



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Diagnóstico Ambiental y propuesta de un proyecto de
Ecoturismo para la localidad de Tres Piedras, Cahuacán
Estado de México.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:

Karla Lourdes Ramírez Pimentel

DIRECTOR DE TESIS:

Ma. en C. Rodolfo García Collazo

Los Reyes Iztacala, 2013.





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.

Agradecimientos.

En primer lugar de doy gracias a mi director de tesis el **M. en C. Rodolfo García Collazo** por la paciencia, dedicación, enseñanza y el apoyo a la investigación para realizar y concluir este proyecto.

A si mismo agradezco a mis sinodales por su tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, por sus observaciones y consejos para concluir esta investigación: **Dr. Raymundo Montoya Ayala, M en C. Ana Lilia Muñoz Viveros, M en I. Ezequiel Vidal De Los Santos y M en C. María Edith López Villafranco.**

Al comisariado de la localidad de Santa María Magdalena Cahuacán, por permitirme realizar la investigación en la localidad, para poder desarrollar este proyecto, en especial al Señor Magdaleno por su amabilidad, sencillez y humildad.

Al Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por el apoyo en la determinación del material botánico a la **Maestra en Ciencias María Edith López Villafranco.**

A mis compañeros y amigos: **Jessica Toledo, Marco A. Velázquez, Horacio Hernández, Ximena Ortiz, Uriel A. López, Oscar Sánchez y Alberto Chanes,** por su participación, dedicación, apoyo y esfuerzo en los muestreos que se llevaron a cabo durante el proyecto.

A **David Rodríguez** por la aportación de algunas fotos presentes en este proyecto.

A **Jessica Toledo**, por la verdadera amistad que me has ofrecido, gracias por todo este tiempo que me has dedicado lleno de pensamientos compartidos, secretos, risas, metas, lagrimas, enojos, consejos, pero sobre todo afecto y recuerda siempre estaré a tu lado cuando me necesites.

A **Dulce, Edi, Susa y Moni**, por esa amistad de años que sigue perdurando a pesar de la distancia, gracias por permitirme ser parte de su vida, su compañía es grandiosa

A **Mari, Nancy, Sra. Leo y Sr. Mario** por acogerme en su seno y por la ayuda que me ofrecieron para continuar este proyecto y a pesar de las indiferencias a las que nos hemos enfrentado ustedes siempre serán muy importantes para mí.

Dedicatorias

A mi **Mami**, por la oportunidad que me brindaste; sin tu apoyo y sin tu ejemplo no estaría ahora aquí cumpliendo mi sueño, tu eres un ser humano extraordinario y mi ejemplo más grande y es a ti a quien quiero premiar con mi esfuerzo, gracias porque todo lo que soy es por ti, por sacrificarte y por todo el amor y cariño que siempre me has brindado y sobre todo por esa lección de vida que me has dado, estoy muy orgullosa de ti.

A mi **Papá**, por el apoyo que me ofreciste para poder concluir esta fase en mi vida. Y como tú lo dices la vida es difícil, pero tu esfuerzo no fue en vano.

A mis hermanos **Néstor, Laura y Casandra**, a quienes desde niños compartimos momentos felices e inigualables, por los instantes tristes que solo nosotros sabemos cuánto duelen, pero como decimos a pesar de toda las adversidades que nos ponga la vida, seguiremos adelante, gracias por sus palabras de aliento, apoyo y cariño sincero, este logro también les pertenece.

A mis sobrinos **Xime, Alan, Brayan, Cristian y Brenda**, porque han llenado mi vida de felicidad; ya que tienen esa facilidad de sacarme una sonrisa, aunque mi día sea complicado y con un abrazo que me brinden el mundo puede ser perfecto.

A **Tito** que se ha convertido en un amor incondicional, gracias Amor por tu compañía en los buenos y malos instantes, por tu apoyo, tu paciencia para concluir este proyecto que marca a mi vida en diferentes sentidos y porque llenas mis días de alegría. A tu lado cada momento es especial y lo disfruto al máximo.

A mi **abuelita** ya que esta etapa me dio la oportunidad de compartir con usted risas, pláticas sobre su vida, llanto, pero sobre todo esa ternura que irradia, gracias por ser una persona sencilla y llena de valores.

A **Nalle, Karla, Jes, Horacio, Marco, Pilar, Ximena, Bere, Uriel, Anita y Montse**, que hicieron de estos años los mejores de mi vida, gracias por compartir conmigo momentos maravillosos, sorprendentes, inesperados, llenos de locura, por las carcajadas, los enojos, las palabras de aliento y como olvidar esos viajes que me han permitido apreciar aún más su amistad y sobre todo me han dejado un gran aprendizaje de cada uno de ustedes.

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	5
ÁREA DE ESTUDIO	6
MÉTODO.....	7
RESULTADOS.....	10
Factores físicos	10
Factores Biológicos	13
Factores Socio-económicos	14
Modelo Presión-Estado-Respuesta	23
Proyecto de ecoturismo.....	32
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	54
CONCLUSIONES.....	68
PROPUESTAS.....	70
LITERATURA CITADA.....	71
ANEXOS	78

RESUMEN

México no solo destaca por el elevado número de especies que alberga, sino también por su riqueza de endemismos (especies que se distribuyen únicamente en México) y por la gran variabilidad genética mostrada en muchos grupos taxonómicos, resultado de la evolución o diversificación natural y cultural en el país. Sin embargo esta diversidad se ha ido perdiendo al paso de los años, debido al inadecuado manejo que se tiene, es por esto que es necesario realizar estudios en los diferentes ecosistemas para saber en qué estado se encuentran e implementar alternativas que ayuden a detener el deterioro ambiental.

El actual trabajo presentó dos fases, la primera consistió en elaborar un diagnóstico ambiental en el bosque de la localidad de Tres Piedras, Santa María Magdalena Cahuacán, Municipio de Nicolás Romero, Estado de México; donde se describieron los diferentes componentes del medio físico, biológico, cultural y socioeconómico, dando prioridad a la diversidad representativa de la zona; se detectaron los principales problemas ambientales generadores de impactos y se propusieron acciones para mitigar las presentes problemáticas ambientales en el área de estudio. Se utilizó el modelo de P-E-R (Presión, Estado y Respuesta) donde se detectaron que los principales impactos degenerativos para el bosque son: disposición final de los residuos sólidos, agricultura y ganadería. En la zona se registraron 8 especies de vegetación arbórea, 47 de aves, 7 de reptiles, 1 de anfibios y 4 de mamíferos, de las cuales 18 son endémicas y 7 presentan alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SERMARNAT-2010, es por lo anterior que se debe de dar un buen manejo de la diversidad de la zona. De la misma forma la localidad presenta dificultades en el escenario social, económico y cultural, ya que las oportunidades de trabajo, educación, recreación y servicios públicos no son suficientes para la población.

Por lo cual la segunda fase fue elaborar un proyecto de ecoturismo integrando actividades e infraestructura existente y otra por desarrollar, donde en conjunto el propósito fue establecer actividades educativas, recreativas y deportivas, que generen el menor impacto posible hacia los recursos naturales, con la finalidad de integrar al visitante con el medio ambiente y así influir en la conservación de los mismos e igualmente con esto se pretende generar un ingreso económico extra para los pobladores de la localidad.

INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes, las sociedades han dependido de la extracción de recursos naturales de los ecosistemas para cubrir sus necesidades básicas de alimentación, provisión de agua, energía, obtención de madera, fibras, combustibles, entre otros satisfactores. La existencia de estos bienes o recursos naturales, a su vez, depende del buen funcionamiento de los ecosistemas, es decir, de la formación de suelos, de la productividad primaria, del reciclado y transporte de nutrientes, de la captación, infiltración y almacenamiento de agua, de la actividad de los polinizadores, de la estabilidad climática, entre muchas otras funciones que se convierten en servicios ambientales para la sociedad (Carabias, *et al.*, 2008).

Sin embargo el mal uso de los recursos naturales provocado por las actividades humanas, no es un fenómeno reciente. Prácticamente desde su aparición, el ser humano ha transformado su medio natural en un intento por apropiarse de los recursos que la naturaleza le brinda; lo que no tiene precedente es la magnitud de la transformación actual del ambiente. El ser humano ha transformado a tal grado los ecosistemas naturales que han puesto en peligro la capacidad propia del planeta para mantener la vida en condiciones propicias, la realización de los fenómenos biológicos, ecológicos y evolutivos esenciales, e incluso la permanencia misma del hombre y su desarrollo futuro (Ehrlich y Ehrlich, 1992).

Dentro de los diversos instrumentos de evaluación ambiental se encuentran los diagnósticos ambientales que se encargan de detectar la problemática de cualquier lugar sobre la base del uso y aprovechamiento de los recursos, proponiendo acciones de mitigación para los impactos que puedan estar presentes. El Instituto de Ecología (INE) desarrolló un programa de indicadores ambientales que son estadísticos o parámetros que proporcionan tendencias de las condiciones de los fenómenos ambientales, pretendiendo promover información que permita tener una medida de la efectividad de las políticas ambientales, lo que se conoce como desempeño ambiental. Existen tres tipos de

indicadores: Presión-Estado-Respuesta (P-E-R), el de presión describe las presiones ejercidas por la población sobre el ambiente y por las actividades humanas; los de estado, se refiere a la calidad del ambiente y el estado de los recursos y por último, los indicadores de respuesta, que presentan los esfuerzos por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente (www.inegi.gob.mx). La realización de diagnósticos es importante ya que es la base para otros estudios.

Dentro de las condiciones socioeconómicas de las comunidades rurales, aunadas a los serios problemas de erosión de los suelos, tala inmoderada, contaminación de suelos y agua, pérdida de la biodiversidad, entre otros factores, están orillándolas a buscar opciones que les permitan revertir el deterioro ambiental y al mismo tiempo, les ofrezcan posibilidades de obtener ingresos complementarios a sus actividades tradicionales, como el ecoturismo, la agricultura, la ganadería, la pesca y los aprovechamientos forestales (www.semarnat.gob.mx).

Por esta razón es necesario establecer alternativas para promover la conservación, restauración ecológica y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de las cuales se encuentra, el ecoturismo que es una actividad productiva que se está posicionando en el mercado internacional como una alternativa al turismo intensivo cuyo impacto social y ambiental ha sido ampliamente documentado (Luque y Camarena, 2008).

Con el ecoturismo el progreso económico puede lograrse sin sacrificar o perjudicar el patrimonio natural (Kusler, 1991; Valentine, 1992). En este sentido se presenta como una herramienta excelente para promover la conservación y el uso sustentable de recursos naturales (Budowski, 1976). El producto ecoturístico se basa en los recursos del medio ambiente y suministra un valor económico a dichos recursos. Esto abre oportunidades de empleo y otras fuentes de ingresos para la población local. Supuestamente esto promueve la conservación y el manejo

responsable del medio natural para que el turismo se sostenga a largo plazo (Kusler, 1991).

Esto presenta enormes ventajas si se desarrolla según las oportunidades y limitaciones ecológicas y sociales del destino. Por otro lado, si no se implementa dentro de este patrón, se pueden ocasionar impactos a veces muy graves.

Para el desarrollo del proyecto de ecoturismo se proponen diferentes actividades para poder llevar una armonía entre el entorno hombre-naturaleza y revertir algunos problemas ambientales que enfrentan los bosques del estado México.

ANTECEDENTES

En cuanto a estudios previos sobre el análisis del estado del ambiente y proyectos de ecoturismo se puede mencionar a:

Alcivar (2009), realizó un diagnóstico ambiental del cerro Verde Sección I del municipio de Chapa de Mota, Edo. de México, donde identificó los problemas ambientales que se presentan en esta localidad, dando propuestas de mitigación a los mismos.

Alcocer (2007), realizó un proyecto de ecoturismo cultural dentro una comunidad maya en Yucatán, donde se observaron los cambios de la comunidad, ocurridos para implementar un proyecto sustentable de ecoturismo. Entre los cambios más relevantes se encuentra el incremento de la producción y venta de artesanías, el trabajo temporal en la construcción de instalaciones turísticas, la mejor participación de mujeres y jóvenes en actividades económicas.

Díaz (2010), realizó un proyecto de ecoturismo comunitario y de género en la reserva de la biosfera de Los Tuxtlas (Veracruz), donde se observó que el ecoturismo ha servido como estrategia para promover los cambios en las normas

sociales, facilitando así la introducción de valores más democráticos, en el caso de las relaciones de género.

Espinoza (2010), realizó un diagnóstico ambiental de la localidad del Mirador, en las inmediaciones del ejido de San Francisco Magú, Municipio de Nicolás Romero Estado de México, donde se aplicaron diferentes metodologías ambientales para determinar los problemas que se encuentran en la localidad.

García (2008), realizó un diagnóstico ambiental del Parque Estatal Atizapán-Valle Escondido (Los Ciervos) municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México, donde describió los problemas presentes en el lugar, planteando soluciones a los mismos.

Garza (2007), realizó un diagnóstico ambiental de las canalejas, Isidro Fabela Estado de México, encontrando con base en la información bibliográfica y un muestreo en campo una alta diversidad biológica en cuanto a fauna y flora, al mismo tiempo detectó y describió los problemas ambientales que se suscitan en el área; presentando soluciones para reparar los problemas.

Nava (2005), realizó un diagnóstico ambiental de los molinos de Villa del Carbón, Estado de México y como resultado final, identificó los principales problemas que se presentan en la localidad, proponiendo medidas para mitigarlos.

Sotelo (2004), realizó un diagnóstico ambiental en la localidad de Santa María Magdalena Cahuacán, Nicolás Romero, Estado de México, donde utilizó el modelo de Presión-Estado-Respuesta, y al mismo tiempo generó propuestas para la mitigación de los problemas existentes en la zona.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Elaborar un diagnóstico ambiental de los recursos bióticos y abióticos, socio económicos y realizar un proyecto ecoturístico que promueva el uso y desarrollo sustentable de los recursos naturales, de la localidad de Tres Piedras de Santa María Magdalena Cahuacán, Edo. de México.

Objetivos particulares

- Describir los recursos de medio físico, biológico y socio económico de la localidad.
- Evaluar la situación que presentan los recursos.
- Proponer acciones para restaurar y proteger al ambiente sobre la base de la problemática de la zona.
- Proponer un proyecto ecoturístico a la localidad potencialmente viable.

ÁREA DE ESTUDIO

La localidad de Tres Piedras pertenece a Santa María Magdalena Cahuacán, está situada en el Municipio de Nicolás Romero, que es uno de los 125 municipios del Estado de México y se localiza al noreste de la capital del país y limita al norte con el municipio de Tepetzotlán y al sur con Isidro Fabela; se encuentra ubicado entre los paralelos 472239 y 444107 de latitud norte, y los meridianos 2166932 y 2188863 de longitud oeste (Imagen 1), su extensión territorial es de 23.351 ha, representando el 1.05% de la superficie total del Estado de México y es parte de la Región V del Estado de México (INEGI, 2010).

Santa María Magdalena Cahuacán presenta las siguientes colindancias: al norte con la localidad de San Juan de las Tablas, al noreste con San José el Vidrio, al

este con Progreso Industrial y al oeste con Villa del Carbón y al sur con el poblado de Transfiguración.

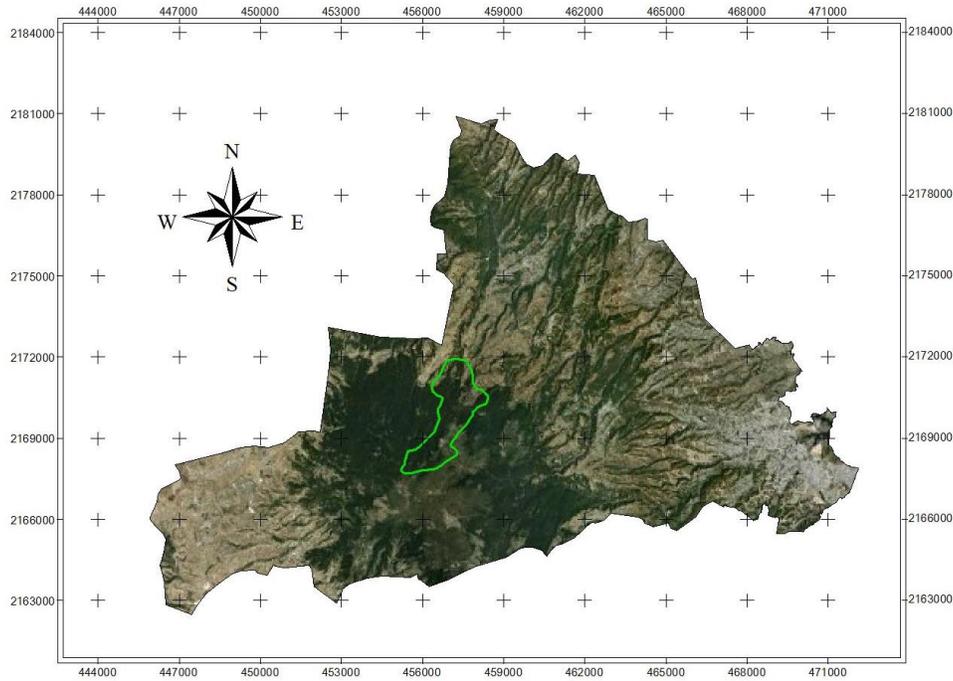


Imagen 1. Mapa del municipio de Nicolás Romero y localización de Santa María Magdalena Cahuacán (polígono verde).

