de altura, es probable que sean asociaciones secundarias surgidas después de la destrucción del Bosque de *Quercus* (Núñez, 1990 citado por SEEM, 2003).

6. Plantas Arvenses : Estas especies se desarrollan dentro de los campos de cultivo o en sus alrededores, forman combinaciones que se repiten con bastante fidelidad en una región toda vez que se presenten condiciones ecológicas similares, sin embargo, si estas se modifican ocurre una fluctuación evidente en cuanto a su fisonomía y estructura. Se encontraron especies como *Simsia amplexicaulis*, *Bidens odorata* y *Tithonia tubaeformis*, formando parte de cultivos abiertos como el maíz; mientras como en cultivos de alfalfa predomina el *Rhaphanus raphanistrum*, *Eruca sativa* y *Brassica campestris*.
7. Plantas Ruderales : Son plantas que se desarrollan en los alrededores de las viviendas, a orillas de las vías de comunicación, zanjas, cortes de montañas, basureros y terrenos baldíos. Se distribuyen en función de las diferentes condiciones climáticas, edáficas y como un factor decisivo del tipo de acción humana con el subsecuente cambio ambiental que tal acción acarrea. Un ejemplo característico que se establece cerca de las viviendas es *Senna multiglandulosa*, así como *Cosmos bipinnatus* y *Cosmos diversifolious*.

De acuerdo con el estudio realizado por el INEGI en el 2002, la vegetación que se encuentra principalmente en el municipio, corresponde a tres tipos que a continuación se describen:

- 1.- Pastizales que ocupa un 36.36% de la superficie municipal, con especies como *Muhlenbergia sp.* (zacatón), *Bouteloua gracilis* (navajita), *Aristida divaricata* (zacate), *Opuntias sp.* (nopal), *Acacia sp.* (huizache); principalmente utilizados como forraje.
- 2.- Bosque de Encino que ocupa un 24.41% de la superficie municipal, con especies como : *Quercus castanea* (encino colorado), *Quercus laurina* (Encino laurelillo), *Quercus rugosa* (encino), *Arbutus sp.* (madroño), *Baccharis conferta* (escobilla); con usos domésticos.

3.- El Matorral Xerófilo que ocupa un 3.59% de la superficie municipal, con las siguientes especies: *Opuntia sp.* (nopal), *Eysenhardtia polystachya* (vara dulce), *Schinus molle* (pirul), *Acacia sp.* (huizache) y *Echinocereus sp.* (biznaga); con diferentes usos entre los que se pueden citar domésticos, forrajeros y ornamentales (INEGI, 2002).

4.9 Fauna

La fauna al igual que la vegetación, se ha reducido en forma considerable, debido a la explotación inmoderada de los bosques, a la cacería y a la expansión de la agricultura.

Para el municipio se reporta la existencia de las siguientes especies de mamíferos : *Canis latrans cagottis* (coyote), *Sylvilagus sp.* (conejo), *Spermophilus variegatus* (ardilla), *Taxidea taxus berlandieri* (tlacoache), *Bassariscus astutus astutus* (cacomixtle), *Dasyurus novemcinctus mexicanus* (armadillo), *Peromyscus sp.* (ratón), *Mephitis sp.* (zorrillo), *Procyon lotor* (mapache); entre las aves se reportan: *Cathartes mexicanus* (zopilote), *Mimus polyglottos* (cenzontle), *Accipiter sp.* (gavilán), *Junco phaeotus* (gorrión), *Icterus sp.* (calandria), *Colinus virginianus* (codorniz), *Otus trichopsis* (tecolote), *Casmerodius albus egretta* (garzas), *Apelocoma sp.* (paloma cabeza gris), *Catherpes mexicanus* (salta-pared), *Aegolius sp.* (lechuza). Además de algunas aves migratorias como *Aythya americana* (pato cabeza roja), *Anas acuata tzitziboa* (pato golondrino), *Anas cyanoptera* (carceta común), *Fulica americana americana* (ganso del Canadá), *Casmerodius albus egretta* (garzas).

Entre las especies de reptiles que se reportan para la zona : *Crotallus sp.* (víbora de cascabel), *Pituophis deppei deppei* (cincuate), *Microrus fitzingeri fitzingeri* (coralillo), *Kinosternon hirtipeis* (tortuga), *Sceloporus sp.* (lagartija), *Phrynosoma orbiculare* (camaleón) (Neri. 1996).

4.10 Población

La población del municipio actualmente de acuerdo con el censo del 2000 es de un total de 62 280 habitantes que se encuentran distribuidos de forma desigual; así en la cabecera municipal se encuentra la mayor concentración de habitantes con 36 645; le siguen las localidades de Santiago Cuautlalpan con 7 346; San Mateo Xoloc con 6 186; Cañada de Cisneros con 2 926; Santa Cruz con 1 959; La Concepción con 1 113; San Miguel Cañadas con 730; Ampliación los Potros con 619, Lumbrera número diez con 551; y Dolores con 462 habitantes.

| AÑO 2000 | TOTAL | HOMBRES | PORCENTAJE | MUJERES | PORCENTAJE |
|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Estado | 13 096 686 | 6 407 213 | 48.9 | 6 689 473 | 51.1 |
| Municipio | 62 280 | 30 611 | 49.2 | 31 669 | 50.8 |

Tabla 6: Población total según sexo. INEGI Censo de Población y Vivienda 2000.

En cuanto a las edades, los habitantes del municipio son gente joven; el 62% de las personas que están en el rango de 15-64 años de edad, del total de la población, el 50.8% corresponde a mujeres y el 49.2% a hombres.

4.11 Grupos Étnicos y Lingüísticos

Los grupos étnicos en el municipio son de consideración, aunque han disminuido con el paso del tiempo de acuerdo a las estadísticas; existen 56 personas que hablan Náhuatl; veintiséis miembros que hablan Otomí, 15 hablan Mazahua, catorce hablan Mixteco, diez hablan Totonaca y cuatro miembros del grupo Triqui entre otros. (INEGI, 2002)-

4.12 Vías de Comunicación y Medios de Transporte

- a) Carreteras: las vías de comunicación se pueden dividir en internas y del tipo que sirve para comunicar a el municipio con otras localidades del Estado y del País.

Las primeras son en su mayoría de terracería y se encuentran en regular estado de conservación. Las principales calles de las comunidades tienen concreto hidráulico, adocretos o empedrados. La carretera de Tepetzotlán-Arcos del Sitio, totalmente asfaltada, con 22 Km. de longitud sirve de enlace a las comunidades del interior con la cabecera municipal, el tramo del paraje denominado la Quinta a Cuahutlalpan.

En cuanto a las segundas, son dos las principales: la Autopista México- Querétaro y la carretera circunvalación, mas conocida como carretera México Cuatitlán, Tepetzotlán, ambas se encuentran totalmente asfaltadas y debido a el aumento del tránsito vehicular siempre están congestionadas.

- b) Sistema de Transportación:

El municipio esta enlazado con la capital y el norte del país, a través de las líneas foráneas que hacen escala en la caseta del peaje, ubicada en el kilómetro 44.5 de la Autopista México-Querétaro.

Localmente esta habilitado con tres líneas de auto-transporte urbano y suburbano: la línea de Autobuses México, Cuatitlán-Tepetzotlán, la línea de Autobuses Cuatitlán, Aurora, la Concepción y anexas A. de C. V. y la línea de Auto-transporte del Norte.

4.13 Vivienda

a) Distribución de la vivienda:

Los centros de población del municipio se clasifican por los servicios con que cuentan y por el número de habitantes, en zonas: urbanas, suburbanas, y rurales. En el primer caso sólo se presentan en la zona de la cabecera municipal. Los núcleos de población más importantes del municipio son consideradas como zonas suburbanas y la mayoría del territorio como zona rural.

b) Tipos de construcción:

Predominan las construcciones realizadas con cimentación de mampostería, muros de tabiques recocido, bloque o tabicón vibrados, techos de loza de concreto láminas de asbesto. Cabe señalar que en la actualidad quedan ya muy pocas construcciones de muros de adobe o cantera y techos de teja, bóveda catalana y terrados.

4.14 Población Económicamente Activa (PEA)

En 1990 la Población Económicamente Activa, en el municipio de Tepetzotlán fue de 30.2%, distribuida de la siguiente manera: 9.26% en el sector primario, 50.9% en el secundario y en el sector terciario poco más del 35%. Es importante mencionar que la PEA en el sector primario ha disminuido en una proporción cercana a la que han aumentado los otros sectores, fenómeno que se agudizó en la década de los años 60s.

El mayor porcentaje de la PEA, está concentrado en la rama de la industria manufacturera con el 46%, seguida del sector servicios con un 15%, el comercio con el 10%, las actividades agropecuarias con el 9% y el restante 20% corresponde a distintas ramas.

El 34% del total de la PEA, labora en el Parque Industrial de Tepetzotlán, el cual está conformado por 51 empresas de distintos giros, ubicados en las colindancias de la Autopista México-Querétaro y 6 más al poniente del centro urbano.

Los giros industriales están compuestos básicamente por el textil y de bebidas frutales, que por sus características de producción requieren de importantes volúmenes de agua (INEGI, 2002).

METODOLOGÍA

Para la preparación del presente trabajo de tesis, se realizó una revisión bibliográfica y cartográfica de los estudios y proyectos implicados. Con base en la información obtenida se elaboró un plan de trabajo de campo.

5.1 Evaluación del Estado Florístico

Se realizaron salidas mensuales durante los meses de Abril a Noviembre del 2004, para la elaboración del inventario florístico, se llevó a cabo la colecta de ejemplares a través de transectos, el material biológico se prensó *in situ* siguiendo la técnica de Gabiño (1972) y Bennett (1978); posteriormente se herborizó, una vez trasladado a el laboratorio se procedió a la determinación taxonómica con ayuda de las claves y descripciones elaboradas para la flora del Estado de México editadas por Rzedowski y Rzedowski (1979, 1985).

5.2 Evaluación del Estado Faunístico

La elaboración de la lista de especies de fauna se realizaron recorridos al azar, la colecta de anfibios y reptiles se realizó con ayuda de ganchos herpetológicos y una red de cuchara, en el caso de las aves se hizo uso de binoculares y con la ayuda de las guías de claves de campo Peterson y Howel (1934) se identificaron; así mismo se colocaron redes ornitológicas. En el caso de los mamíferos se elaboró la lista basada en la captura de ejemplares con trampas, jaulas, rastros y huellas.

5.3 Identificación y Evaluación del Impacto Ambiental

La identificación y evaluación de las actividades humanas se basó en las observaciones realizadas en las exploraciones y recorridos en el área de estudio, en un periodo de nueve meses: Marzo - Noviembre de 2004.

Con los resultados obtenidos de la identificación y descripción de las actividades humanas que impactan el área de estudio, se procedió a la construcción de los métodos matriciales de Leopold y Mac Harg, para determinar los impactos provocados en los ámbitos físicos, biológicos y socioeconómicos del área de estudio (Quiroz, 2002).

Con el propósito de aumentar la certeza del estudio además de utilizar métodos **cualitativos como lo son los Métodos Matriciales (Leopold y Mac- Harg)**, se estableció como método cuantitativo el Índice de Diversidad de Simpson.

Capítulo VI

RESULTADOS

La Mina el Cascabel se encuentra ubicada sobre la Carretera Tepetzotlán-Arcos del Sitio, en el kilómetro 25, se localiza entre las coordenadas $19^{\circ} 45' 41''$ Latitud Norte y los $99^{\circ} 20' 45''$ Longitud Oeste; y aproximadamente se encuentra a una altitud de 2 348m s.n.m.

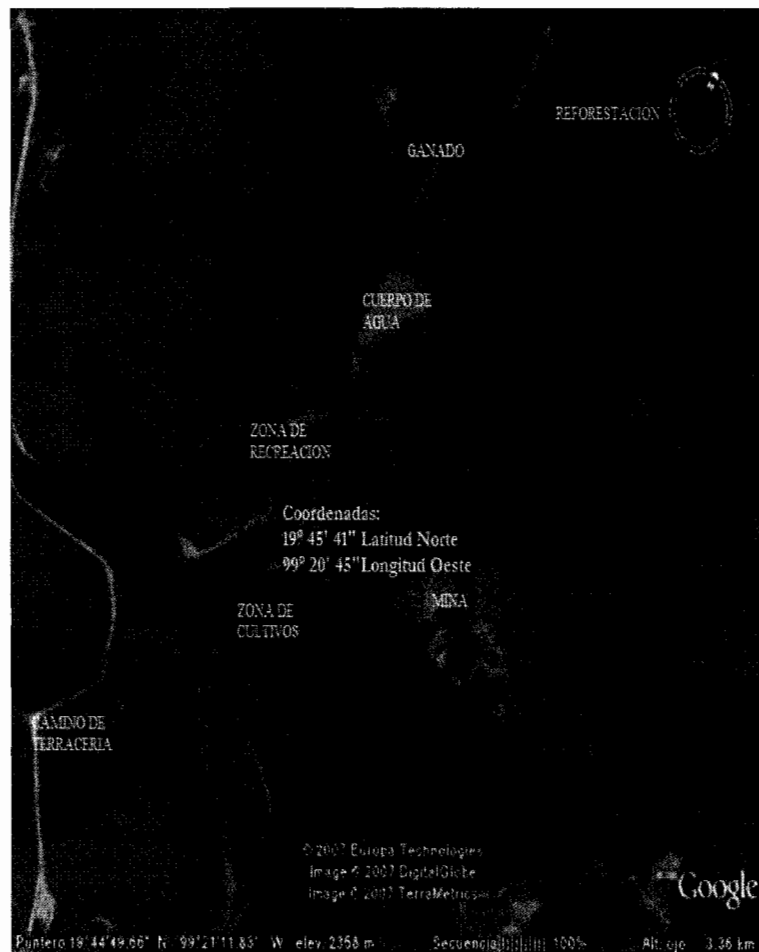


Fig. 2: Mapa de zonificación del área de estudio, La Mina el Cascabel, extraído de Earth Google.

6.1 Listado Florístico

De acuerdo con los resultados de la identificación para el listado florístico se registraron e identificaron un total de 82 especies, agrupadas en 15 familias entre las que destacan Compositae (31), Leguminosae (9), Gramineae (8), Fabaceae (7) y Euphorbiaceae (5) (Ver Anexo 1).

Se encontró que la composición florística es afín, principalmente al tipo de vegetación de acuerdo con lo establecido por Rzedowski (1988), a un Bosque de Encino.

El Bosque de Encino, es una comunidad vegetal muy características de las zonas montañosas de México. De hecho junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo. Se encuentran desde el nivel del mar hasta los 3 100m s.n.m. aunque más del 95% de su extensión se halla entre los 1 200 y 2 800 m. Los encinares de México prosperan típicamente en condiciones de clima Cw de clasificación Koeppen (1948). La precipitación mediana anual varía de 600-1200mm. La temperatura media anual tiene una amplitud de 10 a 26° C (Rzedowski, 1988).

6.2 Listado Faunístico

En el caso de el listado faunístico se registraron un total de 30 especies distribuidas en los cinco grupos de vertebrados, dentro de los cuales cuatro se encuentran bajo Protección Especial (Pr), y siete bajo el estatus de Amenazadas (A), y dentro de estas cinco son de distribución endémica, de acuerdo con los registros de la Norma Oficial Mexicana –ECOL- 059- SEMARNAT - 2001.

Anfibios: *Bufo sp.*, *Sirropsus sp.*, *Hyla arenicolor*, *Hyla eximia* y *Rana sp.*.

Reptiles: *Diadophis punctatus*, *Pituophis deppii* (A y de distribución endémica), *Salvadora bairdi* (Pr, y de distribución endémica), *Thamnophis cyrtopsis* (A), *T. eques* (A), *T. melanogaster* (A y de distribución endémica), *Sceloporus grammicus*, *S. spinosus*, *S. torquatus*..



Fig. 3: *Sceloporus torquatus*

Aves: *Accipiter sp.*, *Ardea alba*, *Cathartes aura*, *Cerileia americana*, *Cyanocitta stelleri*, *Charadrius vociferus*, *Dendroica coronata* (A), *Hirundo rustica*, *Molothrus aeneus*, *Pheucticus melanocephalus*, *Pyrocephalus rubinus*, *Sayornis saya*, *S. nigricans*, *Thurdus migratorius* (Pr y Dist. Endémica) y *Xenotricus mexicanus* (Pr).

Mamíferos: *Bassariscus astatus* (A, Distribución Endémica), *Canis latrans* (A), *Lynx rufus* y *Nasua nasua*..

6.3 Índices de Diversidad

Cada muestra de ecosistema presenta una combinación única realizada de las muchísimas teóricamente posibles si se tiene en cuenta la biodiversidad total (Margalef 1997, 1999 in Terradas 2001).

Intervienen procesos de especiación, que se dan en la escala temporal evolutiva y con un alcance territorial que puede ser continental. También procesos migratorios, que se dan en tiempos más cortos, aunque en ámbitos territoriales equivalentes.

La mayor parte de este esfuerzo se ha concretado en el desarrollo de índices de diversidad y en relacionar la evolución de dichos índices con las de otras características como estabilidad o producción. En la literatura ecológica, ha habido un largo periodo de casi abandono desde los trabajos de los años sesenta y sólo en los noventa el grupo de Tilman especialmente volvió a reabrir la cuestión. Este renovado interés actual por la diversidad procede, indudablemente, de la promoción del término biodiversidad en el contexto de los problemas de conservación (Margalef, 1997 citado en Terradas, 2001).