MÉTODO

Se realizaron descripciones de los diferentes componentes del medio físico: clima, factores climatológicos (precipitación, oscilación de temperatura), hidrología, geología, suelos y variables altimétricas; utilizando un SIG (Sistema de Información Geográfica Arc view versión 3.1) donde se digitalizó información temática de los mismos.

Así como también del medio biológico se realizaron listados taxonómicos, de especies vegetales y animales más representativos y la descripción del grado de conservación de los tipos de vegetación más distintivos del área.

Para el análisis de la problemática ambiental se realizaron recorridos con una duración de dos o tres días cada mes en el área por un año.

Se reportó la composición florística, para lo cual se efectuaron recorridos y posteriormente se llevó a cabo la descripción de estos, el material arbóreo se colectó, se herborizó y se transportó al Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, para su determinación se utilizaron claves y descripciones por Rzedowski (1979, 1985) (Anexo 1).

Con respecto a los componentes faunísticos, se realizó un inventario de la especies de animales (vertebrados) dentro del área, cada mes por un año.

Para el muestreo de mamíferos se hicieron recorridos para intentar registrarlos visualmente o por rastros indirectos como excretas y huellas (Aranda, 2000).

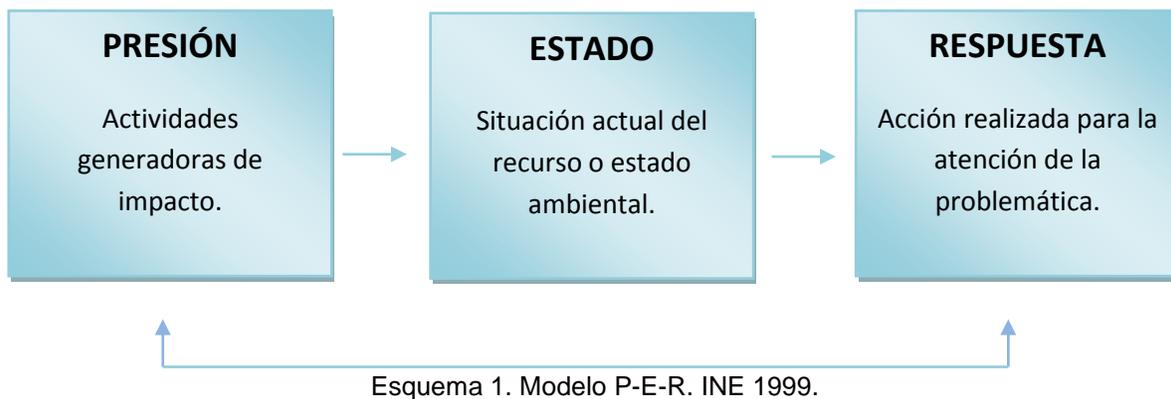
Para la determinación de aves se realizaron recorridos cada mes durante el transcurso de tres días y se registraron visualmente las especies con ayuda de binoculares 8 x 25 y guías de campo de aves mexicanas (Peterson, 2000) y de aves de Norteamérica Nacional Geographic Society, 1996.

Para el conocimiento de anfibios y reptiles se realizaron recorridos y muestreos al azar durante tres días y dos noches; para intentar determinar y registrar las especies más conspicuas (Ramírez *et al.*, 2009).

Se cotejaron todas las especies animales y vegetales encontradas en este estudio con la NOM-059-SEMARNAT-2010, para determinar el estatus en el que se encuentran, las abreviaturas señalarán el tipo protección en la que se encuentran de acuerdo a la misma NOM. Si la especie es endémica (E), amenazada (A), en peligro de extinción en el medio silvestre (P) o sujeta a protección especial (PR), (SEMARNAT, 2010) (Anexo 2).

Para el análisis social, se realizó una investigación sobre los antecedentes culturales que hay en la zona y la historia del pueblo. En cuanto a la población se describió de manera concreta por ejemplo: cuántos habitantes hay en el territorio que abarca el proyecto (INEGI, 2010), de ellos cuántos son hombres y cuántas mujeres, nivel de estudios, percepción económica y dotación de servicios públicos (agua entubada, luz, drenaje) (Anexo 4).

En la elaboración del diagnóstico ambiental se aplicó el método desarrollado por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 1991; 1993), basada en indicadores ambientales con el esquema Presión-Estado-Respuesta (P-E-R, ver esquema 1), ya que dicho esquema se basa en la lógica de causa que presupone las relaciones que se presentan entre acción y respuesta, entre la actividad humana y el ambiente.



Para el indicador de presión se realizaron 12 recorridos durante un año, mismos que ayudaron a determinar las actividades generadoras de problemáticas ambientales en la localidad, las actividades humanas se identificaron por medio de la observación directa.

Una vez que se determinaron los problemas ambientales, se llevaron a cabo entrevistas (Anexo 3) a los lugareños cuya residencia era mayor a 15 años, se realizaron con el fin de conocer el aprovechamiento de los recursos, además de

recaudar información sobre los deterioros que ha sufrido el bosque y que responsabilidad tienen hacia la conservación del mismo.

Con la información generada en el diagnóstico ambiental se procedió a realizar una propuesta de ecoturismo donde el objetivo es utilizar los recursos del bosque de una manera sustentable y el turista pueda participar en acciones para mitigar un poco los efectos ocasionados por los problemas ambientales a los que se encuentra sometido el bosque.

RESULTADOS

Diagnóstico Ambiental

➤ Factores físicos

Para la descripción de los factores físicos, se utilizó el sistema de información geográfica Arc view 3.1, arrojando los siguientes resultados:

Factores climáticos

Los factores físicos se describieron a nivel municipal para poder generar de forma precisa información geográfica, dando relevancia a la zona de estudio.

Para generar información de los factores climáticos del municipio se hicieron interpolaciones de las estaciones climatológicas de 23 localidades dentro de las cuales 20 son colindantes a el área de estudio y las otras 3 pertenecen al municipio (smn.cna.gob.mx), se obtuvo la temperatura media anual con un promedio de 12°C a 16°C (Anexo 5; mapa 1); los meses más calurosos son marzo, abril, mayo y junio, llegando la temperatura a alcanzar los 34°C., se presenta una precipitación normal anual mínima de 64.52 mm y una máxima de

1105.98 mm (Anexo 5; mapa 2) donde los meses de julio a septiembre se presenta la temporada de lluvia y una evaporación media anual de 0 a 137.56mm (Anexo 5; mapa 3).

Clima

El municipio presenta tres tipos de climas, un clima Templado semifrío con 3497.11 ha constituyendo el 14.97%, en la parte central y oriente se localiza el Templado subhúmedo con 13461.83 ha representado el 57.64% del territorio del municipio, siendo este el que se presenta en el área de estudio y la parte oeste Templado seco 6392.06 ha con el 26.37% (Figura 1) (Anexo 5; mapa 4).

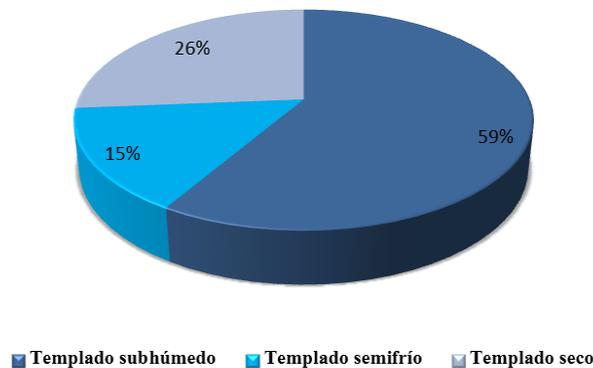


Figura 1. Porcentaje de tipo de clima presente en el municipio de Nicolás Romero.

Hidrología

Nicolás Romero, pertenece a la región hidrológica #26 en la cuenca del Alto Panuco, presenta diversos arroyos dentro de los cuales esta: el arroyo de San Pedro que también se le conoce como arroyo Concepción en la Sierra de Monte, este corre dentro del área de estudio, los sabinos, Cuautitlán, el oro, la ladrillera (Anexo 5; mapa 5).

Edafología

El municipio cuenta con una geológica donde predomina prácticamente en toda la región del municipio rocas de origen magmático denominadas ígnea intrusiva 12992.52 ha y el 78.18%, también muestra una parte mínima de rocas de tipo sedimentarias 3627.25 ha y 21.83% en el municipio (Figura 2) (Anexo 5; mapa 6), en cuanto a los tipo de suelo; la parte central del municipio se define por la presencia de suelos luvisoles con 3839.33 ha representando el 43.14% del municipio, en la porción este encontramos primordialmente suelos de tipo vertisoles con 1020.71 ha y el 11.47% y feozem con 1221.08 ha y 13.72% y en la fragmento oeste los suelos tipos andosol con 2818.93 ha y 31.67% del territorio municipal. EL suelo luvisol es el que predomina en el área de estudio (Figura 3) (Anexo 5; mapa 7).

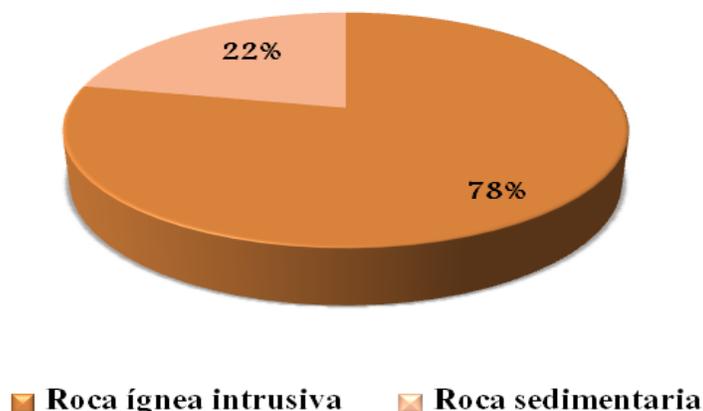


Figura 2. Porcentaje de tipo de roca presente en el municipio de Nicolás Romero.

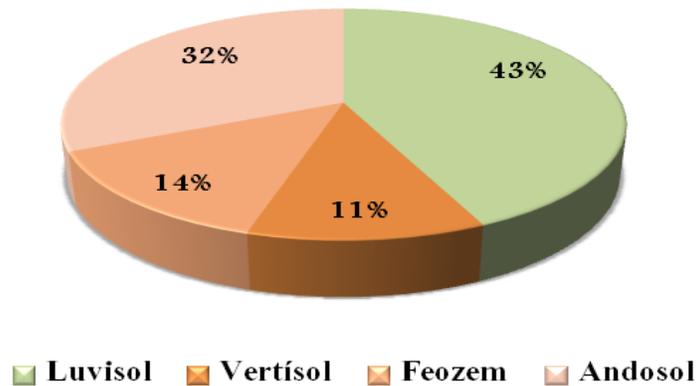


Figura 3. Porcentaje de tipos de suelos presentes en el Municipio de Nicolás Romero.

Variables altimétricas

Mediante el Modelo Digital de Elevación (MDE), se obtuvo cartografía de altitud donde se encontró que la elevación más baja es de 2299 metros sobre el nivel del mar (msnm) y la más alta es de 3702msnm (Anexo 5; mapa 8), al mismo tiempo se calculó la orientación del terreno (Anexo 5; mapa 9), se obtuvo una pendiente que va de 0° a 48.63° donde el valor más bajo representa las zonas llanas y el valor más alto que son zonas montañosas con el máximo grado de inclinación del área de estudio (Anexo 5; mapa 10), para determinar la forma y dimensiones de una superficie de terreno se utiliza la proyección de diversos puntos del terreno sobre un plano horizontal. La visión de los puntos de igual altitud nos da las curvas de nivel (Anexo 5; mapa 11), de tal modo que una curva de nivel no es más que una línea de altitud (Costa, 1995).

➤ Factores Biológicos

La flora de la localidad Tres Piedras de Santa María Magdalena Cahuacán, está compuesta principalmente por estrato arbóreo encontrándose un total 5 ordenes, 6 familias, 8 géneros y 8 especies, cabe mencionar que ninguna especie colectada se encuentra presente bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo 2; tabla 1).

En el caso de anfibios se registró una especie, *Hyla plicata* la cual se encuentra en categoría de amenazada de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la clase reptilia, se registraron 5 familias, 6 géneros y 7 especies, de las cuales 5 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo (Anexo 2; tabla 2) *Sceloporus grammicus*, *Salvadora bairdi*, *Barisia imbricata*, *Eumeces copei* y *Thamnophis eques*.

En cuanto aves se registraron un total de 4 órdenes, 21 familias, 46 géneros y 47 especies, hallándose una especie en protección especial, *Xenotriccus mexicanus* (Anexo 2; tabla 3).

Para mamíferos se registraron 4 órdenes, 4 familias, 4 géneros y 4 especies de las cuales ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Nom-059-SEMARNAT-2010 (Anexo 2; tabla 4).

De las 67 especies mencionadas tanto de flora y fauna, se encontraron que 18 están reportadas como endémicas de México, las cuales se cotejaron en la Nom-059-SEMARNAT-2010 y CONABIO (fichas técnicas) (Anexo 2).

➤ **Factores Socio-económicos**

Historia de Cahuacán

De los antecedentes culturales y la historia del pueblo de Santa María Magdalena Cahuacán se encontró una breve historia en el plan de desarrollo municipal de Nicolás Romero 2009-2012, donde nos manifiesta que los asentamientos humanos en la región datan desde la época prehispánica, siendo los primeros habitantes clanes pertenecientes al pueblo Otomí. Existe evidencia que para el año 900 d.c., ya existían algunos poblados en el territorio, entre ellos Magú y Cahuacán.

“*Quauacan*” aparece como uno de los principales lugares de poder del imperio de “*Tollan*”; cuando éste se colapsa, deviene una dispersión de familias toltecas. Una de las migraciones más importantes es la encabezada por *Xólotl* que “se establece en Tenayuca y recibe otras oleadas de grupos procedentes del occidente. *Xólotl* los recibe, les distribuye tierras y casa a los jefes con sus hijas. Uno de estos jefes, el otomí *Chiconcuahitli*, recibe por esposa a *Cihuaxóchitl* y como dote de ella, las tierras de *Xaltocan* pobladas y por poblar. Con esta pareja se instaura una casa gobernante que sólo se mantiene en el poder el tiempo de vida de dos soberanos después de *Chiconcuahitli*, los llamados *Omicxipan* y *Tzompan*. Este último reclamó que se les reconociese su linaje proveniente de *Xólotl* y se enfrentó a Tetzcocho ayudado por chichimecas y otomíes de *Otumba*, *Metztitlán*, *Cuautitlán*, *Tepetzotlán*, *Quahuacan* y *Teconic*. Por su parte, Tetzcocho pidió ayuda a Azcapotzalco y a los mexicas y todos lucharon contra *Xaltocan*. Muerto *Tzompan*, con él termina la dinastía de *Xólotl* en ese lugar. Sus dominios fueron *Xaltocan*, *Cuautitlán*, *Tepetzotlán* y *Xilotepec*. Los vencedores impusieron a un gobernador que los reconociese”.

El señor de los otomíes *Chinconcuauh*, era de la tribu más remota “de lenguaje extraño y diferente, tenían el cabello largo, vestían túnicas de pellejos curtidos larga hasta los carcañales, abiertas por adelante, atados con agujetas, las mangas les llegaban hasta las muñecas de las manos y sus sandalias eran de piel de tigre o de león”. Al presentarse ante *Xólotl*, dijeron que habían peregrinado cuarenta y nueve años y que su ídolo era *Cocópitl*.

Los otomíes creían que la luna era el ser creador de todas las cosas. Ellos eran grandes envainadores y encantadores, y fueron conocidos como gente “apocada” y por esto *Techotlala*, señor de Tetzcocho, no desea que vivieran en sus dominios, y una vez derrotada *Xaltocan*, los otomíes abandonaron las tierras. Mujeres, niños y ancianos, como no eran gente de guerra, fueron acogidos por *Techotla*, quien les designó *Otumba* como lugar para establecerse. Otros se fueron a *Cahuacán*.

Cahuacán confecciona su glifo con el águila y el árbol, *Nacazcahuacán* (Magú) lo describe con el oído, Hila con el color negro, Nacapan con el hongo y Azcapotzaltongo con las hormigas y su casa. Los pequeños hormigueros, el lugar de audiencia, el lugar de la oscuridad y el lugar de árboles donde desciende el águila, son las estampas prehispánicas principales de la región, reveladas en códices como Matrícula de tributos, Códice Mendocino, Códice Osuna, Mapa de Upsala y los Anales de Cuauhtitlán y Tlatelolco.

A la expansión y consolidación de la estirpe otomí de Cahuacán, pueblo dirigente de una provincia tributaria de la Triple Alianza, deviene el cantar de tres siglos de Colonia, tiempo en que los espíritus de naturales otomíes, habitantes de las lomas del leño y carbón, del agua y suelo fértil, del maíz y maguey, se encuentran con hombres del otro mundo, que aparecen en las mismas lomas donde erigen columnas de piedra y cantera, construyen haciendas y ranchos. La iglesia intercede el encuentro cultural, los pueblos son bautizados: Santa María Magdalena, San Francisco, San Pedro, San Miguel, San Juan y la Transfiguración del Señor, e instalan las nuevas estructuras económicas, teniendo como eje principal, la Hacienda de Nuestra Señora de la Encarnación y sus ranchos anexos de San Gerónimo y Molino de San Juan Nacapan, además en el antiguo Tlaxcaltongo se establece el Rancho de San José El Vidrio, y más tarde las Haciendas de la Concepción, Molino Viejo y San Ildefonso.