Puesto que la diversidad puede ser interpretada como una consecuencia de la división de los recursos (de la división del nicho total en nichos particulares), los ecólogos han usado medidas de diversidad que, además de la riqueza de especies, tiene en cuenta la proporción en que éstas están representadas, como indicador de la manera en que se divide el nicho total entre ellas.

Si la diversidad se relaciona con el grado de organización, entonces habrían de existir regularidades muy generales que la relacionan con aspectos energéticos y de estabilidad del ecosistema.

Los índices de diversidad nos indican la proporción de individuos de cada especie de acuerdo a una comunidad, y por lo tanto nos indica si la distribución de una especie es heterogénea u homogénea dentro de una comunidad, por consiguiente evaluar si las actividades humanas afectan en la distribución de las especies.

La formula para obtener la diversidad de Simpson es la siguiente:

$$D_s = 1 - \frac{E N (N-1)}{n_i (n_i-1)}$$

Nomenclatura:

Donde:

EN- Numero total de la muestra.

ni- Numero de organismos de cada especie.

| GRUPO | DIVERSIDAD |
|----------|------------|
| Anfibios | 0.58 |
| Reptiles | 0.82 |
| Aves | 0.87 |

Tabla 7: Indica los valores de diversidad de Simpson.

6.4 Impacto Ambiental

De acuerdo con los resultados obtenidos, se detectaron nueve actividades humanas, generadoras de impacto que se citan a continuación:

1.- Explotación minera a cielo abierto: Dentro de la localidad de San Miguel Cañadas se encuentra La Mina el Cascabel, ubicada en el kilómetro 25, de la Carretera Tepotzotlan-Arcos del Sitio, se localiza entre las coordenadas $19^{\circ} 45' 41''$ Latitud Norte y los $99^{\circ} 20' 45''$ Longitud Oeste; y aproximadamente se encuentra a una altitud de 2 348m s.n.m. En esta mina se extraen principalmente materiales de construcción como es arena, grava y roca, las labores de esta mina se iniciaron en el año 1997, se han explotado alrededor de 2,000 m² y con un potencial de 40 hectáreas a explotar; la producción promedio de explotación es de seis carros diarios, con una capacidad aproximada de 4.5 toneladas y dentro de la cual laboran alrededor de 18 personas.

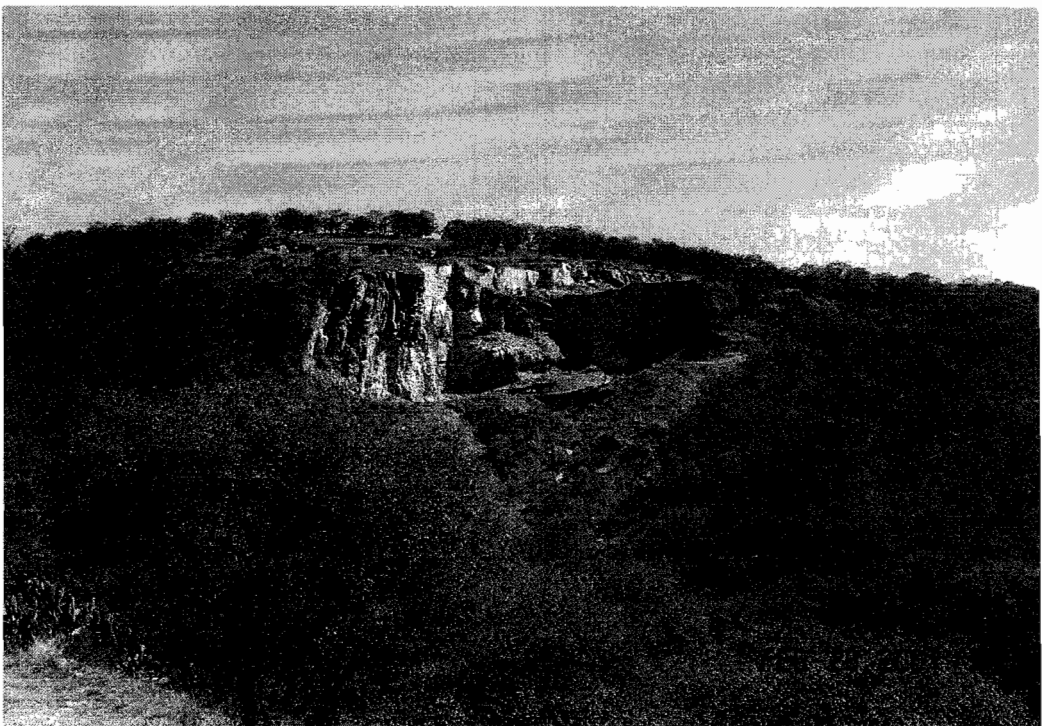


Fig.4: Fotografía de la extensión de la explotación de la Mina el Cascabel

2.- Creación de caminos de acceso: Se realizó un camino de acceso de terracería para acceder a la zona, que parte de la Carretera Tepotzotlán- Arcos del Sitio en el kilómetro 25 a las instalaciones de la mina y aproximadamente mide 500 metros.



Fig. 5: Fotografía donde se ejemplifica el camino de terracería que se realizó para acceder a la zona.

3.- Utilización de maquinaria: Se emplean diversas maquinas para realizar la extracción de los materiales, como trascabos.



Fig. 6: Utilización de maquinaria.

4.- Movimientos vehiculares

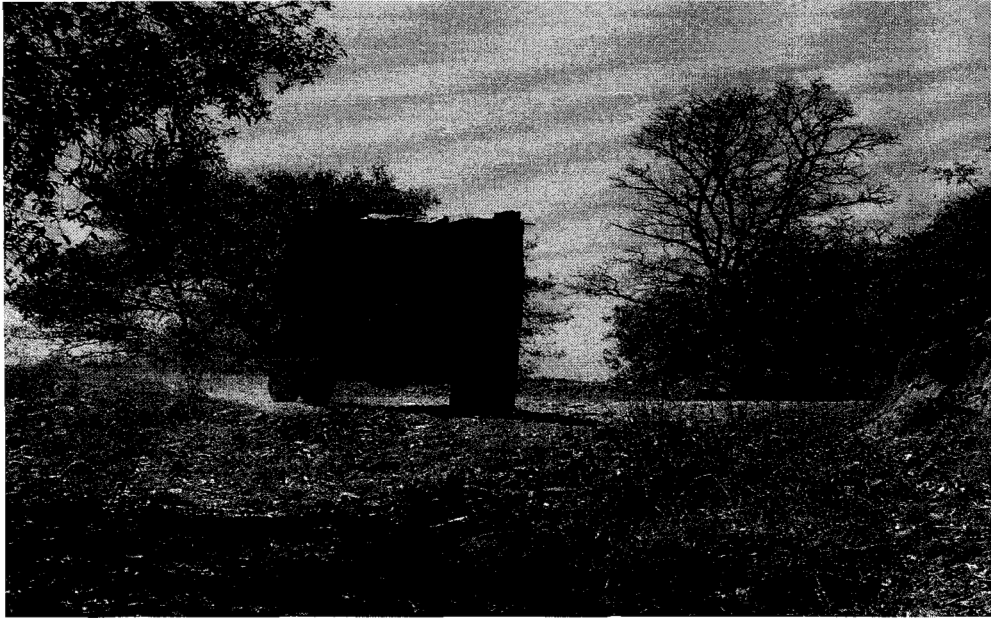


Fig. 7: Camiones utilizados para la transportación de los materiales.



Fig. 8: Camiones utilizados para la transportación de los materiales.

5.- Cultivos de maíz de temporal, se realiza con la técnica tradicional con fines de autoconsumo y ocupa una extensión de 14 hectáreas.

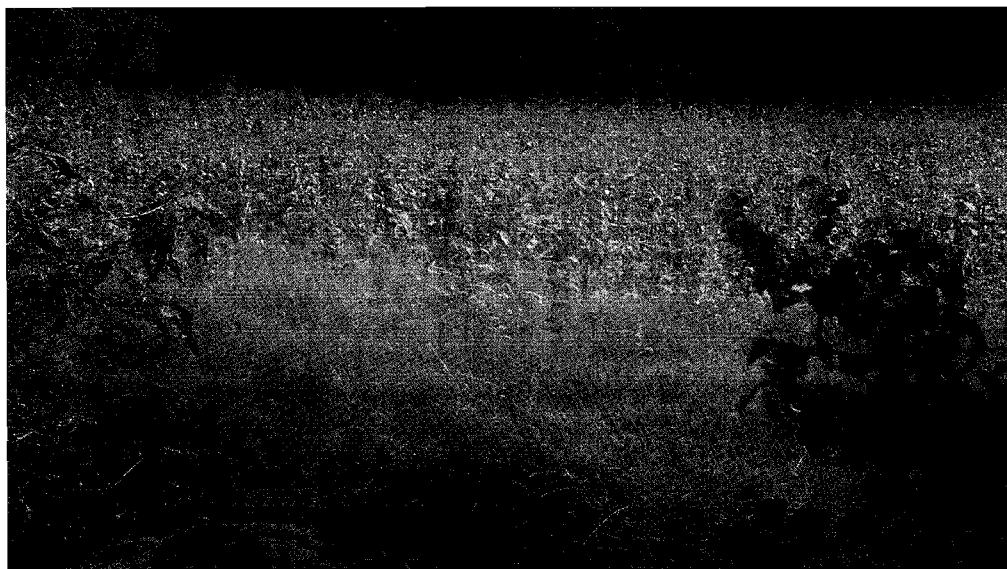


Fig. 8: Cultivo de maíz.

6.- Ganadería, se práctica la ganadería extensiva de bovinos con alrededor de cincuenta cabezas.



Fig. 9: Excretas como evidencia de actividades ganaderas.

7.- Actividades recreativas: Durante ciertas temporadas la gente ocupa este lugar para realizar diferentes actividades al aire libre, como lo es jugar, introducirse en el río, realizar fogatas.



Fig. 10: Construcción de lugares para actividades recreativas a largo plazo para recibir mas visitantes a este lugar.



Fig. 11: Evidencia de rastros de fogatas realizadas por la gente que visita este lugar.

8.- Reforestación: Debido a las condiciones que se presentaron al encontrar espacios sin vegetación y creando barreras se ha implementado como estrategia la reforestación del lugar de una pequeña extensión.



Fig. 12: Reforestación de la zona con *Pinus patula*.

9.- Extracción de leña: En este lugar existe la evidencia de que se extrae leña para la utilización en chimeneas de casas aledañas a la zona de estudio.



Fig. 13: Leña extraída de la zona de estudio.

En la Matriz tipo Leopold se representan las relaciones entre las acciones generadoras de impacto, que en este caso son nueve principalmente, por otro lado están los elementos impactables, estos son los físicos, biológicos, y socioeconómicos.

Al interrelacionar dichas acciones con los elementos que afectan se les asignaron los tipos de impactos que se describen a continuación en el siguiente cuadro:

| Clasificación de los impactos para la elaboración de la Matriz de Leopold. | | |
|--|--|---------|
| TIPO DE IMPACTO | DESCRIPCIÓN | SÍMBOLO |
| Negativo | El impacto provocado a los componentes del ambiente es adverso afectando alguna o algunas de sus características. | |
| Muy Significativo | | ☀ |
| Significativo | | ■ |
| Poco significativo | | ∂ |
| Positivo | El impacto provocado por las acciones realizadas es benéfico hacia los componentes del ambiente. | |
| Muy significativo | | ☺ |
| Significativo | | Ω |
| Poco significativo | | □ |
| Nulo | No existe impacto aunque las acciones generadoras de impacto y el componente del ambiente están presentes en un mismo espacio. | |

Tabla 8: Descripción de los tipos de impacto que se consideraron para la construcción de la Matriz de Leopold.

| MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA | | | | ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTO | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------|------------|----------------------|----------|--------|---------------|------------|--------------------|---|---|--|
| Impacto | Descripción | | Simbología | Caminos de acceso | Explotación de la mina. | Maquinaria | Movimiento Vehicular | Cultivos | Ganado | Reforestación | Recreación | Extracción de leña | | | |
| Positivo | Muy Significativo | Significativo | ☉ | | | | | | | | | | | | |
| Negativo | Poco Significativo | Muy Significativo | ☼ | | | | | | | | | | | | |
| | Significativo | Poco Significativo | ☼ | | | | | | | | | | | | |
| | | | ☼ | | | | | | | | | | | | |
| ELEMENTOS IMPACTABLES | FISICOS | SUELO | Compactación | Porosidad | ☼ | | ☼ | ∅ | | ∅ | ☼ | ∅ | | | |
| | | | | Permeabilidad | ☼ | | ☼ | | | | | | | | |
| | | | Estructura | Fertilidad | ☼ | | ☼ | ∅ | ∅ | ☼ | ☼ | ☼ | | | |
| | | | | Erosión | ☼ | ☼ | ☼ | ∅ | ☼ | ∅ | ☼ | ☼ | ☼ | | |
| | | Residuos | Sólidos | | | | | | | ∅ | ☼ | | | | |
| | | ATMÓSFERA | Calidad del aire | Gases | ∅ | ☼ | ∅ | ∅ | | | | ☼ | | | |
| | | | | Partículas | ∅ | ☼ | | | | | | | | | |
| | | | Ruido | Duración | ∅ | ☼ | ∅ | ∅ | | | | | | | |
| | | | | Intensidad | ☼ | ☼ | ∅ | ∅ | | | | | | | |
| | | AGUA | Superficial | Contaminación | | ☼ | | | | ∅ | ☼ | | | | |
| | | SISTRATO GEOLOGICO | Derrumbes | | | ☼ | | | | | | | | | |
| | | | Sismos | | | ☼ | | | | | | | | | |
| | BIOLÓGICOS | FLORA | Árboles | | ☼ | ☼ | | | ☼ | | ☼ | ☼ | ∅ | | |
| | | | Arbustos | | ☼ | ☼ | | | ☼ | ∅ | | ☼ | ☼ | ∅ | |
| | | | Herbaceas | | ☼ | ☼ | | | ☼ | ∅ | ☼ | ☼ | ☼ | | |
| | | FAUNA | Anfibios | | | ☼ | | | | ∅ | | ☼ | ☼ | ∅ | |
| | | | Reptiles | | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ∅ | ∅ | ☼ | ☼ | ☼ | | |
| | | | Aves | | | ☼ | | | | | | ☼ | | | |
| | | | Mamíferos | | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ | ∅ | | ☼ | ☼ | | | |
| | SOCIOECONOMICOS | REC. NATUR. | Áreas | Generación | | | | | | | ☼ | | | | |
| | | | | Pérdidas | ☼ | ☼ | | | ☼ | | | | | | |
| | | | Explotación | Renovables | ☼ | | | | | | ∅ | ∅ | ☼ | | |
| | | No renovables | | ☼ | ☼ | ∅ | ∅ | ☼ | | | | | | | |
| | | EMPLEO | Formal | Permanente | | ☼ | | | | | | | | | |
| USO DE SUELO | Forestal | | | | | | ☼ | ☼ | ☼ | | | ∅ | | | |
| ESTETICO CULTURAL. | PAISAJE | Natural | Cerros | ☼ | ☼ | | ☼ | | | | | | | | |
| | | | Bosques | ☼ | ☼ | | | ∅ | ∅ | ☼ | | | | | |
| | | | Planicies | | | | | ☼ | | | | ∅ | | | |
| | Artificial | Estructuras | | | | | | | | | ∅ | | | | |
| | CALIDAD DE VIDA | Zonas de recreo | | | | | | | | | ☼ | | | | |

Una vez terminada la Matriz de Leopold se realizó un conteo de los impactos, positivos, negativos y nulos y el total de impactos que se presentan en la matriz formulada para dicho estudio, como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 9).

| IMPACTOS | | TOTAL |
|--------------------|---------------------|-------|
| Negativos | Muy significativos | 11 |
| | Significativos | 48 |
| | Poco significativos | 37 |
| | Total | 86 |
| Positivos | Muy significativos | 1 |
| | Significativos | 4 |
| | Poco significativos | 13 |
| | Total | 28 |
| Nulos | | 156 |
| Impactos presentes | | 114 |
| Impactos totales | | 270 |

Tabla 9 Resumen de impactos obtenidos del conteo realizado a partir de la Matriz de Leopold.

Los datos obtenidos del resumen (tabla 9), nos indica la presencia de un total de 270 impactos, dentro de los cuales 114 son impactos presentes y 156 nulos. De los impactos presentes se determinaron un total de 86 impactos negativos y 28 impactos positivos.