Durante el periodo colonial deviene una sucesión de confrontaciones entre el pueblo originario de Santa María Magdalena Cahuacán y la Hacienda de Nuestra Señora de la Encarnación.

La negación por autoridad virreinal para reconocer posesión de sus tierras de génesis, lleva a Cahuacán hacia una de las primeras sublevaciones de otomíes, de que se tenga registro en la historia de la región, contra el dominio español. La tarde del 3 julio de 1712, una multitud de otomíes del pueblo de Cahuacán, portando una bandera colorada con cruz arriba y tambores pidiendo guerra, llega a

Xialanco, en la loma de la Hacienda de San Juan de las Tablas, perteneciente a Don Alexo Dávalos y Bracamonte, hermano del Conde de Miravalle, y con voces alteradas en su idioma, reclama su tierra originaria.

El Archivo General de la Nación resguarda un Padrón de tributarios de 1792, que revela un cuadro social de las poblaciones de Monte Bajo; españoles, mestizos y castizos conviven en una región que perdura la lucha originaria entre los que llegaron y los que ya la habitaban, la batalla por la tierra. Cahuacán, Hila y Magú, dejan en el mismo recinto archivístico, testimonio de su enfrentamiento contra los españoles, representados por el Mayorazgo de Miravalle de la Hacienda de la Encarnación y los dueños de las haciendas de San Ildefonso y San Nicolás Lanzasote, ésta perteneciente a la jurisdicción de Tepetzotlán (Citado en el Plan de desarrollo Municipal Nicolás Romero 2009–2012).

Aspectos poblacionales

Población: La localidad de Santa María Magdalena Cahuacán, cuenta con una población humana total de 4249, donde 2161 son personas del sexo femenino, representando el 50.85% y 2088 son del sexo masculino con el 49.14% (Figura 4) (INEGI, 2010).

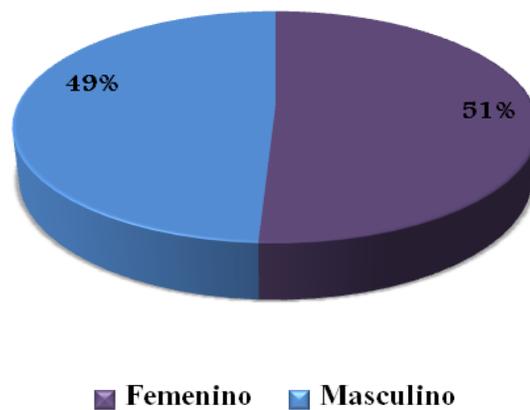


Figura 4. Porcentaje de Sexo femenino y masculino, de Santa María Magdalena Cahuacán.

Educación: Para el año 2010 la localidad cuenta con 1410 personas con educación preescolar con el 33.18%, 604 con educación primaria siendo el 14.21%, educación secundaria 797 representando el 18.75%, para la educación media superior 316 personas con el 7.43% y de educación superior 104 personas con un 2.44% (Figura 5) (INEGI, 2010) y el resto que son el 25% de la población no cuenta con algún grado de educación.

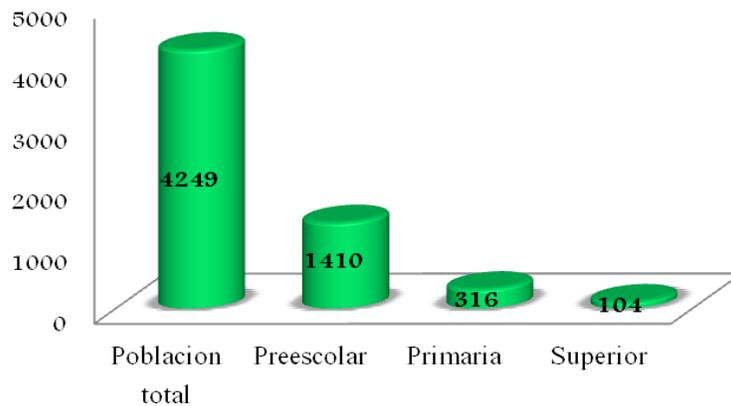


Figura 5. Población con algún grado de educación escolar en Santa María Magdalena Cahuacán.

La población económicamente activa es de 1462 personas 49.4% y económicamente inactiva es de 1465 personas 50.65% en la localidad (Figura 6) (INEGI, 2010).

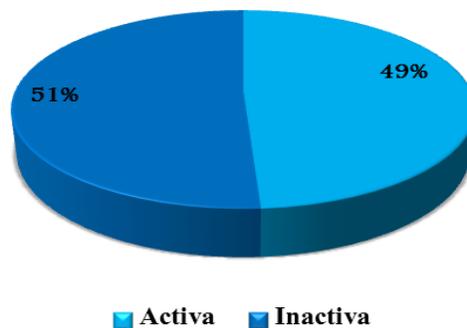


Figura 6. Porcentaje de la población económicamente activa e inactiva de Santa María Magdalena Cahuacán.

Salud: La población con alguna condición de derechohabiencia a servicio de salud es de 1611 personas (40.18%) y sin derechohabiencia es de 158342 (59.81%) personas (Figura 7) (INEGI, 2010).

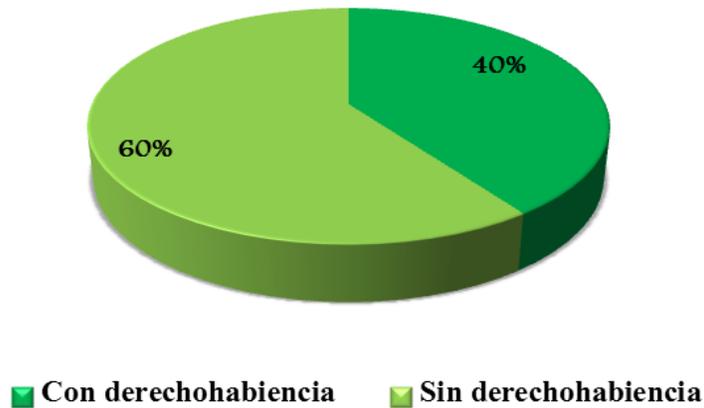


Figura 7. Porcentaje del sector salud, de Santa María Magdalena Cahuacán.

Agua potable, drenaje y energía eléctrica: presenta un total de viviendas de 930. Las viviendas que disponen de agua potable son 791 representando el 85.05.61%, el número de viviendas que cuentan con drenaje son 759 con un 81.61% y 804 con el 86.45% viviendas cuentan con energía eléctrica (Figura 8) (INEGI, 2010).

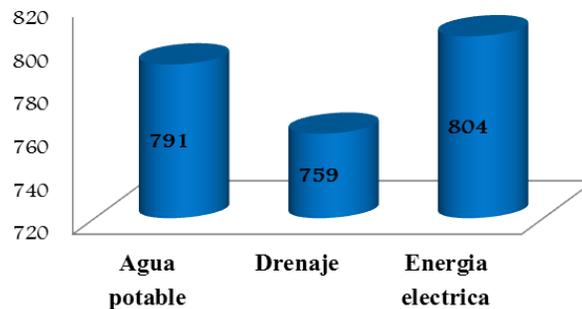


Figura 8. Viviendas con diferentes tipos de servicios publicos.

Los resultados más significativos que se obtuvieron de las entrevistas fueron los siguientes: en la figura 9 se muestra que el 70% de los entrevistados valoran el estado general del bosque como malo, esto debido a que en lugar se suscita la tala de árboles principalmente, sin dejar de mencionar que existen tiraderos clandestinos de residuos sólidos dentro del bosque, extracción ilegal de recursos tanto de flora, fauna y suelo; cómo podemos deducir la gente de la localidad esta consciente del deterioro que sufre su bosque.

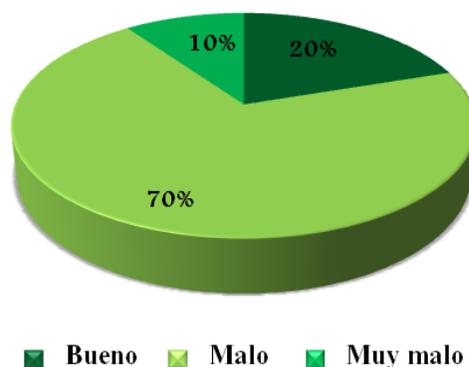


Figura 9. Situación del estado del bosque de Santa María Magdalena Cahuacán.

El 45% mencionó que el estado general del bosque dentro de 10 años será mejor que ahora, haciendo hincapié en que se tiene que trabajar en equipo para que esto suceda; tanto los pobladores de la localidad como estancias gubernamentales; sin embargo, el 30% mencionó que estará peor que ahora y el resto de los entrevistados mencionaron que igual que ahora (Figura 10).

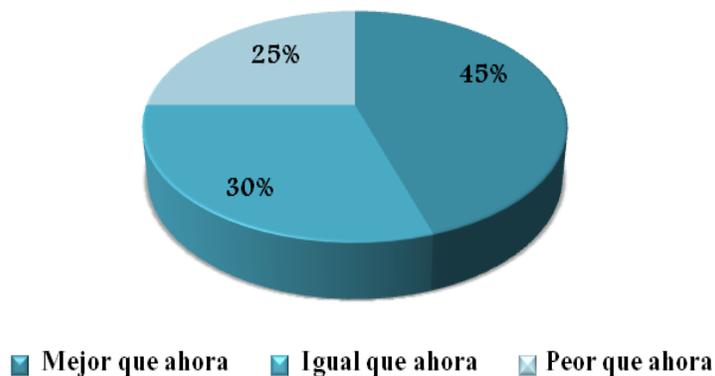


Figura 10. Situación del bosque dentro de 10 años, de Santa María Magdalena Cahuacán.

Ante el cuestionamiento de a quién le corresponde la protección del medio ambiente; la mayoría respondió que el gobierno del estado y de los pobladores de la localidad; sin dejar de mencionar que unos pocos señalaron otros factores sociales (Figura 11).

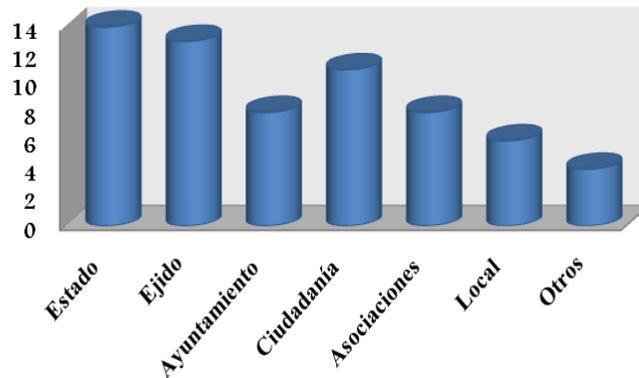


Figura 11. Agentes sociales representando cada quien su responsabilidad hacia la protección del ambiente según los pobladores.

Al sugerirles algunas temáticas relacionadas con el medio ambiente de la cuales se les podría llevar información, se obtuvo mayor respuesta en las temáticas de agua y la contaminación; seguido por residuos sólidos, fauna, flora y aire (Figura 12).

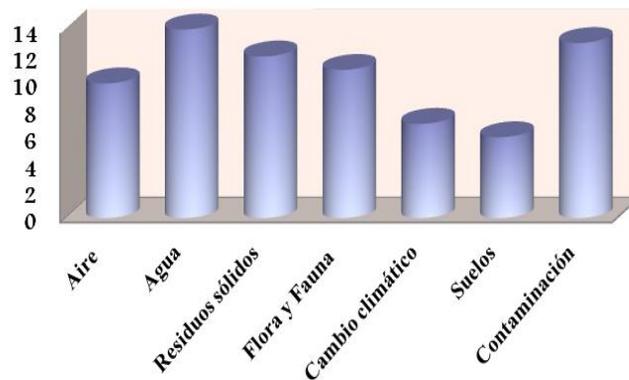


Figura 12. Temáticas relacionadas con el medio ambiente, para que reciban información los pobladores.

La figura 13 representa los problemas ambientales que tienen mayor incidencia en el bosque, esto nos da una vision de que los pobladores realmente saben que su localidad esta pasando por una grave situacion ambiental.

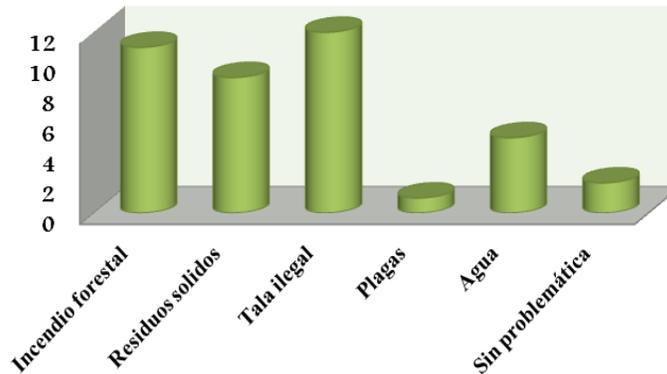


Figura 13. Problematicas ambientales que identifican los pobladores.

También se les preguntó cuales son los servicios públicos que son insuficientes en el poblado; respondiendo que la mayoría de los que les mencionamos son insuficientes en la localidad (Figura 14).

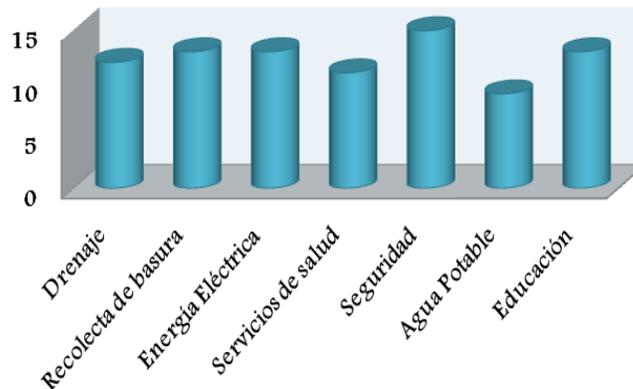


Figura 14. Servicios publicos insuficientes.

El 50% de la poblacion dispone de la basura incinerandola, esto debido a que el camión recolector de basura no sube a los asentamientos irregulares que hay

presentes en el bosque y también no es muy recurrente su visita por el poblado, pero de igual manera hay gente que esta acostumbrada a disponer de la basura en el bosque (Figura15).

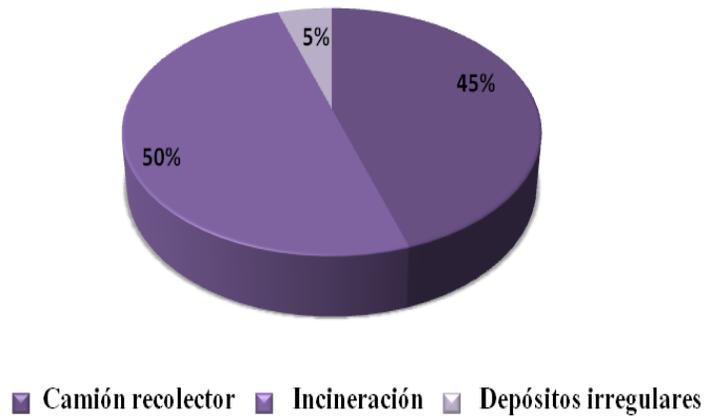


Figura 15. Disposición final de los residuos en Santa María Magdalen Cahuacán.

➤ Modelo Presión-Estado-Respuesta

Problemática ambiental

La localidad de Santa María Magdalena Cahuacán, se encuentra sometida a una serie de factores que afectan la conservación, el desarrollo y abundancia de los recursos naturales.

Presión: Extracción del suelo.

Estado: Principalmente ocasiona que se erosione el suelo y se lleva a una pérdida de horizontes; esencialmente el A que es el más rico en materia orgánica, y como resultado de esto se empieza a perder la vegetación primaria que en su mayoría son pastos, además se disminuye la filtración de agua a mantos freáticos ocasionando deslaves, inundaciones o sequías en la zona, a parte se pierde la fertilidad del suelo y se incrementa la desaparición de flora y fauna nativa; de igual

forma se modifican las características físico-químicas del suelo trayendo consigo un desequilibrio ecológico (Figura 16).

Respuesta: Promover un manejo adecuado del suelo, proponer y participar en recorridos así como operativos de inspección de la población de la localidad o guardabosques, formular y crear un convenio para la extracción del recurso pero regido a los lineamientos que se presentan en la NOM-120-SEMARNAT-2011, utilizar como una herramienta legal la LGEEPA (Artículo 20. Bis. 4 y 5) para tener un buen manejo del recurso.



Figura 16. Extracción ilegal de suelo, provocando erosión eólica y pluvial, en la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahuacán.

Presión: Generación de residuos sólidos.

Estado: En el área de estudio se localizan acúmulos de residuos sólidos que son depositados o arrojados en el bosque y también aledaños a los caminos (Figura 17) por lugareños, visitantes y personas en tránsito; esto debido a que no llega un camión recolector a la zona, este problema genera malos olores y al mismo tiempo se emiten gases tóxicos que lleva consigo la alteración de la salud de la biodiversidad y de los pobladores cercanos al tiradero, se empieza a propagar

fauna nociva principalmente las ratas, gatos, perros y por consecuencia se empieza a desplazar a la fauna nativa y se ve afectada la distribución, asimismo se incrementa la pérdida del paisaje y cubierta vegetal, pérdida de hábitat. Otra complicación de este problema es que se contamina el suelo y el agua; ya que los lixiviados que se generan en la descomposición de los residuos sólidos se vierten al suelo, llevándose la filtración de los mismos a los ríos más cercanos.