La Matriz de Mac -Harg (tabla 10) se construyó tomando en cuenta, por un lado, las acciones generadoras de impacto, y por el otro, el grado de resistencia, que va desde obstrucción, donde se encuentran aquellas especies vegetales o animales incluidas en la NOM – 059- SEMARNAT-2001, es decir aquellas en peligro de extinción, amenazadas o en riesgo; hasta el grado de débil el cual es muy poco significativo.

| | | DESCRIPCIÓN | SÍMBOLO |
|---------------------------------|-------------|--|---------|
| GRADO DE RESISTENCIA | Obstrucción | Cuando el elemento esta protegido por una ley y debe ser eludido. | ♣ |
| | Grande | El elemento debe ser evitado a causa de su fragilidad ecológica o por el costo que implica el respeto al elemento. | |
| | Media | Se puede perturbar el elemento cubriendo las condicionantes ambientales que se implican. | |
| | Débil | El elemento puede ser perturbado aplicando normas ambientales mínimas. | |
| PERTURBACIÓN DEL ELEMENTO | Alta | Cuando el impacto pone en peligro la integridad del elemento, modifica su calidad e impide su funcionamiento. | |

| | | | |
|-----------------------------------|--------------|---|--|
| | Media | Cuando el impacto disminuye la calidad e integridad del elemento. | |
| | Baja | Cuando el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento. | |
| MAGNITUD DEL ELEMENTO | Regional | El impacto alcanzará al conjunto de la población del área de influencia o a una importante de la misma. | |
| | Local | El impacto llegará a una parte limitada de la población en los límites del territorio. | |
| | Puntual | El impacto afectará a un pequeño número de gentes. | |
| CARACTERÍSTICAS DEL IMPACTO | Reversible | Díc. de la alteración del medio provocado por un impacto, cuando puede volverse a su estado normal. | |
| | Irreversible | Díc. de ciertos procesos en los que ni el medio exterior pueden ser integrados a sus estados iniciales. | |

| | | | |
|--|-------|--|--|
| IMPORTANCIA DEL IMPACTO | Mayor | Cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o cuando el elemento presenta una resistencia grande. | |
| | Medio | Cuando se presenta una modificación parcial de la naturaleza o cuando el elemento presenta una resistencia media. | |
| | Menor | Corresponde a una modificación menor de la naturaleza o el elemento presenta una resistencia débil. | |
| | Nulo | No se produce un efecto. | |

Tabla 10: Descripción de los componentes para la elaboración de la matriz de Mac-Harg.

| MATRIZ DE MAC- HARG | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----------------------|--------|-------|-------|--------------------------|-------|------|----------------------|-------|---------|----------------------------|--------------|-------------------------|-------|-------|
| SIMBOLOGIA | | Grado de Resistencia | | | | Perturbación del Impacto | | | Magnitud del Impacto | | | Característica del Impacto | | Importancia del Impacto | | |
| | | Obstrucción | Grande | Media | Débil | Alta | Media | Baja | Regional | Local | Puntual | Reversible | Irreversible | Mayor | Medio | Menor |
| Grado de Resistencia ♣ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Perturbación del Imp. ♦ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Magnitud del Imp. ▲ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Característica del Imp. ○ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Importancia del Imp. ● | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades | Elemento afectado | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caminos de acceso. | Suelo | | ♣ | | | ♦ | | | | ▲ | | | | ● | | |
| | Atmósfera | | ♣ | | | | | | | ▲ | | | | | ● | |
| | Flora | | | ♣ | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | | |
| | Fauna | ♣ | | | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | | |
| | Paisaje | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | | |
| Explotación de la mina. | Suelo | | ♣ | | | ♦ | | | | ▲ | | | | ● | | |
| | Atmósfera | | ♣ | | | ♦ | | | | ▲ | | | | | ● | |
| | Agua | | | ♣ | | ♦ | | | | ▲ | | | | | ● | |
| | Sustr. Geológico | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | | | ● | |
| | Flora | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | | |
| | Fauna | ♣ | | | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | | |
| | Empleo | | | | | | | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Paisaje | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | | |
| Maquinaria. | Suelo | | ♣ | | | ♦ | | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Atmósfera | | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Fauna | ♣ | | | | ♦ | | | ▲ | | | | | | | ● |
| Movimiento Vehicular. | Suelo | | | ♣ | | ♦ | | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Atmósfera | | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Fauna | ♣ | | | | ♦ | | | ▲ | | | | | | | ● |
| | Empleo | | | | | | | | | ▲ | | | | | | ● |
| Cultivos. | Suelo | | | | | | | | | ▲ | | | | | ● | |
| | Flora | | ♣ | | | ♦ | | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Fauna | ♣ | | | | ♦ | | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Uso de suelo | | | ♣ | | ♦ | | | | ▲ | | | | | ● | |
| | Paisaje | | | ♣ | | ♦ | | | | ▲ | | | | | ● | |
| Ganado. | Suelo | | | ♣ | | ♦ | | | | ▲ | | | | | ● | |
| | Agua | | | ♣ | | ♦ | | | ▲ | | | | | | ● | |
| | Flora | | | ♣ | | ♦ | | | | ▲ | | | | ● | | |
| | Fauna | ♣ | | | | ♦ | | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Uso de suelo | | | ♣ | | ♦ | | | | ▲ | | | | | ● | |
| | Paisaje | | | ♣ | | ♦ | | | ▲ | | | | | | ● | |
| Reforestación | Suelo | | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | ● | | |
| | Atmósfera | | | | | | | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Agua | | | | | | | | ▲ | | | | | | | |
| | Flora | | | | | | | | | ▲ | | | | | | |
| | Fauna | ♣ | | | | | ♦ | | | ▲ | | | | ● | | |
| | Uso de suelo | | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | |
| Recreación. | Suelo | | ♣ | | | | ♦ | | | ▲ | | | | | | ● |
| | Flora | | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | |
| | Fauna | ♣ | ♣ | | | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | |
| | Paisaje | | | ♣ | | | ♦ | | | ▲ | | | | | ● | |
| Extracción de leña. | Flora | | ♣ | | | | ♦ | | | | | | | | ● | |
| | Fauna | ♣ | | | | | ♦ | | | | | | | | | ● |

Una vez concluida la Matriz de Mac – Harg, se realizo el conteo de los impactos y los resultados se muestran a continuación en la tabla doce.

| PARAMETROS | | NO. DE IMPACTOS |
|----------------------------|--------------|-----------------|
| GRADO DE RESISTENCIA | OBSTRUCCIÓN | 9 |
| | GRANDE | 13 |
| | MEDIA | 17 |
| | DEBIL | 0 |
| PERTURBACIÓN DEL IMPACTO | ALTA | 8 |
| | MEDIA | 22 |
| | BAJA | 7 |
| MAGNITUD DEL IMPACTO | REGIONAL | 0 |
| | LOCAL | 15 |
| | PUNTUAL | 27 |
| CARACTERÍSTICA DEL IMPACTO | REVERSIBLE | 25 |
| | IRREVERSIBLE | 10 |
| IMPORTANCIA DEL IMPACTO | MAYOR | 13 |
| | MEDIO | 13 |
| | MENOR | 16 |

Tabla.12: Resultados obtenidos de la elaboración de la tabla de Mac-Harg.

Capítulo VII

DISCUSIÓN

Es fundamental comprender las delicadas relaciones que existen entre el hombre y la naturaleza, conocer los mecanismos mediante los cuales la acción de aquel que altera el equilibrio biológico de un medio determinado y de ser posible, evaluar su impacto sobre los diversos componentes del medio.

Se sabe que cualquier actividad humana ocasiona transformaciones, positivas o negativas, en las áreas circunvecinas, y en ocasiones tan grandes, que influyen decisivamente en los aspectos físicos, químicos y biológicos (Vizcaíno, 1986).

Son diversos los tipos de materiales que extrae el hombre de la superficie o del subsuelo, pero en todos los casos produce un impacto de influencia variable en importancia y magnitud, tanto sobre el ecosistema directamente, como en los aspectos socioeconómicos. La magnitud y la importancia del impacto ambiental dependen de la manera de como se realice la extracción de la cantidad y el tipo de materiales extraídos, de la extensión del área, del manejo que se dé a dichos materiales y de las características fisiográficas, hidrográficas, culturales y socioeconómicas, de la zona de estudio (Owen, 1986).

La extracción de materiales de construcción (grava, arena y roca) que se realiza en la mina el Cascabel del municipio de Tepotzotlán esta produciendo una destrucción gradual, que afecta profundamente las colinas, cortes abruptos y depresiones en las que se encharca el agua y se acumula basura, bruscas deformaciones del paisaje, peligro de derrumbes deslaves y azolves, que pone en riesgo la vida de los trabajadores y de algunas especies de mamíferos; la utilización de explosivos

ahuyenta en específico a las especies de aves y mamíferos, que pueden estar migrando a otras áreas más alejadas.

Otro aspecto es la contaminación atmosférica en el área de extracción por las grandes emisiones de polvos que se producen en la explotación a cielo abierto; también se presentan emisiones de polvo durante las operaciones de trituración y cribado que tienen lugar inmediatamente después de la extracción; así como las pequeñas cantidades de emisiones producidas por la maquinaria y camiones que transportan los materiales explotados.

La apertura de caminos y la introducción de maquinaria, ocasiona la degradación de los suelos, la pérdida de la cobertura vegetal, la fauna como especies de reptiles y los pequeños mamíferos son ahuyentados.