Respuesta: Crear programas de reciclado o reusó con la basura inorgánica que se genera dentro de la localidad o del poblado, para evitar el acúmulo de los residuos sólidos en el bosque y así también que los habitantes obtengan un ingreso económico del mismo, realizar compostaje con la basura orgánica, establecer talleres ambientales (carteles, platicas, cursos o talleres) para sensibilizar a la gente de las consecuencia que trae consigo el disponer la basura en el bosque y armonizar a la población con sus recursos naturales, introducir en el bosque contenedores de basura contribuyendo así mismo a la clasificación de residuos sólidos, realizar jornadas de limpieza por pobladores de la localidad, poner en práctica las leyes ambientales que podrían verse involucradas para poder mitigar este problema; utilizar la legislación ambiental para minimizar el problema como lo son la NOM-083-SEMARNAT-2003, NOM-052-SEMARNAT-2005, LGEEPA (Capítulo IV, Artículo 134, 137, 138), la Ley General de Vida Silvestre, Ley General de Salud, Código Penal Federal en el título Vigésimo Quinto, Capítulo I Art. 416 la pena y la sanción por la contaminación de los suelos y aguas, depositación de desechos, así como poner en riesgo los recursos naturales, a la flora y fauna, a la calidad del agua, a los ecosistemas o al ambiente.



Figura 17. Depósitos irregulares de basura, en el bosque de la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahuacán.

Presión: Tala ilegal o deforestación.

Estado: Propicia a una rápida erosión eólica del suelo, por lo tanto interviene en la pérdida parcial o total del perfil del mismo; además se sufre de cambio de uso de suelo, igualmente se ocasiona la pérdida de la cubierta vegetal, como consecuencia de esto: la pérdida y fragmentación de hábitat, afectando directamente en la distribución de la fauna nativa, obligándola a migrar, se repercute la estética del paisaje. Actualmente esta actividad ha estado disminuyendo en la localidad (Figura 18).

Respuesta: Capacitar a los pobladores de la localidad en el ámbito de legislación ambiental de acuerdo a LGEEPA, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento y la NOM-061-SEMARNAT-1994 esto para un mejor manejo del recurso maderable, crear programas de educación ambiental con la finalidad de sensibilizar a los pobladores de la importancia de la preservación y conservación,

el manejo sustentable y de las consecuencias que se tendrán a corto, mediano o largo plazo, en la pérdida de la diversidad y riqueza de los recursos maderables; también contemplar vigilancia.



Figura 18. Tala ilegal.

Presión: Incendios forestales.

Estado: En temporadas de sequía para el área de estudio (abril-junio) hay mayor incidencia de incendios forestales (Figura 19), sin dejar de mencionar que de igual forma pueden ser provocados por los visitantes sobre todo en semana santa, ya que es cuando hay más ocurrencia de personas en el bosque, este problema incrementa de manera incontrolada la pérdida de hábitat, por lo tanto concurre a una afectación a la flora y fauna, la estética del paisaje se ve perturbada, contribuyendo a la contaminación del aire durante el incendio.

Respuesta: Promover la formación y capacitación de brigadas constituidas por los pobladores de la localidad para establecer brechas, hacer uso de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establecer talleres ambientales (carteles, pláticas, cursos o talleres) para sensibilizar a la población de las consecuencias que trae consigo los incendios forestales en un ecosistema e incluso a su terreno.



Figura 19. Aspecto paisajístico después de un Incendio forestal en la localidad de Tres piedras en Santa María Magdalena Cahucán.

Presión: Caza ilegal.

Estado: Este problema se encuentra dentro de la localidad y es muy frecuente; aun que los lugareños suelen cazar para alimentarse y en otros casos solo por deporte, esto propicia la perdida de fauna nativa, como consecuencia altera las cadenas tróficas, y por lo tanto influye en un desequilibrio ecológico, trayendo consigo un probable riesgo de extinción local de algunas especies.

Respuesta: Para mitigar este problema se podría utilizar la educación ambiental, procurando implementar talleres o platicas para sensibilizar a los pobladores, proporcionando información acerca de lo que es una especie y cuáles son las que se encuentran en algún estatus de conservación; también comunicarles sobre las consecuencias que se tiene en la cadena trófica al momento de que se pierde una especie; además utilizar como herramienta la legislación ambiental: LGEEPA y Ley General de la Vida Silvestre, también se podría divulgar información mediante trípticos.

Presión: Agricultura.

Estado: En la localidad se presenta con mayor frecuencia el monocultivo ocasionando que el suelo pierda parte de su fertilidad y además la pérdida de la cubierta vegetal propiciando a que ocurra una posible pérdida de fauna nativa en la zona. También se muestra una erosión rápida y compactación que hace que se pierda gran cantidad de suelo fértil (Figura 20), con el uso de fertilizantes o fungicidas químicos se contamina el suelo y no solo el que se utiliza para sembrar, sino también el que se encuentra a su alrededor, aunque no esté destinado para la agricultura, dicha contaminación puede afectar el agua, ya que por filtración o escurrimiento en los lomeríos puede ser depositada en el río presente en la localidad.

Respuesta: Proponer la implementación de policultivo para que sea más provechoso el suelo y también implementar la rotación de cultivo y se utilicen de manera sustentable los nutrimentos del suelo, y posiblemente pueda tener una mejor calidad su producto agrícola y también se evita que se plaguen todo su cultivo ya que en ocasiones hay organismo específicos y de esta manera impide la perdida de toda su producción, igualmente se pueden implementar las barreras biológicas para que no se contaminen los suelos adyacentes, llevar a cabo programas de educación ambiental para implementar diferentes tipos de propagación intensiva de las plantas vasculares.



Figura 20. Agricultura en la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahuacán.

Presión: Ganadería.

Estado: En este caso se genera la compactación del suelo por el sobre pastoreo, el problema más grave es la erosión y pérdida rápida de suelo fértil, no existen abrevaderos específicos para esta actividad, por lo cual también se afecta la calidad de agua. De igual forma no se cuenta con pastizales permanentes, por lo que los pobladores se ven obligados a dejar pastorear a su ganado en cualquier parte del bosque dañando la flora nativa y compactando el suelo.

Respuesta: Proponer a los pobladores la creación de algunas zonas de pastizal permanente, en la cual se propaguen pastos de rápido crecimiento y que sean resistentes a la temporada de sequías en la zona, esto es para evitar el pastoreo en áreas no aptas, y evitar la pérdida de hábitat y de diferentes especies vegetales, de la misma manera impedir la pérdida de suelo fértil que podría ser aprovechado para otras actividades.

Presión: Fauna y flora exótica.

Estado: Este tipo de fauna como gatos y perros; vuelve vulnerable a la fauna silvestre, ya que por lo general suelen alimentarse de aves o reptiles, en ocasiones de pequeños roedores; en cuanto a flora se presentan especies invasora y compiten con la flora nativa llegando en ocasiones a desplazarla; esto puede ocasionar la eliminación de alguna especie.

Respuesta: Promover la educación ambiental dando pláticas y talleres para sensibilizar a la población de la desventaja que presenta la fauna nativa frente a la fauna exótica y asimismo entender cómo puede modificar a un ecosistema. Crear comités de vigilancia de fauna de vida silvestre, también se podría utilizar la Ley General de Vida Silvestre y la LGEEPA.

Presión: Extracción ilegal de fauna y flora.

Estado: En época de navidad el musgo y heno, se vuelven un atractivo para ser usado como ornato, y en esta localidad se recolectan sin ningún plan de manejo de forma ilegal, trayendo consigo la erosión del suelo y la inestabilidad del ciclo del agua ya que estos almacenan agua y retienen mucha humedad, por lo tanto son hábitat de algunos microorganismos y pequeños artrópodos. Las aves también se extraen de manera ilegal ya que son organismos que representan un valor de ornato y económico para el hombre.

Respuesta: Realizar un programa de manejo para aprovechamientos forestales no maderables Art. 55, Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. La Norma Oficial de Mexicana (NOM-011-SEMARNAT-1996) establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo, heno y doradilla. Ley General de Vida Silvestre.

Presión: Reforestación.

Estado: El bosque presenta una amplia área de reforestación, sin embargo esta no ha sido tan favorable ya que no han tenido éxito en su mayoría, de igual modo ayuda a la recuperación de la cubierta vegetal, favorece el incremento de hábitat para la fauna y por lo tanto presenta para la misma una mayor distribución, beneficia a la filtración de agua a mantos freáticos y evita la escorrentía, contribuye a que no se compacte, ni se erosione el suelo, beneficia a la formación de suelo fértil y la zona empieza a presentar un mejor valor paisajístico (Figura 21).

Respuesta: Reforestar con especies nativas y tener personal (técnicos) que capaciten a niños, jóvenes y adultos pertenecientes a la localidad, para tener un mejor conocimiento del tema y poder multiplicar brigadas de reforestación,

mantener una vigilancia continua y así mismo obtener mayor éxito en la sobrevivencia de la reforestación, utilizar la legislación ambiental como LGEEPA (Capítulo II, Artículo 4,11), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre, para tener un buen uso de los recursos forestales.



Figura 21. Reforestación en la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahuacán.

➤ **Proyecto de ecoturismo**

México es un país que posee un enorme patrimonio tanto natural como cultural, el cual debe ser conservado para sus generaciones posteriores y que a su vez, puede constituirse, a través de su aprovechamiento racional y sustentable.

La localidad de Santa María Magdalena Cahuacán cuenta con una diversa gama de paisajes naturales (Figura 22, 23, 24, 25, 26, 27 28, 29, 30 Y 31), culturales, usos y costumbres, además de la riqueza histórica, sin embargo, no cuenta con los servicios suficientes para satisfacer las necesidades básicas del turista, por ejemplo: educación ambiental, espacios de recreación para todo tipo de visitantes, seguridad, no obstante la localidad ya presenta diferentes tipos de actividades como lo son: piscifactoría productora de truchas con restaurante, sitio para practicar el gotcha, zonas para acampar y renta de cabañas para hospedaje de fines de semana y en vacaciones (Figura 32, 33 34 35 Y 36), pero la población

actualmente se enfrenta a varias limitantes, ya que no existe organización, ni reglamentaciones, para que estos recursos sean aprovechados de manera adecuada o bajo un contexto del ecoturismo.



Figura 22. Río en Santa María Magdalena Cahuacán.



Figura 23. Bosque en Santa María Magdalena Cahuacán.

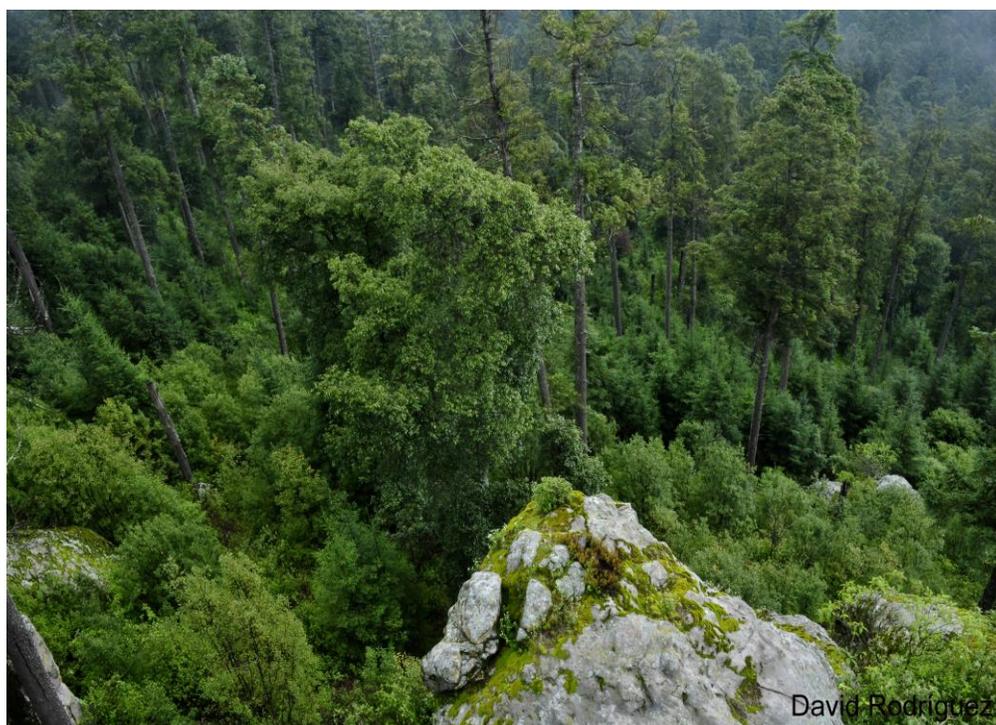


Figura 24. Pequeño mirador en Santa María Magdalena Cahucán.



Figura 25. Paisaje de la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahucán.