Es inevitable el proceso de explotación por su importancia económica por lo que es indispensable disminuir los daños al medio, provocado por estas actividades.

Otra de las actividades que está afectando la pérdida de suelos fértiles es producto de malas técnicas de cultivo, debido a que se encuentra en una zona de pendiente lo que aumenta la posibilidad de agotamiento del suelo fértil, ya que es muy fácil el arrastre de tierra por acción de la lluvia, además de que se trata de un monocultivo de maíz que termina por agotar los nutrientes orgánicos esenciales del suelo y de acuerdo con Hinojosa 1993, citado por Correa 2003 la agricultura de temporal siempre produce rendimientos decrecientes por lo que sólo es utilizada paralelamente como “punta de lanza” para nuevos asentamientos y junto con la ganadería extensiva sin regulación provoca daños sobre los suelos por ser fácilmente erosionables.

Previamente a la creación del cultivo, se realiza la técnica del desmonte que consiste en limpiar, arrasar con la flora y fauna, trayendo como consecuencia el deterioro y alteración del paisaje (Concepción y Corbello, 2002).

Otra consecuencia es que al crear estas áreas se fragmentan las zonas del bosque y se ha descubierto que el efecto de la fragmentación de los habitats en la estructura y composición es muy serio debido a que provoca el incremento en las tasas de extinción locales de plantas y animales, que puede tener consecuencias por la presencia de especies endémicas, en peligro o amenazadas, como es el caso de las serpientes *Thamnophis melanogaster*, *Pituophis deppei*, y *Salvadora bairdi*; y el mamífero *Bassariscus astutus* (cacomiztle). Afecta a la abundancia de las especies, interrumpe los procesos ecológicos, crea oportunidades para especies no nativas (alóctonas). Altera el almacenamiento de carbono de los bosques e incrementa la vulnerabilidad al fuego.

Los impactos y las consecuencias de la fragmentación varían como resultado del periodo de aislamiento, de la distancia entre los parches de vegetación remanente y el grado de conexión entre parches. Además el tamaño, la forma y la posición de los remanentes tienen relación con el efecto de la fragmentación; por ejemplo entre más extensos son los remanentes menores serán las consecuencias negativas de la fragmentación (Robinson et al., 1995; Soundera, et al.; 1990; Wilcovw et al, 1986, citado por Tolentino, 2003).

A nivel poblaciones y especies, la fragmentación puede tener impactos severos en la variabilidad genética y la dinámica poblacional, que a su vez pueden influir en las posibilidades de sobrevivencia a largo plazo ya que incrementan las posibilidades de extinciones estocásticas y antropogénicas (*op. cit.*).

Por ejemplo, en áreas fragmentadas las poblaciones de especies de plantas y animales pueden pasar de una dinámica de poblaciones continuas a una meta-población. En este sentido, su probabilidad de sobrevivir a largo plazo depende del balance entre la extinción y recolonización de parches, en donde los parches más extensos sirven de donadores y los más pequeños de receptores (*op. cit.*).

Las actividades recreativas de los visitantes que acuden a este lugar provoca ciertos daños por la extracción de leña que es de baja magnitud, este proceso implica la apertura de caminos, corte de ramas para obtener la leña. A pesar de que la prohibición local de cortar leña en pie es común en México, la práctica subsiste debido a la necesidad del combustible. La quinta parte de los mexicanos utilizan leña para cocinar y consumen cerca de 36 millones de metros cúbicos anualmente (64% de la producción maderera del país, según Conafor, S/F). La superficie de la cual se extrae tal cantidad de energéticos debe ser enorme. La extracción sirve como puerta de entrada para actividades como la ganadería o la agricultura.

El sobrepastoreo de ganado caprino y bovino también tiene lugar dentro del bosque, alterando su superficie. El ganado afecta directamente estos ecosistemas a través del pisoteo y el consumo de las plantas silvestres que ahí crecen. Estas alteraciones perturban a su vez el ciclo hidrológico, el suelo y la vegetación en su conjunto, desembocando en erosión, pérdida de biodiversidad e incendios.

Uno de los efectos de la alteración es la modificación del microclima, que se vuelve más seco y caliente. Esto se debe en gran medida a que la cubierta vegetal reducida permite tanto el paso del viento (que generalmente es más seco fuera de las zonas arboladas) como de la radiación solar hacia el interior de la zona forestal. Si a esto se suma que actividades como la obtención de leña incrementan la cantidad de materia combustible en el suelo, las condiciones están dadas para los incendios forestales y

por lo tanto provocar la desaparición de las especies de anfibios por su susceptibilidad al calor.

La excreta del ganado sirve como abono a los pastizales los cuales sufren un sobrepastoreo ocasionado por la cantidad de animales que se alimentan en el área; otra parte de esta es arrastrada por las lluvias hacia el río en donde se deposita, esta materia orgánica causa turbidez al agua y provoca en partes disminución fotosintética, y la presencia de organismos patógenos para el hombre (Concepción y Corbello, 2002).

Los programas de reforestación tienen como objetivo restablecer las condiciones originales de vegetación en la zona, tanto desde el punto de vista de la diversidad, abundancia y distribución como la estructura del bosque y los diferentes estratos que lo componen. La reforestación consiste en la protección de las áreas de regeneración naturales tales como los sectores que se conservan bosques de encino con buena cobertura vegetal, principalmente en las cañadas, la identificación de áreas con mayor índice de problemas de erosión tales como áreas deforestadas por el uso agrícola y ganadero, para su pronta recuperación y se integre a formar parte de la cobertura total de las comunidades del sitio al que se represente (C. 1998, citado por Correa, 2002).

La reforestación es una buena estrategia que se realizó en esta zona para contrarrestar la emisiones de dióxido de carbono, debido a que los árboles en crecimiento absorben dióxido de carbono y lo almacenan como carbono, además retienen la humedad, refrescan el ambiente y embellecen el paisaje.

Los bosques protegen el suelo, regulan el clima, infiltran el agua de lluvia, evitan el calentamiento global, sostienen la flora y crean resguardo a las especies de fauna silvestre, coincidiendo con lo reportado por García (2004) donde indica que la

reforestación es importante porque es fuente de recursos para humanos y refugio de aves y pequeños mamíferos (roedores y conejos). Evitan o aminoran las inundaciones y los desastres naturales, contribuyen a regular y extender la distribución de los sistemas nubosos y conforman espacios de recreación donde las personas disfrutan a plenitud de la naturaleza. (CONAFOR, 2000).

Cabe mencionar que la especie de pino (*Pinus patula*) con la que se reforestó, es una especie introducida no nativa de este lugar y que de acuerdo con los resultados obtenidos por Correa (2002) no es recomendable porque puede significar la sustitución parcial o total y el desplazamiento de las especies nativas.

Capítulo VIII

CONCLUSIONES

La zona de estudio se encuentra en las coordenadas, 19° 45' 41" Latitud Norte y 99° 20' 45" Longitud Oeste, en una altitud de 2 348 m s.n.m.

Se identificaron para el listado florístico 82 especies de plantas distribuidas en quince familias dentro de las que destacan: Compositae (31), Leguminosae (9), Gramineae (8), Fabaceae (7) y Euphorbiaceae (5). De acuerdo con esta composición florística es afín principalmente a lo establecido por Rzedowski (1988), en un Bosque de Encino.

Del listado faunístico se identificaron un total de 34 especies distribuidas de la siguiente forma: cinco especies de anfibios, nueve de reptiles, quince de aves, y cuatro de mamíferos. Con base en lo establecido por la NOM – 059-SEMARNAT-2001. Se encontraron bajo Protección especial (Pr) a cuatro especies, Amenazadas (A) siete especies. Por lo que se considera importante preservar este lugar.

Durante los recorridos se detectaron nueve actividades humanas que impactan la zona y que se describen a continuación: La extracción de materiales de construcción, la creación de caminos de acceso, la utilización de maquinaria, movimientos vehiculares, cultivos, ganadería, actividades recreativas y reforestación y la extracción de leña.

La zona de estudio es una área medianamente perturbada por la excesiva actividad minera de la extracción de grava arena y roca, el mal uso de los recursos forestales y la eliminación de la cobertura vegetal que han traído como consecuencia la erosión .

Las partes de planicie se encuentran con muy poca vegetación natural y el suelo tiene poco rendimiento debido a los caminos de acceso, el uso agrícola y ganadero.

Los efectos por la pérdida de la vegetación natural en la geología son la erosión que lleva a la pérdida de nutrientes, afloramiento de roca y acarreo de suelo.

La erosión del suelo es uno de los principales problemas ecológicos más severos de los recursos naturales renovables, que el lavado de los nutrientes en los suelos está provocando la pérdida de la fertilidad natural.