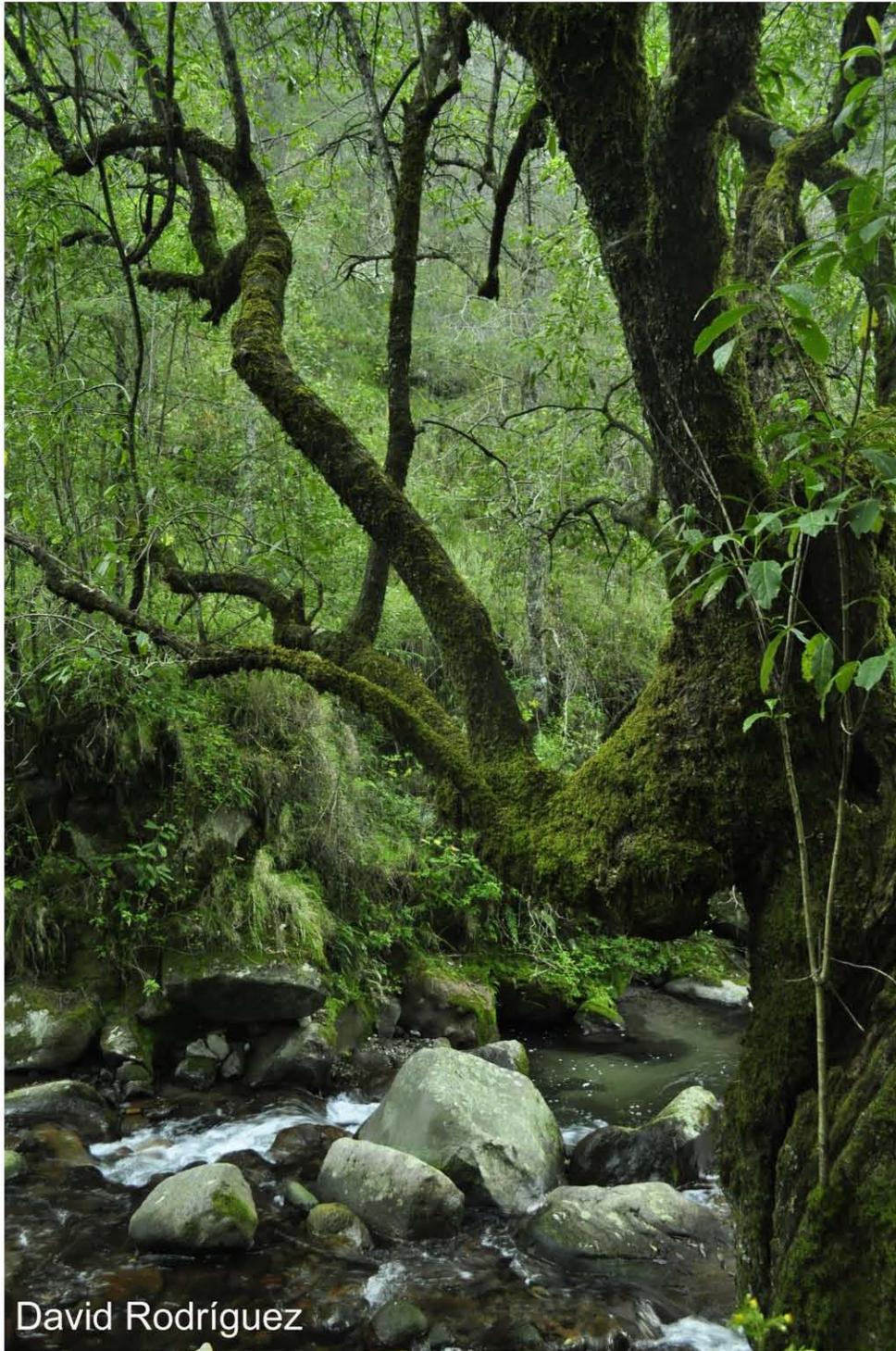


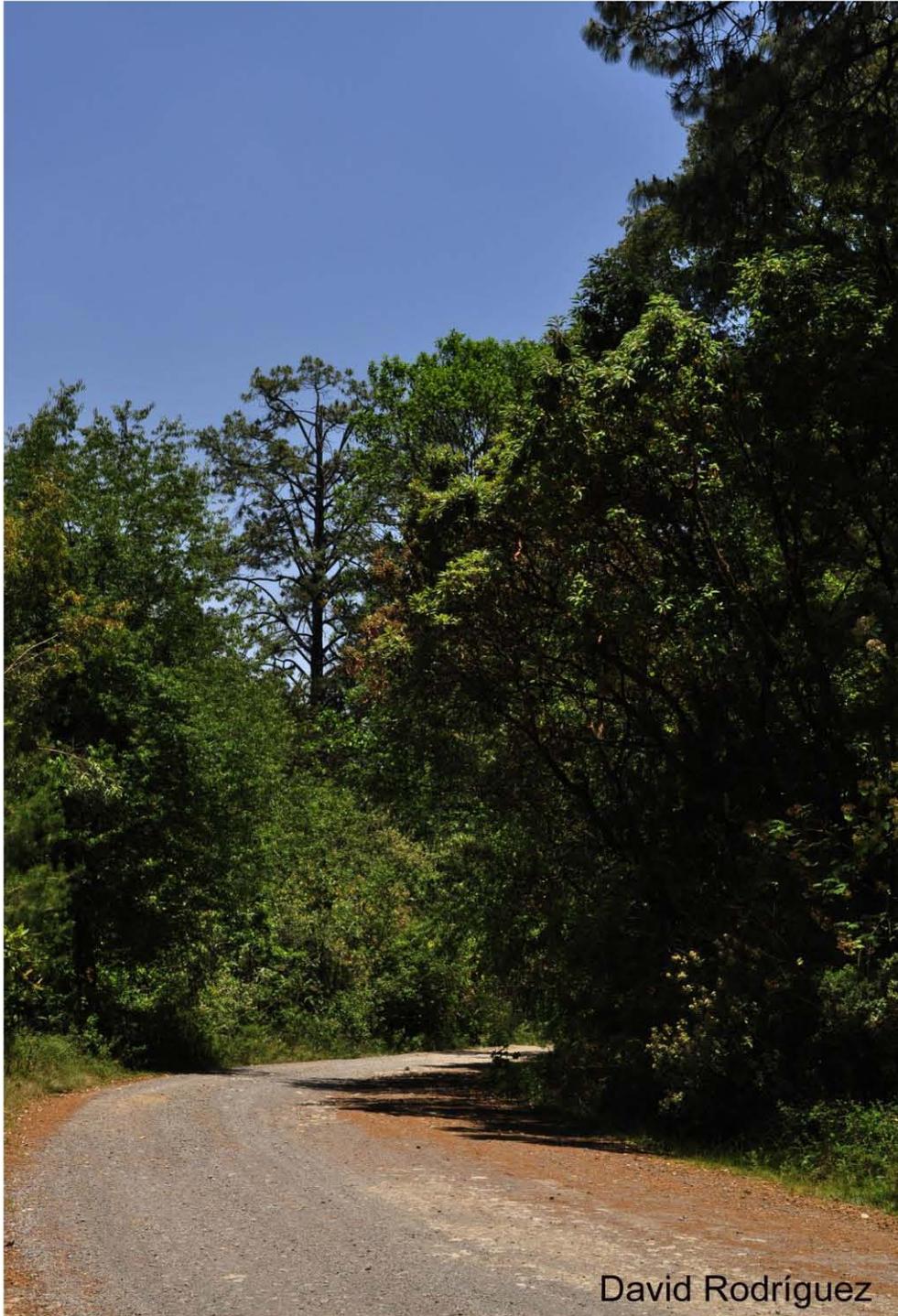
Fig.26 Río en Santa María Magdalena Cahuacán.



Figura 27. Vista del cielo en Santa María Magdalena Cahuacán.



Figura 28. Cuerpo de agua de la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahuacán.



David Rodríguez

Fig. 29. Camino hacia Tres Piedras.



Figura 30. Pequeña cascada en Santa María Magdalena Cahuacán.



Figura 31. *Hyla plicata* (localidad de Tres Piedras).

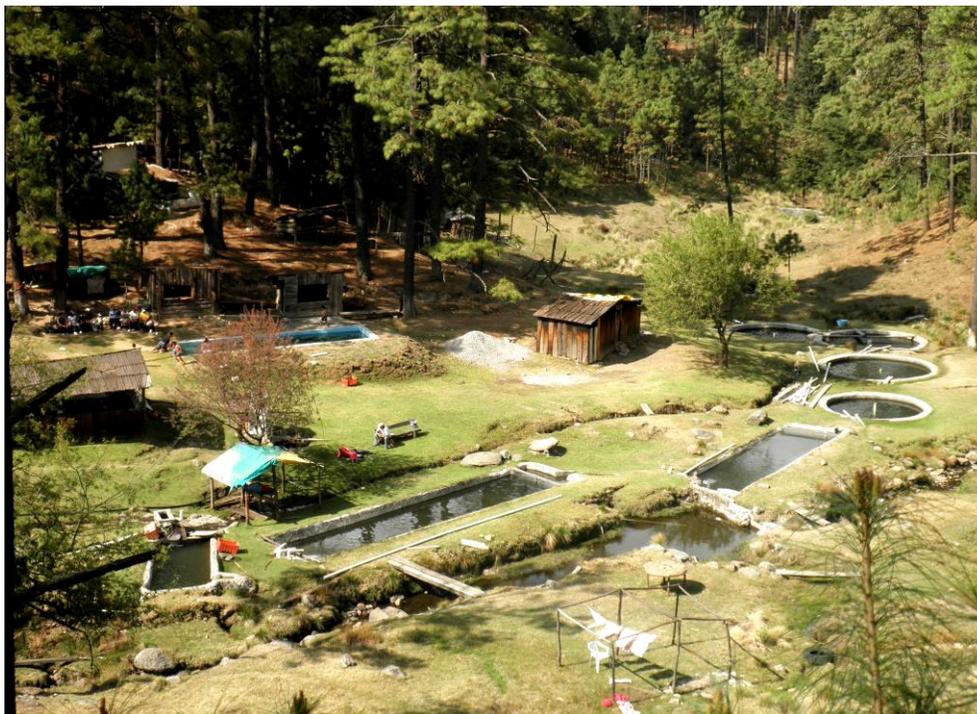


Figura 32. Restaurante y truchero en Santa María Magdalena Cahuacán.



Figura 33. Restaurante los Capulines, de la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahuacán.



Figura 34. Gotcha los Tres Potrillos de la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahuacán.



Figura 35. Centro productor de Truchas los Capulines en la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahuacán.



Figura 36. Cabañas en la localidad de Tres Piedras en Santa María Magdalena Cahuacán.

No obstante, se sabe que el turismo de cualquier tipo puede dañar al ambiente de la siguiente manera:

Con la aparición de los turistas tiende a cambiar el uso de los recursos naturales, y más allá de ello, muchas veces se tiende a sobreexplotarlos. Algunos de los aspectos que inciden negativamente son:

Dstrucción de ecosistemas: una de las mayores amenazas para los ecosistemas es la presencia masiva de visitantes. A lo largo de muchos años, lo único que se tenía en cuenta a la hora de explotar una zona para el turismo era el enriquecimiento de las personas involucradas en el sector. La cantidad de turistas y su comportamiento influyen en gran manera en que los distintos ecosistemas sufran daños mayores o no (Venegas, 2006).

Disminución de la cantidad y calidad de los recursos: se requiere una gran cantidad de los recursos como agua, energía eléctrica, comida, para atender a los turistas adecuadamente y en ocasiones los recursos que se requieren no existen en cantidades suficientes (Venegas, 2006).

Empobrecimiento y contaminación del suelo: Los residuos sólidos que provienen de los lugares visitados por los turistas como hoteles, restaurantes y otros, son depositados al aire libre o ilegalmente ya que no existe la capacidad para depositar estas cantidades de basura, también en ocasiones se opta por incinerar los residuos, lo que produce contaminación atmosférica (Venegas, 2006).

Pero a pesar de todo lo que se mencionó anteriormente, el turismo llegará a esta zona, ya que como se mencionó ya existen diversas actividades; por esta razón el proyecto tiene como propósito tratar de establecer actividades recreativas, educativas y deportivas, que generen el menor impacto posible hacia los recursos naturales de la zona, donde se pretende integrar al visitante con el medio y prevalecer la conservación del mismo.

Para dar paso a este proyecto, se realizó un diagnóstico ambiental para saber qué hay en la zona en el aspecto florístico, faunístico, cultural, socioeconómico y los problemas ambientales a los que se enfrenta la localidad, encontrándose que es necesario implementar este tipo de actividades, que podrán generar ingresos para los pobladores y al mismo tiempo se formará un manejo sustentable del área, dando un uso adecuado a cada zona dependiendo de sus aptitudes y fragilidades. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ecoturismo se entiende como: “Aquella modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en viajar a, o visitar áreas naturales relativamente sin perturbar, con el fin de disfrutar, apreciar estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que pueda encontrarse en el lugar, a través de un proceso que promueva la conservación; tiene bajo impacto ambiental y cultural y

propicia un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales” (Ceballos, 1998).

A continuación se mencionan las actividades que podrían ser aplicadas en la zona de estudio, para implementar el uso de sus recursos de una manera sustentable.

Educación Ambiental

Aquí se pondrán en práctica diferentes actividades teóricas-prácticas, donde la prioridad será proporcionar información al turista, ya que se pretende establecer una relación hombre-naturaleza y al mismo tiempo se sensibilice el turista cambiando su visión hacia lo que puede observar u obtener del bosque visitado por ejemplo: cuáles serían las consecuencias o los peligros que podremos adquirir dentro del ecosistema si se llegara a extinguir una especie de flora o fauna, que pasa si se corta ilegalmente un árbol o si se contamina el suelo que problemas trae consigo.

Senderismo interpretativo

Es la actividad donde un grupo de turistas transitará a pie por un camino ya existente en el área de estudio y equipado con cédulas de información, señalamientos y guiados por personal con previos conocimientos sobre el medio ambiente, cuyo fin específico es que el visitante comprenda el medio natural de flora y fauna que observe en el recorrido. Los recorridos son generalmente de corta duración y de orientación educativa, con un máximo de 10 personas por recorrido, para no perturbar de manera incontrolada la fauna y flora.

Aquí se impartirá una breve plática sobre conceptos como biodiversidad y México como un país megadiverso, se llevará a cabo antes de que se inicie la caminata, con la finalidad de que el turista cambie un poco su perspectiva hacia lo que está a

punto de experimentar con la naturaleza. Enfatizando la relevancia de las zonas templadas.

Caminata a miradores naturales

El turista se transportara a pie, por un camino ya existente en la zona, con señalamientos y guiados por un intérprete de la naturaleza, el recorrido será de larga duración con la finalidad de observar un paisaje más extenso del bosque, con un máximo de 10 personas por recorrido, esto para no perturbar de manera desmedida la fauna y flora de la localidad. Al mismo tiempo se les dará información sobre todo lo que se observe durante el recorrido.

Observación de avifauna

Se realizará en caminos o senderos existentes en la localidad, estos no deben presentar excesiva concurrencia humana, ya que las aves son muy sensibles a esto, el recorrido debe ser preferentemente en la mañana, esto con la finalidad de observar el mayor número posible de aves durante la caminata, será de corta duración, con un máximo de 10 personas por recorrido y será guiado por un especialista o conocedor de las especies de aves locales, para que les pueda proporcionar información confiable de las especies observadas.

Paseo a caballo

Se realizará en senderos ya existentes en el área de estudio, con el propósito de que el turista adquiriera una aventura nueva y llegue a una armonización con la naturaleza, observando la estética del paisaje y observando las aves de la zona, además entrando en contacto con otra fauna, en este caso con el caballo, este será de corta duración y con una persona por caballo.

Talleres

Taller de agua

Se les enseñará de manera divertida el ciclo del agua, para que comprendan la importancia de conservar todos los recursos que hacen posible que el agua llegue a su casa. Esta actividad se podría realizar en campo abierto cerca de un cuerpo de agua y con un máximo de 20 personas por promotor ambiental. Otra actividad sugerida es enseñar a lavar las manos al visitante con la mínima cantidad de agua posible.

Taller de suelo

El suelo es una estructura dinámica formada por materiales orgánicos y minerales, se encuentra cubriendo la corteza terrestre. Sirve de soporte a las plantas y les proporciona los elementos nutritivos necesarios para su desarrollo. El suelo está formado básicamente por minerales, aire, agua y materia orgánica (OEI, 2012). Siendo este un elemento fundamental para el hombre ya que tiene valor ecológico y económico (agricultura, pecuario, minerales y piedras preciosas).

Aquí el turista comprenderá de una manera divertida el valor ecológico del suelo y también los horizontes del mismo tocando cada uno para poder diferenciarlos por su textura, y se podrá realizar a campo abierto, en un sitio donde se observe de manera fácil los horizontes con un máximo de 20 personas por promotor ambiental.

Taller de composta

Se elaborará una composta, donde el propósito es que el turista experimente una forma de reusar los residuos sólidos orgánicos, y que esta la pueda realizar en

casa para crear un abono orgánico para sus plantas. La materia orgánica que se generará durante la visita del turista es la que se utilizará para la producción de la misma. Su descomposición ocurre naturalmente pero el hombre puede intervenir en el proceso para acelerarlo o para hacer ciertas modificaciones. Se sabe que la composta es más que un fertilizante y mejorador de suelo. Le proporciona una mejor textura al suelo, de tal manera que este puede retener más fácilmente nutrientes, humedad y aire. La actividad podrá realizar en un área de 3 m² aproximados para establecer de 5 composteros de 1 m² y se podrán atender 10 personas por compostero (SAGARPA, 2012). Esta misma composta se utilizará posteriormente para la reforestación, propagación de hortaliza o plantas ornamentales.

Taller de lombricomposta

La lombricultura es una herramienta de recién aplicación en el aprovechamiento de residuos orgánicos y abonos animales, ya que pueden encargarse de reciclarlos en el suelo y en el menor tiempo, generando así los abonos llamados Lombricomposta o Vermicomposta; capaces de sustituir a los fertilizantes químicos por lo que se ha convertido en una técnica que auxilia en la conservación y mejoramiento del recurso suelo (Mendoza, 2008). Aquí el turista aprenderá la técnica de cultivo de lombriz, cuáles son los beneficios de éstas y por qué es utilizado como abono orgánico para el suelo, esta técnica de igual forma la pueden realizar en casa, para poder tener otra alternativa de abono orgánico para el suelo. Esta actividad se podrá realizar un área de 2 m aproximados y se podrán atender 10 personas por técnico.

Taller Huerto de hortalizas

El huerto se tendrá que realizar en un área de 98 m² a 140 m² aproximado, donde se pondrán de 7 a 10 parcelas de 7 m de largo por 2 de ancho y por lo menos dos parcelas ya deben de estar con plantación para ser cosechada, se propagarán las

especies adaptadas para clima templado, aquí podrá participar aquel turista que esté interesado en instruirse en diferentes técnicas de siembra de hortalizas (directas o indirectas) con el objetivo de que ellos mismos generen su propio huerto familiar. Previo a la sesión práctica, se proporcionará una plática sobre la información de cómo construir su propio huerto familiar. Asimismo se atenderá un máximo de 15 personas por técnico.

Taller de propagación de plantas ornamentales

Este taller tiene como intención dar a conocer las diversas técnicas de propagación, donde el turista podrá elaborar la técnica que más le haya agradado durante la explicación, se utilizará un espacio de 5 m² que previamente tiene que presentar las condiciones de un invernadero, para tener una propagación exitosa.

Taller de contaminación

La contaminación es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies endémicas, los procesos industriales, las condiciones de vida del ser humano y puede malgastar y deteriorar los recursos naturales renovables (Odum, 1985). La finalidad de este taller es que el turista, aprenda de una manera sencilla las problemáticas ambientales que se generan a corto y largo plazo a consecuencia de los tipos de contaminación y al mismo tiempo aporte posibles medidas de mitigación para disminuir los tipos de contaminación. Se atenderán un grupo máximo de 20 personas por técnico ambiental, esto es para tener mejor control del grupo.

Taller de separación de residuos sólidos

Aquí el turista de forma divertida y dinámica aprenderá cuál es la finalidad de separar la basura para que esta se convierta en residuos sólidos utilizables y se pueda volver a tener un uso ya sea para reciclar o reusar y también cuáles son los criterios para la separación, se podrá impartir la actividad al aire libre, aquí se atenderá un máximo de 20 personas por técnico.

Taller de re-uso

Principalmente se manejarán actividades lúdicas como las manualidades con PET, tetra-Pack, bolsas de plástico y papel reciclado, donde el objetivo es enseñar un nuevo uso a lo que generalmente le llamamos basura, este taller se podrá impartir en un área al aire libre.

Actividades y deportes de aventura

Ciclismo de montaña

El ciclismo de montaña puede ser un medio apasionante para explorar las bellezas naturales y viajar por diversos caminos rodeados de paisajes. Esta actividad no es competitiva, más bien intenta brindar a los conductores de bicicletas recorridos largos, para poder hacer descensos con seguridad y se pueden realizar en esta área debido a que ya existen senderos que pueden utilizarse para la actividad.

Rappel

Existen zonas en la localidad donde se podrían establecer descensos verticales donde es casi imposible poder acceder de otra forma, aquí es donde se podría aplicar este tipo de deporte, para realizar un descenso, se requiere conocer la

técnica adecuada y llevar consigo el arnés y un descensor, por esta razón se impartirá una capacitación previa al descenso para que el turista adquiera los conocimientos básicos para experimentar este deporte.

Gotcha

Es un juego en el que los participantes usan pistolas accionadas por aire comprimido, para disparar pequeñas bolas rellenas de pintura a otros jugadores. En esencia es un juego de estrategia complejo en el cual los jugadores alcanzados por bolas de pintura durante el juego son eliminados de éste a veces en forma transitoria, a veces en forma definitiva dependiendo de la modalidad (www.paintballensalamanca.com). Esta actividad ya se realiza en el área de estudio, pero sin estrategias de manejo ambiental, para evitar dañar de manera inmoderada la zona, aquí se podrá impartir una capacitación ambiental al personal técnico que ofrece esta actividad.

Como toda actividad al aire libre, la práctica del ecoturismo implica riesgos para el turista y por tanto, es de suma importancia proporcionarle seguridad y confianza al visitante, esto puede hacerse con una adecuada capacitación en el manejo de las actividades y un equipo completo y en perfectas condiciones permitirán ofrecer un servicio de calidad, en el que todo riesgo se encuentre posiblemente controlado. Esto se complementa con un botiquín de primeros auxilios siempre a la mano, además de capacitación al personal que participará dentro de las actividades al respecto para saber actuar en caso de imprevistos o emergencias.

También como se mencionó anteriormente, se sabe que toda actividad en el bosque tiende a alterar un ecosistema, es por esto que se proponen al mismo tiempo actividades de recuperación de ecosistemas como las que se mencionan a continuación.

Agro naturismo

Son espacios rurales donde el visitante podrá observar y participar en una producción sustentable de cultivos agroecológicos, recuperación de suelo, reforestación y agroforestería, por ejemplo:

Huertos endoenergéticos

Un huerto leñero o endoenergético es un área sembrada de árboles maderables aptos para leña, los cuales mediante un manejo por el sistema de corte y rebrote, se pueden aprovechar para la cocción de los alimentos por mucho tiempo.

El consumo promedio de energía eléctrica en la cocción de alimentos es de 140 kw/hora/mes, lo cual equivale a consumir 112.2 Kg. mensuales de leña. Esta madera se puede obtener de un huerto leñero a partir del tercer año, en un área de 500 metros cuadrados, en el cual caben 222 árboles, a 1.5 metros entre árboles (Bejarano, 2010).

Implementar un huerto leñero tiene varias ventajas: ahorro de energía eléctrica y gas. Conservación del recurso bosque, suelo, aire y agua. Reducción de gastos de la canasta familiar y provisión de leña por largo tiempo (Bejarano, 2010).

Silvicultura

Esta actividad ya se lleva a cabo en el área de estudio (PLA-426-MEX) donde el turista puede ir a escoger un pino navideño, el objetivo de este cultivo es tratar de evitar la contaminación con los arboles artificiales, ya que la mayoría de estos pinos se fabrican con PVC que contiene plomo.

Al comprar un pino o abeto cultivado, en el Estado de México, se favorece la conservación de los ecosistemas, ya que ayudan a la filtración de agua a los mantos acuíferos, producen oxígeno y capturan dióxido de carbono, proporcionando diversos servicios ambientales que benefician a todos mientras crecen hasta la edad adulta (que es de seis años) para su comercialización. De la misma forma se evita la tala ilegal, pues en la época decembrina mucha gente solía conseguir su árbol de manera ilegal, dañando severamente los bosques y poniendo en riesgo al ecosistema.

Reforestación con especies nativas

Las áreas que se encuentran a cielo abierto son las que son más susceptibles a diferentes riesgos, como incendios, suelen ser utilizadas como basureros, presentan erosión eólica, son lugares donde se incidió a que la fauna se desplazará a otros sitios, es por eso que es necesario reintroducir este tipo de especies en zonas vulnerables, pero prioritariamente sean especies vegetales nativas de la localidad, ayudando a que a largo plazo se recupere el equilibrio ecológico; aquí el turista tendrá un encuentro ampliamente íntimo con la naturaleza ya que podrá trasplantar un árbol en esta área, previo al trasplante se le proporcionará información sobre tipos especies nativas de la localidad y tipos de reforestación.

Ecotecnologías

Eco campamento

El área de estudio presenta zonas de alojamiento para acampar donde se dispone de un armónico paisaje natural, aquí se podrán desarrollar actividades de aventura o deporte, también se propone que se construyan zonas para la cocción de sus alimentos y baños, utilizando materiales de bajo impacto ambiental.

Cabañas ecológicas

Son sitios con habitaciones, baños propios y áreas comunes. También suelen disponer de un área para cocción de alimentos, aquí es donde el turista podrá pernoctar de manera cómoda los días que él decida, la localidad ya cuenta con algunas cabañas.

Baños ecológicos secos

Los baños ecológicos secos, son ideales para las zonas donde no se tiene alcantarillado, estos baños pueden ser construidos en un una área pequeña, sus desechos se convierten en abonos orgánico para mejorar el suelo y aumentar los nutrientes; siempre y cuando éstos hayan pasado el tiempo mínimo requerido para formar una composta, su principal función es separar la orina y las heces fecales al mismo tiempo se protege el medio ambiente, porque no descargan aguas contaminadas al suelo, evitando la contaminación de las aguas subterráneas, ríos y lagos; de los cuales se abastecen las poblaciones humanas y la fauna nativa (Figura 37) (Martínez, 2008).

Por lo anterior, esta actividad es una alternativa para crear baños en la zona de manera sustentable, ya que en la construcción de los mismos se procura generar el menor impacto a los recursos naturales del área.

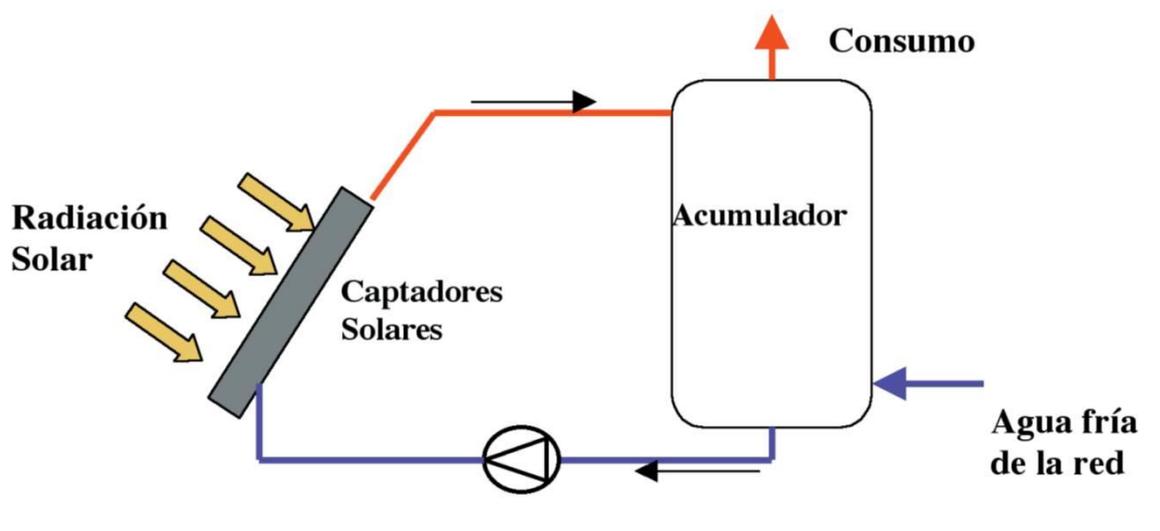


Figura 37. Baños ecológicos secos.

Energías renovables

Las energías renovables son aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable y que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua.

La principal aplicación de la energía solar térmica es la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) para el sector doméstico y de servicios. El agua caliente sanitaria se usa a una temperatura de 45 °C, temperatura a la que se puede llegar fácilmente con captadores solares planos que pueden alcanzar como temperatura media 80 °C. Se considera que el porcentaje de cubrimiento del ACS anual es aproximadamente del 60%; se habla de este porcentaje, y no superior, para que en la época de mayor radiación solar no sobre energía. La energía aportada por los captadores debe ser tal que en los meses más favorables aporte el 100 %. El resto de las necesidades que no aportan los captadores se obtiene de un sistema auxiliar, que habitualmente suele ser gasóleo, gas o energía eléctrica. Con este porcentaje de cubrimiento los periodos de amortización son reducidos (Ver esquema 2) (Alatorre, 2009).



Esquema 2. Energía solar térmica.

Los sistemas solares térmicos y los fotovoltaicos son técnicamente independientes entre sí, es decir de un mismo panel no se puede obtener al mismo tiempo calor y energía eléctrica. Sin embargo, son instalaciones perfectamente compatibles y se pueden tener, en una misma instalación, paneles solares térmicos para agua caliente sanitaria o calefacción y paneles solares fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica.

En el caso de los sistemas solares térmicos, las instalaciones poseen un periodo de vida superior a los 25 años. En el caso de las instalaciones fotovoltaicas, el periodo de vida es superior a los 30 años.

Las ventajas ambientales que presenta la energía solar es que contribuye a la reducción de las emisiones de CO₂, no produce residuos de difícil tratamiento y constituye una fuente de energía inagotable. Una instalación solar térmica en una vivienda unifamiliar con 2 m² de colectores solares puede evitar anualmente 1,5 t de CO₂. Por otro lado una instalación fotovoltaica de 5 kWp evitaría la emisión de 2,3 t de CO₂ al año (Alatorre, 2009).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a las características encontradas el municipio de Nicolás Romero esté se ubica en la provincia del eje Neovolcánico y donde la acción erosiva fue arrastrando sedimentos hasta llegar a formar valles, en el cual se encuentra el conjunto montañoso conocido como la Sierra de Monte Alto y se derivan los cerros Los Potrerillos, Río Frío, Tres Piedras y la Cruz presentándose una elevación de más de 3500 msnm; el cerro Tres Piedras está presente en el área de estudio en Santa María Magdalena Cahuacán, lo que propicia distintos climas y por lo tanto, influye en la existencia de una amplia variedad de fauna y de flora.

De acuerdo al relieve que se localiza en el municipio de Nicolás Romero se presentan tres tipos de climas: templado semifrío (presente en el área de

estudio), templado subhúmedo y templado seco, lo cual permite la disponibilidad de agua en el terreno al mismo tiempo permite que la evaporación sea poca y esto asociado al tipo de suelo presente en el área de estudio proporcionan una gama diversa de vegetación; principalmente de bosque de encino que representa el 23.36%; del terreno, seguido de bosque de pino-encino con 12.99% este tipo de vegetación es el que se presenta con mayor frecuencia en la localidad de Tres Piedras de Santa María Magdalena Cahuacán y finalmente la agricultura que representa un 13.67%. Cabe mencionar que no todo el bosque presente en el municipio se encuentra en buen estado de conservación, esto se reitera principalmente por la el área estudiada, donde se observó una gran cantidad de vegetación perturbada y con incidencia de deforestación, lo que nos lleva a una rápida pérdida de suelo, a una baja filtración de agua hacia los mantos acuíferos, se fragmenta el bosque y por lo tanto se incide a que la fauna silvestre migre o en ocasiones se llega a la pérdida total de la misma, al mismo tiempo se propicia la detrimento del valor paisajístico.

En cuanto la hidrología, el municipio pertenece a la Región Hidrológica número 26 en la cuenca del alto Pánuco, de la vertiente del Golfo de México; los flujos más importante para el municipio se encuentran Los Sabinos, Cuautitlán, El Oro, La Ladrillera y La Concepción en la Sierra de Monte Alto; este último nace en el área de estudio, dirigiéndose de este a oeste y cruza Progreso Industrial hasta llegar a la cabecera municipal de Nicolás Romero, este arroyo en temporada de lluvias incrementa su caudal, la cual se utiliza para la agricultura, la ganadería y agua potable en diferentes localidades del municipio incluyendo el área de estudio.

Un factor que contribuye a una rápida filtración de agua es la presencia de rocas ígneas en el área y por lo tanto se obtiene una rápida recuperación de los mantos freáticos; ya que este tipo de roca presenta una gran porosidad, sin embargo la explotación de pozos se concentra en la parte oriente del municipio de los que se

extrae $0.585 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que la infiltración es de $0.608 \text{ m}^3/\text{s}$ (Rodríguez, 2003), por lo que se está llevando al límite de recarga de los mantos acuíferos.

Los suelos son sistemas naturales abiertos y complejos, que se forman en la superficie de la corteza terrestre donde viven las plantas y gran diversidad de seres vivos y cuyas características y propiedades se desarrollan por la acción de los agentes climáticos y bióticos actuando sobre los materiales geológicos, acondicionados por el relieve y drenaje. La edafología presente en la zona son principalmente los vertisoles que presentan un elevado contenido de arcilla con fuerte expansión al humedecerse lo que dificulta el cultivo y la construcción; mientras que los feozem se distinguen por su color oscuro debido a su alto contenido de materia orgánica, soportan una vegetación de matorral o bosque, cuyo suelo es apto para diferentes tipo de vegetación presentes en el área como *Quercus* y *Pinus*, los luvisoles permiten un cultivo moderado, los cuales predominan en zonas llanas o con suaves pendientes, de climas templados fríos o cálidos, con una estación húmeda y otra seca, y que con un adecuado sistema de riego, favorece un gran número de cultivos, los suelos andosoles de origen volcánico y presentan gran fertilidad (FAO, 2003), el suelo tipo luvisol el que está presente en el área de estudio.

Los bosques constituyen uno de los ecosistemas más valiosos del mundo. Contienen más del sesenta por ciento de la biodiversidad del planeta que, además de su valor intrínseco, tiene otros múltiples valores sociales y económicos: desde las importantes funciones ecológicas del bosque en términos de protección del suelo y de las cuencas, hasta el valor económico pecuniario y no pecuniario de los numerosos productos que pueden extraerse del bosque (Fresr, 2006).

En la localidad Tres Piedras de Santa María Magdalena Cahuacán la vegetación más predominante es el bosque de coníferas y de acuerdo con Rzedowski (1994) los bosques de *Quercus* son muy comunes en el Eje Neovolcánico Transversal y por lo tanto en el Valle de México, en el estudio se registraron ocho especies de

flora; dentro de los cuales los géneros más representativos para el estrato arbóreo fueron *Abies*, *Quercus* y *Cupressus* y para el arbustivo la familia más representativa fue *Compositae*.

Lo anterior comparado con el estudio de Sotelo (2004) se puede observar que la cantidad de especies encontradas fue menor; esto puede deberse a que en el presente estudio solo se trabajó con dos estratos de vegetación (arbóreo y arbustivo) y solo se avocó a estudiar la localidad de Tres Piedras de Santa María Magdalena Cahuacán y de la misma forma no se pueden dejar de mencionar las presiones antropogénicas a las que se ha sometido el bosque, como la deforestación que coloca a México entre los países con los índices más altos en este rubro; ya que implica la desaparición de especies animales y vegetales, por lo tanto la pérdida del hábitat. Y principalmente se incide negativamente en la conservación del agua, originando inundaciones o sequías (sequía en el área de estudio); provocando la erosión del suelo, así como también el aumento de la temperatura y como consecuencia se rompe el equilibrio ecológico.

En nuestro país esta situación comenzó a adquirir proporciones alarmantes a partir de la década de los años 70, como consecuencia de la apertura y construcción de carreteras y caminos (con el propósito de hacer habitables áreas mediante programas de colonización), el aumento en los precios de los insumos agrícolas y pecuarios (lo que causa que los productores adopten sistemas de producción extensivos que tienden a utilizar más tierra y menos insumos), el cambio tecnológico (ya que, al incrementar los rendimientos sin alterar de manera significativa los requerimientos de mano de obra o capital, incrementa la deforestación), los niveles de ingreso de las familias rurales, la falta de seguridad en la tenencia de la tierra, el crecimiento de la población, la pobreza y marginación, las tasas de crecimiento de la economía, los niveles de deuda externa y la liberalización económica, entre otros factores, mismos que han aumentado de manera gradual la presión sobre los bosques y selvas del país, hasta llegar a un punto crítico (Serrano, 2002).

Algunos factores mencionados se han visto implicados en el deterioro ambiental de la localidad de Tres Piedras. Por lo tanto se puede deducir que el bosque de la localidad está pasando por un detrimento ambiental severo, y por consiguiente es necesario empezar a trabajar la zona en el ámbito de restauración y conservación de los recursos naturales, para que este ecosistema no llegue a perderse en su totalidad, provocando la extinción de la especies de flora y fauna nativa. De la misma forma este ecosistema tiene otro valor ecológico muy importante como es la producción de oxígeno, mismo que beneficia directamente a las personas cercanas y aledañas a él.

Por otra parte, el desarrollo de las actividades agrícolas en el área de estudio es frecuente, ya que los suelos de encinares suelen ser fértiles, donde los cultivos con mayor incidencia fueron maíz, frijol, trigo y avena pero de manera de monocultivo; así como también algunos árboles frutales como manzano, tejocote y durazno. Por lo cual en este aspecto se recomienda utilizar la técnica del policultivo para poder evitar el agotamiento de nutrimentos en el suelo, evitar que se plague y permitir aprovechar al máximo los recursos de la tierra, ya que esto mantiene la salud del suelo y previene eventuales problemas para las plantas cultivadas.

Otro elemento que intervino a que se encontró menor cantidad de especies, es que el estudio de Sotelo (2004) en su mayoría fue bibliográfico y no de campo, registró para el área de estudio pastizal, dicha información no puede ser corroborada con el presente estudio ya que no se observó en el área ese tipo de vegetación. Dentro del estudio no se determinaron especies con alguna categoría de riesgo, sin embargo es necesario que se utilice un manejo adecuado para la preservación de la misma, ya que la flora de esta localidad presenta un alto saqueo ilegal.