La afectación sobre el clima por la deforestación tiene consecuencias a nivel microclima, porque la destrucción de la vegetación provoca cambios en la humedad e intensidad de la luz sobre la superficie del suelo aumentando la temperatura provocando desecación y evitando la existencia de especies que se desarrollan en este hábitat.

Los efectos que provoca el desmonte de la cubierta vegetal, es la disminución de los bienes y servicios ambientales, al modificar el hábitat de las especies de flora y fauna, se interrumpe la captura y reducción de contaminantes atmosféricos, la regulación del clima y el valor paisajístico.

Las causas de estos cambios ambientales en la vegetación natural originan que especies más frágiles y susceptibles a estos cambios se restrinjan a sus áreas cada vez más hasta que desaparezcan.

Las especies de fauna están siendo afectadas de distintas formas ya que algunas son desplazadas por la alteración de su hábitat y la reducción de áreas de vegetación natural, afectando el tamaño de las poblaciones con riesgo a desaparecer y además

de que se encuentran especies bajo criterios de protección y de distribución endémicas por lo que es importante buscar la preservación de este lugar.

La principal actividad que impacta el paisaje de la zona de estudio es la actividad minera debido a las deformaciones y cortes abruptos realizados en la cañada, como resultado de diversas actividades.

Capítulo IX

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Las medidas que a continuación se presentan están encaminadas a mitigar los afectos adversos identificados y analizados anteriormente, así como mejorar e incrementar aquellos que son positivos.

Explotación de la mina.- Es evidente que los materiales de construcción en cuestión son indispensables para el desarrollo urbano en consecuencia su extracción esta “justificada”. No obstante es necesario realizarla de manera racional para que sea posible la regeneración posterior del área, la que se planea estableciendo una cubierta vegetal que evite la erosión y mejore el paisaje.

La erosión se puede combatir reforestando el área con especies nativas de la zona (encinos), realizando formaciones en forma de terrazas con maguey, agave y nopal, debido a que estos son ideales para pendientes entre el 3 y el 10%, ciertos árboles resistentes, pastos para las zonas más degradadas y en ciertos casos árboles frutales, plantaciones en curvas de nivel con encinos y realizar una cobertura del suelo con materia orgánica (Se recomienda la instalación de un vivero para la propagación de especies nativas de la zona), de acuerdo con la política de mantenimiento de los ecosistemas y mejoramiento del ambiente.

Es fundamental que la empresa que tiene a su cargo la explotación, lo realice dentro de los lineamientos que marca el reglamento vigente y que se lleven a cabo inspecciones minuciosas y estrictas por parte de las autoridades competentes (Secretaría de Ecología Municipal).

En el caso de la compactación del suelo por el sobrepastoreo.- Utilizar la rotación de pastoreo y búsqueda de cultivos de nuevos forrajes.

En el uso inadecuado de la agricultura.- Una vez terminado el ciclo de cultivo es necesario reponer periódicamente los nutrientes mediante el empleo de abonos y fertilizantes. Aplicar nuevas técnicas de siembra, fertilizantes y plagas. Colocación de cercos vivos alrededor de los cultivos y emplear la rotación de cultivos.

Educar a la población que frecuenta este lugar como actividad recreativa sobre los beneficios ecológicos que prestan las especies de fauna que se encuentran en el área para evitar su destrucción por falta de información de las mismas o por temor, como sucede con la víbora de cascabel la cual es sacrificada por los lugareños y visitantes de esta zona. Explicar la importancia de la conservación de las especies incluidas en la NOM- 059-SEMARNAT- 2001. Proponer alternativas de fuentes de ingreso (ecoturístico P/E: la observación de aves) para evitar la cacería para su comercio. Desarrollar una conciencia ecológica a través de la implementación de planes de educación formal y no formal a fin de evitar la contaminación y los incendios.

“Fomentar una cultura de respeto y conservación de la flora y la fauna de la zona”.

Capítulo X

BIBLIOGRAFÍA

- Bennett, D. P., D. A. Humphries. 1978. *Ecología de Campo*. Ed. Herman – Blume, España: 366 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2001. *Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad*. <http://www.Ciatcgjar.org./indicators./indicadores>.
- Concepción, A. C. y Corbello, G. S. 2002. *Diagnóstico Ambiental de la Laguna de Alvarado, Veracruz tesis para obtener el título de Biol. Facultad de Estudios Superiores Iztacala – UNAM*. Reyes Iztacala, Estado de México: 66 p.
- Comisión Nacional Forestal. [http : // www.conafor.org.mx](http://www.conafor.org.mx).
- Correa, H. G. 2002. *Estudio de Impacto Ambiental en la Subcuenca Llanetes del Parque Estatal Sierra de Guadalupe ubicada en el municipio de Coacalco, México*. Tesis para obtener el título de Biol. Facultad de Estudios Superiores Iztacala – UNAM. Reyes Iztacala, Estado de México.
- García, J. S. M. 2001. *Diagnóstico Ambiental de la comunidad de San José Deguedo, Estado de México en busca de alternativas de aprovechamiento de los Recursos Naturales*. Tesis para obtener el título de Biol. Facultad de Estudios Superiores Iztacala – UNAM. Reyes Iztacala, Estado de México.
- Gaviño, G. C., Juárez, H. H., Figueroa. 1972. *Técnicas Biológicas selectas de Laboratorio y de Campo*. Ed. Limusa, México: 251 p.

- Gómez, O. M. T., 2003. Diagnóstico Ambiental de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tesis para obtener el título de Biol. Facultad de Estudios Superiores Iztacala –UNAM. Reyes Iztacala, Estado de México: 86 p.

- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1999. Indicadores Ambientales. www.ine.gob.mx.

- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2001. Norma Oficial Mexicana (NOM – ECOL –059-SEMARNAT 2001). Listado de Especies de plantas, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos que se encuentran en peligro de extinción, raras, amenazadas. www.ine.gob.mx/normas/.

- Instituto Nacional de Estadística Geográfica I. 2002. Cuaderno Estadístico Municipal de Tepotzotlán México: 166 p.

- Terradas, J. 2001. Ecología de la vegetación. Ed. Omega. Barcelona: 345-378 p. p.

- Neri, V.G. 1996. Tepotzotlán. La crónica de mi pueblo, testimonio de la historia. H. Ayuntamiento Constitucional de Tepotzotlán, Estado de México. México: 196 p.

- Nuñez, R. J. E. , 1990. Estudio Florístico de la vertiente oriental de la Sierra de Alcaparrosa, en el Estado de México. Tesis para obtener el título de Biol. Facultad de Estudios Superiores Iztacala- UNAM, Reyes Iztacala, Estado de México: 122 p.

- Owen, O.S. 1986. Conservación de recursos naturales. Ed. PAX- México. 2ª (reimp.) México: 648 p.

- Peterson R. T. Y Chalif, E. F. 1934. Guía de Campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Belice, Guatemala y el Salvador. Ed. Diana. México: 443 p.

- Quiroz, A. A. M. 2002. Diagnóstico Ambiental del municipio de Tultitlán Estado de México. Tesis para obtener el título de Biol. Facultad de Estudios Superiores Iztacala- UNAM, Reyes Iztacala, Estado de México: 68p.

- Rzedowski, J. Y Rzedowski, C. G. 1979. Flora fanerogámica del Estado de México. CECSA. México, D. F: 403 p.

- Rzedowski, J. Y Rzedowski, C .G. 1985. Flora fanerogámica del Estado de México. Vol. II E. N. C. B. Instituto de Ecología México, D. F. :674 p.

- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Ed. Limusa.. 4ª (reimp.) México: 263 – 282 p.

- Sánchez, S. O. 1976. La Flora del Valle de México. Ed. Herrero, S. A. 3ª (ed.) México: 519 p.

- Secretaría de Ecología del Estado de México. 2003. Diagnóstico Ambiental de Tepetzotlán. <http://www.edomexico.gob.mx/se/tepozdia.htm>.

- Secretaría de Ecología del Estado de México. 2004. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Tepetzotlán, Estado de México. <http://www.edomexico.gob.mx/se/tepozo.htm#toc>

- Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 2000. Cambios de uso de suelo. <http://www.semarnat.gob.mx/estadisticas>

● Tolentino D. S. 2003. Diagnóstico Ambiental de X'CACEL-X' Cacelito municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México. Tesis para obtener el título de Biólogo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala – UNAM, Reyes Iztacala, Estado de México: 140 p.

● Vizcaíno, M. F. , 1986. La contaminación en México. Ed. Fondo de la Cultura Económica. México: 514 p.

● Zavaleta, M. G. 1996. Flora y Evaluación Ambiental de la Barranca Arroyo Santa Cruz, Naucalpan, Estado de México. Universidad del Valle de México, Plantel Lomas Verdes.