La fauna es muy diversa y por lo tanto se influye en el funcionamiento de las cadenas tróficas o el equilibrio ecológico; porque se encuentra asociada a factores

bióticos y abióticos del medio en el que habitan (Rzedowski, 1994), por esta razón en ocasiones la fauna se ve en la necesidad de migrar para poder satisfacer sus necesidades para la sobrevivencia.

Por lo tanto es preciso resaltar que la fauna es fundamental para la existencia de ecosistemas, para el estudio realizado se registró una especie de anfibios, misma que fue observada en el estudio de Garza (2007) y Espinoza (2010); *Hyla Plicata* está presente en una categoría de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de acuerdo a la UINC (2008) se encuentra en la categoría de preocupación menor donde se ubican las especies con distribución amplia, tolerantes a la modificación gradual de su hábitat, presumiblemente con poblaciones grandes, pero vulnerables y potencialmente en riesgo de rápido declive, entonces probablemente por lo anterior descrito es que esta especie fue la única que se encontró debido a su tolerancia, también puede deberse a que su actividad diurna es principalmente al amanecer y al atardecer, no obstante este grupo presenta algunas dificultades para su localización, ya que por lo general sus hábitos son nocturnos y en cuerpos de agua o en sitios con demasiada humedad, es por ello que en ningún momento se descarta que se puedan localizar más especies en la localidad, en cuanto al estudio de Sotelo registro 8 especies de las cuales 4 fueron con información bibliográfica y 4 en campo.

Para reptiles se registraron 7 especies, de las cuales 5 se comparten con lo reportado con Garza (2007), mientras que con el estudio de Sotelo (2004) solo coinciden 2 especies de las 11 que se mencionan, esto se puede deber a que su estudio fue en su mayoría bibliográfico y basado en encuestas a los pobladores. En este grupo se tiene que presentar un mejor manejo y resaltar que es fundamental su conservación y restauración del hábitat; ya que la mayoría de las especies se encuentran en una categoría de riesgo, así mismo se presenta una amenaza para la abundancia y distribución siendo uno de los grupos más frágiles por diferentes factores como la extracción ilegal de especies, la deforestación que

hace que se pierda hábitat para la fauna y la disposición de la basura en el bosque.

El área de estudio presenta amplia diversidad de aves (47 especies), esto debido a la topografía y a su diversidad florística, así como la presencia de algunos cuerpos de agua temporales, que permite la llegada de aves visitantes, la cantidad de especies difiere con las reportadas por Sotelo (2004) ya que registró 16, mientras que Espinoza (2010), 21 especies; esto puede deberse a que sus estudios en la mayoría son bibliográficos, de las especies localizadas en el estudio 1 se encuentran en alguna categoría de riesgo, este es un grupo vulnerable a las acciones antropogénicas; principalmente por la deforestación ya que las copas de los árboles en su mayoría son hábitat para las aves y se obliga a este grupo a buscar otro espacio; y las migratorias son obligadas a cambiar de ruta; además se suma la extracción ilegal de especies ya que las aves son las más sensibles a ser capturadas por el humano, por todo lo anterior es necesario la conservación de este grupo y su entorno ambiental, para no ocasionar pérdida en cuanto a riqueza y abundancia.

Con base a lo que se logró observar en el área de estudio, se registraron 4 especies de mamíferos con este grupo no se obtuvo mucho éxito, sin embargo, Lázaro (2010) sólo registró 4 especies; pero Sotelo (2004) y Garza (2007) registraron más de 10 especies que fueron basadas en encuestas y bibliografía. Ninguna de las especies que se registraron se encuentra en alguna categoría de riesgo, pero no se puede dejar de mencionar que los mamíferos son susceptibles a la caza ilegal ya que algunos son utilizados como alimento o de ornato y también para venta como mascotas; entonces se debe de trabajar en preservación y en el buen manejo para que en la localidad no se propicie una defaunación.

De acuerdo con Sarukhán *et al.*, (2009), un componente especial de la excepcional biodiversidad de México es la alta proporción de especies que solo existen en nuestro país denominadas endémicas, lo que imprime mucho mayor

valor a su diversidad biológica. En este aspecto, México también destaca de manera importante cuando se le compara con otros países megadiversos y del total de especies que se registraron en el estudio, tanto de flora como de fauna según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CONABIO, se localizaron 18 endémicas y 7 especies en alguna categoría de amenazadas, donde el grupo con más endemismo y categorías de amenaza fue reptiles. Por lo anterior, las especies endémicas son en particular importantes en relación con la diversidad biológica y por ende prioritarias para las políticas de conservación. Debe quedar claro que no podremos importar de ningún otro lugar las especies que conforman nuestros ecosistemas, de la misma forma, la responsabilidad que tenemos de conocer, usar y conservar este patrimonio, ante nosotros mismos y ante el mundo, es muy grande.

De acuerdo a la información obtenida del modelo indicador P-E-R, el estado actual de la localidad es de deterioro ya que se observaron diez presiones que se ejercen de manera extensiva o intensiva, se puede observar que el bosque ha sufrido varias transformaciones ya que con el tiempo, se ha hecho palpable un severo proceso de deforestación.

La problemática del cambio de uso de suelo, para el caso particular del país, está relacionada, por un lado, con el hecho de que una gran superficie de terrenos de aptitud forestal fue abierta y dedicada al cultivo agrícola, con rendimientos cada vez menores a medida que los suelos perdieron su fertilidad original; en muchos casos, estos terrenos agrícolas se ubicaron en las faldas y en las cumbres de las montañas, sin tomar en cuenta la capacidad forestal del suelo, dada por su pendiente; por otra parte, están las grandes superficies de terrenos que se han destinado a la ganadería de uso extensivo, praderas introducidas y pastizales inducidos de las zonas templadas, más preocupante en la actualidad es el hecho de que los terrenos que primero estuvieron cubiertos por bosques y después se utilizaron para cultivo o como potreros (Serrano, 2002).

Estas dos actividades antes mencionadas (ganadería y agricultura) son las que mayor impacto han tenido sobre el bosque de la localidad de acuerdo a lo observado en el modelo P-E-R, por lo tanto es preciso entender al medio ambiente como uno de los mecanismos que interactúan en el entorno de la producción agrícola y pecuaria. Asimismo se debe de tomar en cuenta la disponibilidad del uso de los factores biofísicos como agua y suelo, el manejo adecuado de los residuos sólidos generados por estas actividades, y sobre todo tener una implementación sustentable en dichas actividades.

De la misma forma la introducción de basura inorgánica en el interior y senderos del bosque ocasiona la incidencia de fauna nociva en la zona representando un gran peligro para la fauna silvestre, al mismo tiempo se ve afectada la salud humana por la emisión de gases y líquidos que se generan en la degradación de la basura, sin embargo, los pobladores han realizado acciones de mitigación o restauración ecológica para los diferentes impactos ambientales, dentro de dichas acciones se encuentra la reforestación que es una actividad que puede favorecer el equilibrio entre los diversos componentes del ecosistema.

No obstante las restantes problemáticas (extracción de suelo, incendios forestales, tala ilegal, reforestación, caza ilegal, introducción de fauna exótica, extracción de fauna ilegal) de la misma forma repercuten sobre el ecosistema, impactándolos de forma inesperada ya que gracias a estos hábitats, absolutamente todos desarrollamos nuestras actividades vitales a través de un intercambio con el entorno de la naturaleza, es decir, con el medio que nos rodea.

La población de la localidad se encuentra consciente del gran deterioro que presenta su bosque; ya que en las entrevistas el 50% mencionó que perciben que éste se encuentra en mal estado y de igual forma saben que si se sigue explotando de una manera inadecuada estos recursos se verán afectados irremediablemente, sin embargo los pobladores saben que representan una responsabilidad de cuidado hacia su bosque, por esta razón se sugirió

implementar la educación ambiental con temáticas relacionadas al ambiente como lo son: aire, agua, suelos, flora y fauna, residuos sólidos, contaminación y cambio climático, los pobladores se mostraron interesados ante estas temáticas, mencionaron que los problemas ambientales de mayor importancia para ser mitigados son los incendios forestales, residuos sólidos y la tala ilegal, mismos que se pudieron observar durante el periodo de muestreo, en cuanto a residuos sólidos el 45% de la población dispone de ellos en depósitos irregulares en el bosque, es por eso que se ve gravemente afectado por esta situación, ya que la localidad no cuenta con un camión recolector regular que pueda disponer de los residuos, por lo que se tienen que incinerar a cielo abierto y de esta manera se está contaminando la atmósfera con los gases emitidos en la quema, pero se debe contemplar que esto también se puede deber a causas naturales como lo es los incendios forestales, mismos que se suscitan en el área durante la época de sequía; así que el aire se ve seriamente afectado por estas dos situaciones.

Además mencionaron que los servicios públicos son insuficientes tales como: drenaje, energía eléctrica, agua potable, sin embargo el Censo INEGI (2010), aporta información donde se menciona que estos servicios se presentan en un 90% de la población de la localidad. Sin embargo, los pobladores de la localidad no están de acuerdo con esta estadística, ya que ellos fundamentan que no son suficientes.

Por lo tanto el área de estudio presenta dificultades en el escenario social, económico y cultural, esto debido a que el acceso educación, servicios públicos y recreación no es óptimo para la comunidad.

En vías de comunicación solo existe la carretera estatal No. 5 que va de Atizapán a Villa del Carbón en condiciones aceptables para ser transitada, sin embargo en la mayoría de los pueblos del municipio y comunidades aledañas se accede a través de caminos de terracería transitables todo el año, como lo es el caso del área estudiada, así que es prioritario que se de mantenimiento a este tipo de

servicio público para poder tener un mejor acceso a estas localidades y poder acceder a las actividades de turismo y recreación existentes en el área como: servicio de restaurante, trucheros, renta de cabañas, gotcha etc. ya que el mal estado de su carretera podría ser una limitante para los posibles visitantes.

El mayor nivel de educación, al que se aspiran en la población de la localidad es secundaria; esto se debe a que no hay en la zona un centro educativo de mayor nivel, y la falta de recursos económicos en ocasiones suele impedir que se puedan transportar a otros poblados, esto tiene como consecuencia que en la localidad aún se encuentren personas analfabetas que constituye el 25% de la población total. Entonces se debería proponer la posibilidad de que se construya un plantel de educación media superior para los jóvenes de la localidad.

En cuanto a vivienda en general son habitables, pero cabe mencionar que aproximadamente el 20% necesitan mantenimiento ya que su techo es de lámina en malas condiciones, con paredes de madera o adobe, el piso es de tierra y todo esto es porque no cuentan con el recurso monetario suficiente para poder dar mantenimiento a sus casas, ocasionando que en temporada de lluvias y la invernal se vean muy afectados. Así que, se propone que se lleve a cabo un programa social federal, estatal o municipal, donde se le proporción material de apoyo para la construcción por ejemplo: cemento, tabique, arena, grava o láminas; que dicho programa favorezca a las familias con mayor necesidad de estos insumos. Aún y cuando se da esta problemática en la vivienda.

Por lo señalado previamente, se deben tomar medidas cuidadosas para que los problemas existentes en la localidad no dañen más a largo plazo a la población en el aspecto social y ambiental; el ecoturismo se convierte en una alternativa para evitar que se sigan propagando de manera descontrolada algunos de los problemas ambientales existentes en la localidad, al mismo tiempo se genera un ingreso económico extra para los pobladores, sin embargo, se debe ser muy cauteloso en este aspecto ya que en ocasiones suele ser contraproducente si no

se maneja de manera adecuada, dentro de la localidad ya se cuenta con algunas actividades para el turista como: Piscifactoría (trucheros) con restaurante, renta de cabañas, zonas para de acampado y gotcha, pero no se tiene una organización comunal, ni acuerdos institucionales por parte de los mismos, por esta razón estas actividades posiblemente represente un riesgo para el bosque ya que como se sabe cualquier actividad antropogenica puede causar daños al mismo, si no tiene presente un plan de manejo adecuado.

Así mismo, las actividades existentes se conjuntarán con las propuestas dentro del proyecto, donde se establecen una serie de acciones, que pretenden generar el menor impacto posible hacia al bosque, creando un entorno armónico entre el hombre y la naturaleza, y al mismo tiempo contribuir al mejoramiento y conservación del mismo, siendo estas en su mayoría aptas para todo tipo de público.

No obstante Pacheco (2002), menciona que los animadores, operadores turísticos, técnicos en áreas naturales protegidas, guías o intérpretes, no han logrado incorporar, y generar una práctica turística en el marco de la educación ambiental, sino que en muchas ocasiones se ha pensado en el ecoturismo como un proceso totalmente independiente. Por tal razón dentro de las actividades propuestas se encuentra principalmente la educación ambiental, misma que consistirá en una serie de procesos y actividades que se proporcionarán a los pobladores de la localidad y al turista, para que adquieran una experiencia social y cultural ambiental, y simultáneamente se aumente el interés por la conservación del ecosistema.

Dentro de las actividades de educación ambiental están principalmente talleres de sensibilización, donde se abordarán temáticas referentes a los problemas que se suscitan en el bosque como: contaminación de suelo, agua, aire, disposición final y separación de residuos sólidos, estos tienen la finalidad de que el turista después del taller presente otra visión hacia el bosque. Además se impartirán

otros talleres como propagación de hortalizas y plantas ornamentales, elaboración de composta y lombricomposta, con el propósito de que el visitante pueda adquirir un nuevo conocimiento para generar una alternativa que le ayude a implementar e impulsar el cultivo de productos de autoconsumo y ornato, ayudando a su economía familiar. Del mismo modo tendrán la oportunidad de generar abonos orgánicos para que su producción tenga elevados rendimientos.

También dentro de las actividades se suman las de deporte de aventura como ciclismo de montaña, Rappel, Gotcha; dichas actividades se plantean debido a que el bosque ya cuenta con áreas previamente propias para cada uno de los deportes mencionados, así que si se implementa estas actividades con un manejo adecuado, podrán ser alternativas viables generar una economía extra a los pobladores y misma que podrá ser dirigida en el momento requerido para rehabilitar las zonas que se estén manejando para este fin y al mismo tiempo estará contribuyendo a la restauración del ecosistema, de igual forma se diseñaran con un manejo adecuado para impactar al bosque lo menos posible.

De la misma forma se plantean el agro naturismo que es donde el turista podrá observar y participar en una producción sustentable de cultivos agroecológicos, recuperación de suelo, reforestación y agroforestería, por ejemplo: huertos endoenergéticos, silvicultura, reforestación con especies nativas, estas son las actividades que se plantean dentro del proyecto para poder contribuir de manera directa a la conservación y preservación del bosque. Asimismo, se proponen una serie de ecotecnologías como: cabañas ecológicas, baños ecológicos secos, paneles solares para la producción de agua caliente o calefacción y paneles solares fotovoltaicos para generar energía eléctrica, donde principalmente se busca trabajar con materiales que causen el menor impacto ambiental para su construcción y su mantenimiento.

Por otra parte es necesario e importante considerar a la población de la localidad que ya cuenta con algún servicio para el turista, por ejemplo Faust (1991) señala

que todo tipo de proyecto ecoturístico debe ser una colaboración negociada con la comunidad, tomando en cuenta sus costumbres y deseo de cambio, recalcar que el plan de manejo se realice en reuniones con la población, para proponer con ellos las actividades sugeridas. También expresa que la forma participativa de trabajar, debe ser empleada adecuadamente, ya que podría dar mejores resultados a largo plazo, pero también señala que introducir cambios en una comunidad, implica otros aspectos no provistos los cuales pueden ser de carácter negativo.

También Alcocer (2007), recalcó en su proyecto de ecoturismo de la comunidad Maya en Yucatán, que el cambio más relevante fue la participación de mujeres y jóvenes en actividades económicas; igualmente dice que el trabajo en conjunto ayuda a que la construcción de las instalaciones nuevas, sea en menor tiempo de lo previsto. Por tanto el proyecto pretende llevar un buen proceso participativo con los pobladores de la localidad en la planeación, para que pueda tener éxito.

Finalmente, es muy importante la capacidad de carga por día que puede resistir el ecosistema, sin embargo, este no puede ser determinado por el momento sino, hasta que se establezcan las medidas de las áreas que se utilizarán para cada actividad. Por lo tanto las estimaciones de las personas por actividad emitidas en el presente texto, son generalmente para que cada técnico pueda tener un mejor control sobre el grupo que atenderá y de igual forma se puede deducir que mientras sea menor el número de personas que se introduzcan a el bosque por día, será menor el impacto a corto, mediano y largo plazo.

CONCLUSIONES

- La localidad de Tres Piedras, de Santa María Magdalena Cahuacán, presenta un sistema de lomeríos, esto propicia que el clima sea de tipo Templado subhúmedo, así mismo se genera una gran diversidad de fauna y flora; encontrándose principalmente vegetación de tipo Pino-Encino.
- En el área de estudio se registraron 8 especies de flora arbórea, 47 de aves, 7 de reptiles, 1 de anfibios y 4 de mamíferos, encontrándose que 18 especies son endémicas de México y 7 están dentro de una categoría de protección en la NOM-059-SERMARNAT-2010.
- Mediante el modelo de P-E-R, se detectaron las siguientes actividades generadoras de deterioro ambiental en el bosque de la localidad: extracción de suelo, tala ilegal, caza ilegal, incendios forestales, introducción de fauna exótica, extracción ilegal de fauna y flora, acúmulo de residuos sólidos, agricultura de temporal y ganadería (equino, vacuno, caprino), siendo estas tres últimas las que se observaron con mayor frecuencia y por lo tanto generan un impacto grave al ecosistema.
- La localidad presenta un alto riesgo de disminuir su flora y fauna la cual cuenta con un importante número de endemismo y al mismo tiempo se tiende a perder estética del paisaje, por lo tanto es de suma importancia protegerla, restaurarla y conservarla.
- En el área de estudio se implementa la actividad de reforestación, misma que beneficia en varios aspectos al ecosistema, por ejemplo: una mejor estética del paisaje, minimiza la erosión eólica, se crean nuevos hábitat para la fauna silvestre, optimiza la filtración hacia mantos acuíferos, incrementa la masa forestal para una mayor producción de oxígeno. Sin

embargo, por lo que se observó no es tan exitosa la reforestación, ya que la mayoría de sus árboles trasplantados mueren.