ANEXOS:

ANEXO 1: La tabla que a continuación se muestra es del listado Florístico, indicando su nombre científico, nombre común, y el estatus en el que se encuentra dentro de la NOM – 059- SEMARNAT-2001.

| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | ESTATUS |
|-------------------------------|-----------------|---------|
| Angiospermas | | |
| AGAVACEA | | |
| <i>Polianthes geminiflora</i> | Nardo silvestre | |
| ANACARDIACEAE | | |
| <i>Rhus standleyi</i> | Zumaque | |
| ASCLEPIADACEAE | | |
| <i>Asclepias pringlei</i> | | |
| BEGONIACEAE | | |
| <i>Begonia gracilis</i> | Ala de ángel | |
| BERBERIDACEAE | | |
| <i>Berberis moranensis</i> | | |
| BIGNONIACEAE | | |
| <i>Tecoma stans</i> | Tronadora | |
| BORAGINACEAE | | |
| <i>Lithospermum distichum</i> | Perlilla | |
| <i>Lithospermum strictum</i> | Perlita | |
| <i>Macromeria longiflora</i> | | |
| CAMPANULACEAE | | |
| <i>Diastatea ternera</i> | | |
| <i>Lobelia fenestralis</i> | Aretitos | |
| <i>Lobelia gruina</i> | Flor de María | |

| | | |
|------------------------------------|---------------|--|
| CAPRIFOLIACEAE | | |
| <i>Lonicera pilosa</i> | Madre selva | |
| <i>Symphoricarpos microphyllus</i> | Perilla | |
| CARYOPHYLLACEAE | | |
| <i>Arenaria lanugmosa</i> | | |
| <i>Arenaria lycopodioides</i> | | |
| <i>Drymaria glandulosa</i> | | |
| <i>Drymaria villosa</i> | | |
| <i>Minuartia moebringioides</i> | | |
| <i>Silene laciniata</i> | Flor de Indio | |
| <i>Stellaria cuspidata</i> | | |
| COMPOSITAE O ASTERACEAE | | |
| <i>Acourtia platyphilla</i> | | |
| <i>Acourtia thyrsoides</i> | | |
| <i>Aster moranensis</i> | | |
| <i>Baccharis heterophylla</i> | | |
| <i>Baccharis multiflora</i> | | |
| <i>Brickellia secundiflora</i> | | |
| <i>Cirsium acantholepsis</i> | | |
| <i>Conyza confusa</i> | | |
| <i>Conyza microcephala</i> | | |
| <i>Cosmos diversifolius</i> | Mirasol | |
| <i>Cosmos parviflorus</i> | | |
| <i>Chaptalia runcinata</i> | | |
| <i>Dhalia coccinea</i> | Dalia | |
| <i>Dhalia pinnata</i> | | |
| <i>Erigeron longipes</i> | | |
| <i>Erigeron pubescens</i> | | |

| | | |
|--------------------------------|-----------------|--|
| <i>Eupatorium brevipes</i> | | |
| <i>Eupatorium enixum</i> | | |
| <i>E. petiolare</i> | | |
| <i>E. rubricaula</i> | | |
| <i>Gnaphalium arizonicum</i> | Gordolobo | |
| <i>Gnaphalium purpurascens</i> | Gordolobo | |
| <i>Hybridella globosa</i> | | |
| <i>Senecio deformis</i> | Jarilla | |
| <i>Senecio roldana</i> | | |
| <i>Stevia eliator</i> | | |
| <i>Stevia tomentosa</i> | | |
| <i>Verbesina ovata</i> | | |
| <i>Verbesina virgata</i> | Romerillo | |
| <i>Zaluzania angusta</i> | | |
| <i>Zexmenia aurea</i> | | |
| CONVOLVULACEAE | | |
| <i>Ipomoea dumetorum</i> | | |
| EUPHORBIACEAE | | |
| <i>Acalypha indica</i> | | |
| <i>Croton morifolius</i> | | |
| <i>Euphorbia dentata</i> | | |
| <i>Euphorbia misella</i> | | |
| <i>Euphorbia nutans</i> | | |
| FAGACEAE | | |
| <i>Quercus castanea</i> | Encino colorado | |
| <i>Q. deserticola</i> | | |
| <i>Q. laeta</i> | Encino | |
| <i>Q. laurina</i> | E. laurelillo | |

| | | |
|-------------------------------|---------|--|
| <i>Q. mexicana</i> | Encino | |
| <i>Q. obtusata</i> | | |
| <i>Q. rugosa</i> | Encino | |
| GRAMÍNEA | | |
| <i>Chloris virgata</i> | | |
| <i>Muhlenbergia distans</i> | | |
| <i>M. implicata</i> | | |
| <i>M. montana</i> | | |
| <i>M. robusta</i> | Zacatón | |
| <i>Stipa eminens</i> | | |
| <i>Stipa mucronata</i> | | |
| <i>Trisetum virlettii</i> | | |
| LEGUMINOSAE | | |
| <i>Brogniartia intermedia</i> | | |
| <i>Calliandra grandiflora</i> | | |
| <i>Cologania grandiflora</i> | | |
| <i>Dalea humilis</i> | | |
| <i>Dalea versicolor</i> | | |
| <i>Desmodium aparines</i> | | |
| <i>Erythrina leptorhiza</i> | Colorín | |
| <i>Lathyrus parvifolius</i> | | |
| <i>Lotus angustifolius</i> | | |

ANEXO 2: Descripción de el listado Faunístico de acuerdo con lo establecido por la NOM – 059- SEMARNAT-2001, incluye el listado oficial de especies en riesgo para el país. La Norma describe las categorías de riesgo y establece las especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo a las especies silvestres, así como el método y el tipo de información que debe ser usado para la evaluación del riesgo de extinción de las especies. El listado actual contiene 2571 especies de anfibios, aves, hongos, invertebrados, mamíferos, peces, plantas y reptiles.

Se considera una especie **Probablemente extinta en el medio silvestre** a una especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

Se considera una especie **En peligro de extinción** aquella cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la modificación o destrucción drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación entre otros.

Se considera una especie **Amenazada (A)**: aquella especie o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Se considera una especie o población **Sujeta a protección especial (Pr)**: aquella que podría llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación o conservación de poblaciones de especies asociadas.

| CANTIDAD | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | NOM-ECOL-059 SEMARNAT 2001. | |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------|
| | | | CATEGORÍA | Distribución |
| ANFIBIOS | | | | |
| 1 | <i>Bufo sp.</i> | Sapo de montaña | | |
| 1 | <i>Sirrofus sp.</i> | | | |
| 1 | <i>Hyla arenicolor</i> | Sapito | | |
| 15 | <i>Hyla eximia</i> | Rana verde | | |
| 7 | <i>Rana sp.</i> | | | |
| REPTILES | | | | |
| 1 | <i>Diadophis puntactus</i> | | | |
| 1 | <i>Pituophis deppei</i> | Culebra sorda mexicana | A | Endémica |
| 1 | <i>Salvadora bairdi</i> | Culebra parchada | Pr | Endémica |
| 1 | <i>Thamnophis cyrtopsis</i> | Culebra listonada cuello negro | A | |
| 1 | <i>Thamnophis eques</i> | Culebra listonada | A | |
| 13 | <i>Thamnophis melanogaster</i> | | A | Endémica |
| 5 | <i>Sceloporus grammicus</i> | Lagartija escamosa | Pr | |
| 5 | <i>Sceloporus spinosus</i> | Lagartija espinosa | | |
| 9 | <i>Sceloporus torquatus</i> | Lagartija de collar | | |

| AVES | | | | |
|-----------|----------------------------------|-----------------------|----|----------|
| 2 | <i>Accipeter sp.</i> | Gavilán | | |
| 8 | <i>Ardea alba</i> | | | |
| 15 | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote | | |
| 1 | <i>Cerilea Americana</i> | | | |
| 2 | <i>Cyanocitta stelleri</i> | | | |
| 3 | <i>Charadrius vociferus</i> | Chorlo tildío | | |
| 2 | <i>Dendroica coronata</i> | Chipe coronado | A | |
| 1 | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrinas | | |
| 8 | <i>Molothrus aeneus</i> | | | |
| 1 | <i>Pheucticus melanocephalus</i> | | | |
| 4 | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | | | |
| 1 | <i>Sayornis saya</i> | | | |
| 1 | <i>Sayornis nigricans</i> | | | |
| 2 | <i>Thurdus migratorius</i> | Primavera | Pr | Endémica |
| 1 | <i>Xenotricus mexicanus</i> | Mosquetero del Balsas | Pr | |
| MAMÍFEROS | | | | |
| | <i>Bassariscus astutus</i> | Cacomixtle | A | Endémica |
| | <i>Lynx rufus</i> | Gato montes | A | |
| | <i>Canis latrans</i> | Coyote | | |
| | <i>Nasua nasua</i> | Coatí | | |