- La población de la localidad presenta un alto grado de marginación económica, social, cultural y de educación pública. Por lo tanto se debe de trabajar en estos ámbitos para que mejore la calidad de vida de los pobladores.
- En la propuesta del proyecto de ecoturismo, se integraron actividades e infraestructura existente y otras por desarrollar, al mismo tiempo se establecieron actividades educativas, recreativas y deportivas, donde el propósito es que generen el menor impacto posible hacia los recursos naturales del bosque y con la finalidad de sensibilizar e integrar armónicamente al visitante con el medio ambiente y así intervenir en la restauración, preservación y conservación de los mismos.

PROPUESTAS

- Se recomienda seguir abordando el Diagnóstico Ambiental pero en toda la extensión territorial de localidad de Santa María Magdalena Cahuacán ya que este trabajo sólo se avocó a Tres piedras, esto para incrementar el número de especies de flora y fauna registradas en el presente estudio.
- De la misma manera se podría implementar un censo por medio de encuestas en toda la localidad para poder tener una mejor información sobre el aspecto socioeconómico y cultural del área total.
- También se recomienda seguir muestreando esta localidad, con el motivo de poder localizar si es que existen más problemas ambientales que estén provocando el deterioro ambiental del bosque, aparte de los ya antes mencionados.
- Es importante darle seguimiento a las actividades que se describen en el proyecto de ecoturismo dando mayor importancia a la educación ambiental, ya que como se sabe es el eje para tener una mejor cultura ambiental y valorar de manera sustentable al bosque. También cabe mencionar que las actividades tienen como finalidad proporcionarle un uso sustentable a los recursos de la localidad, ya que como se mencionó en la zona de estudio ya cuenta con diversas actividades abocadas al turismo sin ningún plan de manejo adecuado.

LITERATURA CITADA

- Alatorre, F. C. 2009. Secretaria de Energía (SENER). Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México. México.
- Alcocer, P. E. M. 2007. El ecoturismo dentro de una comunidad Maya de Yucatán. Tesis. Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Alcivar, S. J. J. 2009. Diagnóstico ambiental del Cerro Verde Sección I del municipio de Chapa de Mota, Edo. de México, Tesis de Licenciatura. Biología. FES Iztacala. UNAM. México.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. México. 212pp.
- Bejarano, M. E. A. 2010. Guía práctica de presentación de proyectos estufas ecoeficientes y bosques dendroenergéticos ecocinando. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca–CAR. República de Colombia.
- Budowski, G. 1976. Tourism and Environmental Conservation: Conflict, Coexistence or Symbiosis *Environmental Conservation*, (1):27-31.
- Carabias, J., J. de la Maza y E. Provencio. 2008. Evolución de enfoques y tendencias en torno a la conservación y el uso de la biodiversidad, en *Capital Natural de México*, Vol. III: *Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO, México, pp. 29-42.
- Ceballos. L. H. 1998. Ecoturismo, Naturaleza y Desarrollo Sostenible. Primera edición. México, editorial Diana.

- Costa, P. J. C., Peña, J. 1995. Topografía y orientación, Editorial MAD.
- Díaz, C. I. A. 2010. Ecoturismo comunitario y género en la reserva de la biosfera Los Tuxtlas, México. Universidad Complutense de Madrid España.
- Ehrlich, A. H. y P. R. Ehrlich. 1992. Causes and consequences of the disappearance of biodiversity. En Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. México.
- Espinoza, L. R. G. 2010. Diagnóstico ambiental de la localidad del Mirador, en las inmediaciones del ejido de San Francisco Magú, Municipio de Nicolás Romero Estado de México. Tesis de Licenciatura. Biología, FES Iztacala. UNAM. México.
- Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. FAO. 2003. Guía para la descripción de suelos. Roma.
- Faust, B. B. 1991. Guidelines for Maya Participation in Ecoturismo Planning. En *Ecotourism and Resource Conservation. A Collection of Papers*. J.A. Kusler, ed. Pp 224-226, Vol. 1. Berne, NY: Association of Wetlands Managers.
- Fresr, C. 2006. Deforestación. Técnico superior de gestión ambiental.
- García, C. A. 2008. Diagnóstico ambiental del Parque Estatal Atizapán-Valle Escondido (Los Ciervos). Municipio de Atizapán de Zaragoza. Estado de México. Tesis de Licenciatura. Biología, FES Iztacala. UNAM. México.

- Garza, M. P. 2007. Diagnóstico ambiental de las canalejas Isidro Fabela, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Biología, FES Iztacala. UNAM. México.
- INE 1999, indicadores ambientales.
- INEGI 2010. Censo de población y vivienda.
- Kusler, J. A. 1991. Ecotourism and Resource Conservation: Introduction to the Issues. En *Ecotourism and Resource Conservation: A Collection of Papers*, Vol. 1 J. A. Kusler (ed.) p. 2-8.
- Luque, D., Camarena, B. 2008. Educación ambiental a través del Ecoturismo. Diversidad Biocultural y Humedales costeros del Canal del Infiernillo En Territorio Comcáac (Seri), Golfo de California. Proyecto patrocinado por Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Reporte Técnico Parcial, junio.
- Martínez, B. A. 2008. Manual de construcción de baños ecológicos secos. Bolivia. Bolivia.
- Mendoza, G. L. 2008. Manual de lombricultura. Tuxtla Gutierrez Chiapas. Mexico.
- National Geographic Society. 1996. Field guide to the birds of North America. 2da. Ed. National Geographic Society. Washington. D.C. 464p.
- Nava, R. A. A. 2005. Diagnóstico ambiental de Los Molinos de Villa del Carbón, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Biología, FES Iztacala. UNAM. México.

- OCDE, 1991, Environmental Indicators: A preliminary set. OCDE París.
- OCDE, 1993. Core Set of indicators for environment performance reviews. Environmental monograph # 83. OCDE, Paris.
- ODUM, E. P. 1985. Ecología. 3º Edición. Edit. Omega.
- OEI, 2012. Disponible en: <http://www.oei.org.co/fpciencia/art12.htm>.
- Pacheco, M. F. M. 2002. Educación ambiental y el ecoturismo. Gabinete de educación ambiental y divulgación de la ciencia. Pág. 1.
- Peterson, R. T. y Chailf, E. L. 1989. Aves de México. GUIA DE CAMPO. Wordl Wild life/Ed. Diana. 4^{ta} reimpresión (2000) México.
- Plan de desarrollo municipal del H. Ayuntamiento de Nicolás Romero 2009-2012.
- Ramírez, B. P., Hernández, S.U., García, V.U.O., Leyfe, M.A., Canseco, M. L. 2009. Herpetofauna del Valle de México: diversidad y conservación. México. CONABIO.
- Rodríguez, S. C. A. 2003. Nicolás Romero. México. Editorial Kami.
- Rzedowski, J y G. Rzedowski, 1979. Flora fanerógamica del Valle de México, Vol. I. Instituto Politécnico Nacional, México. D.F.
- Rzedowski, J y G. Rzedowski, 1985. Flora fanerógamica del Valle de México, Vol. II. Instituto Politécnico Nacional, México. D.F.
- Rzedowski, J. 1994. Vegetación de México. Editorial Limusa México. D.F.

- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, j., Soberon, J., Dirzo R., Llorente, B. j., Halffter, G., March, I., Mohar, A., Anta, S., De la Maza, J., 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Serrano, G. E. 2002. Contribución al conocimiento del México Forestal. *Revista de información y análisis*, núm. 22.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Elaboración de composta (SAGARPA, 2012).
- Sotelo, V. Y. 2004. Diagnóstico ambiental de la localidad de Santa María Magdalena Cahuacán, Nicolás Romero, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Biología, FES Iztacala. UNAM. México.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UINC), Conservación internacional y Nature Serve. 2008. Información sobre *Hyla plicata*.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UINC).
- Valentine, P. 1992. Nature based tourism in *Special interest tourism*. B. Weiler y C.M. Hall (eds.) Belhaven Press. London. 105-127pp.
- Venegas, M. G. M. 2006. Ecoturismo instrumento de desarrollo sostenible. Proyecto de Monografía para optar el título de especialista en Gestión Ambiental. Universidad de Antioquia. Medellín.

Leyes y Reformas

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma publicada DOF 04-06-2012).
- Ley General de Vida Silvestre (última reforma publicada DOF 06-06-2012).
- Ley General de Salud (última reforma publicada DOF 24-04-2013).
- Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (última reforma publicada DOF 04-06-2012).
- Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental (última reforma publicada DOF 30-05-2000).
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

- Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2011, que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-061-SEMARNAT-1994, que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-SEMARNAT-1996, establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo, heno y doradilla.

Paginas internet

- <http://www.semarnat.gob.mx>
- <http://www.inegi.org.mx>
- <http://smn.cna.gob.mx>
- <http://www.paintballensalamanca.com>

ANEXOS

ANEXO 1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
HERBARIO IZTACALA



P. DE BIÓL. KARLA LOURDES RAMÍREZ PIMENTEL,
P R E S E N T E .

Por este conducto me permito agradecer a usted la donación del material botánico de respaldo del Proyecto de Tesis de Biología intitulado: "Diagnóstico ambiental y propuesta de un proyecto de Ecoturismo para la comunidad de Tres Piedras, Cahuacán, Edo. de México", realizado en el Laboratorio de Zoología de esta Facultad y bajo la dirección del M. en C. Rodolfo García Collazo. Así mismo, le informo que los ejemplares han sido integrados en la Colección Fanerogámica del Herbario Iztacala con los siguientes Números de registro:

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NO. REGISTRO
<i>Abies religiosa</i> (H.B.K.) Cham. & Schl.	PINACEAE	42604 IZTA
<i>Eupatorium glabratum</i> H.B.K.	ASTERACEAE/COMPOSITAE	42605 IZTA
<i>Arbutus glandulosus</i> Mart. & Gal.	ERICACEAE	42606 IZTA
<i>Senecio angulifolius</i> DC.	ASTERACEAE/COMPOSITAE	42607 IZTA
<i>Buddleja cordata</i> H.B.K.	LOGANIACEAE	42608 IZTA
<i>Baccharis conferta</i> H.B.K.	ASTERACEAE/COMPOSITAE	42609 IZTA
<i>Quercus laurina</i> H. & B.	FAGACEAE	42610 IZTA
<i>Cupressus lindleyi</i> Klotzch (2)	CUPRESSACEAE	42611 IZTA

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Los Reyes Iztacala, Estado de México, 16 de febrero de 2011

M. EN C. MA. EDITH LÓPEZ VILLAFRANCO



ANEXO 2

Tabla 1. Listado florístico de la localidad de Santa María Magdalena Cahuacán y categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (A=amenazada; P= en peligro de extinción; Pr= especie sujeta a protección especial; E= Probablemente extinta en el medio silvestre).

Orden	Familia	Genero	Especie	Status
Pinales	Pinaceae	<i>Abies</i>	<i>religiosa</i>	
	Cupressaceae	<i>Cupressus</i>	<i>lindleyi</i>	
Asterales	Compositae	<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	
		<i>Senecio</i>	<i>angulifolius</i>	
		<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	
Ericales	Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>glandulosa</i>	
Gentianales	Loganiaceae	<i>Buddleia</i>	<i>cordata</i>	Endémico
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>laurina</i>	Endémico

Tabla 2. Listado de anfibios y reptiles de la localidad de Santa María Magdalena Cahuacán y categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (A=amenazada; P= en peligro de extinción; Pr= especie sujeta a protección especial; E= Probablemente extinta en el medio silvestre).

Orden	Familia	Genero	Especie	Status
Anura	Hylidae	<i>Hyla</i>	<i>plicata</i>	Endémica (A)
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>aeneus</i>	Endémica
		<i>Sceloporus</i>	<i>grammicus</i>	(PR)
	Anguidae	<i>Barisia</i>	<i>imbricata</i>	Endémica (PR)
	Colubridae	<i>Salvadora</i>	<i>bairdi</i>	Endémica (PR)

		<i>Thamnophis</i>	<i>eques</i>	Endémica (A)
	Scincidae	<i>Plestiodon</i>	<i>copei</i>	Endémica (PR)
	Viperidae	<i>Crotalus</i>	<i>triseriatus</i>	Endémica

Tabla 3. Listado aves de la localidad de Santa María Magdalena Cahuacán y categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (A=amenazada; P= en peligro de extinción; Pr= especie sujeta a protección especial; E= Probablemente extinta en el medio silvestre).

Orden	Familia	Genero	Especie	Status
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea</i>	<i>Alba</i>	
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo</i>	<i>Virginianus</i>	Endémica
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo</i>	<i>jamaicensis</i>	
	Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>Aura</i>	
	Tyrannidae	<i>Camptostoma</i>	<i>Imberbe</i>	
		<i>Empidonax</i>	<i>Fulvifrons</i>	
		<i>Contopus</i>	<i>Pertinax</i>	
		<i>Xenotriccus</i>	<i>Mexicanus</i>	(Pr)
	Fringillidae	<i>Carduelis</i>	<i>Pinus</i>	
		<i>Carduelis</i>	<i>Psaltia</i>	
		<i>Carpodacus</i>	<i>Mexicanus</i>	
		<i>Loxia</i>	<i>curvirostra</i>	
	Turdidae	<i>Catharus</i>	<i>occidentalis</i>	Endémica
		<i>Turdus</i>	<i>migratorius</i>	
		<i>Turdus</i>	<i>rufopalliatus</i>	Endémica
	Corvidae	<i>Corvus</i>	<i>corax</i>	
		<i>Cyanocitta</i>	<i>stelleri</i>	
	Parulidae	<i>Dendroica</i>	<i>coronata</i>	
		<i>Dendroica</i>	<i>pinus</i>	
		<i>Myioborus</i>	<i>miniatus</i>	
<i>Myioborus</i>		<i>pictus</i>		

Passeriformes		<i>Parula</i>	<i>superciliosa</i>	
	Hirundinidae	<i>Hirundo</i>	<i>rustica</i>	
		<i>Ergaticus</i>	<i>ruber</i>	Endémica
		<i>Tachycineta</i>	<i>thalassina</i>	
	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>galbula</i>	
		<i>Molothrus</i>	<i>aeneus</i>	
		<i>Quiscalus</i>	<i>mexicanus</i>	
	Emberizidae	<i>Junco</i>	<i>phaeonotus</i>	Cuasiendémica
		<i>Oriturus</i>	<i>superciliosus</i>	Endémica
		<i>Passerella</i>	<i>lliaca</i>	
	Mimidae	<i>Mimus</i>	<i>polyglottos</i>	
	Paridae	<i>Parus</i>	<i>sclateri</i>	
	Aegithalidae	<i>Psaltriparus</i>	<i>minimus</i>	
	Ptilogonatidae	<i>Ptilogonys</i>	<i>cinereus</i>	Cuasiendémica
	Regulidae	<i>Regulus</i>	<i>calendula</i>	
	Troglodytidae	<i>Thryomanes</i>	<i>bewickii</i>	
		<i>Thryothorus</i>	<i>ludovicianus</i>	
<i>Troglodytes</i>		<i>aedon</i>		
Vireonidae	<i>Vireo</i>	<i>huttoni</i>		
	<i>Vireo</i>	<i>vicinior</i>	Semiendémica	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eugenes</i>	<i>fulgens</i>	
		<i>Hylocharis</i>	<i>leucotis</i>	
		<i>Lampornis</i>	<i>clemenciae</i>	Semiendémica
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes</i>	<i>formicivorus</i>	
		<i>Picoides</i>	<i>scalaris</i>	

Tabla 4. Listado de mamíferos de la localidad de Santa María Magdalena Cahuacán y categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (A=amenazada; P= en peligro de extinción; Pr= especie sujeta a protección especial; E= Probablemente extinta en el medio silvestre).

Orden	Familia	Genero	Especie	Status
Carnívora	Canidae	<i>Canis</i>	<i>latrans</i>	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>virginiana</i>	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>floridanus</i>	
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus</i>	<i>variegatus</i>	

ANEXO 3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA



Encuesta de la situación ambiental que presenta la localidad de Tres Piedras
Santa María Magdalena Cahuacán, Estado de México.

Nombre:

Edad:

¿Qué tiempo lleva de vivir en la zona?

¿Cómo valora el estado general del medio ambiente en la localidad?

- a) Bueno
- b) Malo
- c) Muy malo

¿Usted cree que en los próximos años la situación medio ambiental en la localidad va a ser?

- a) Mejor que ahora
- b) Igual que ahora
- c) Peor que ahora

¿De quién cree que es la responsabilidad de la protección del medio ambiente de los siguientes agentes sociales?

- a) Gobierno del Estado
- b) Comunidad del ejido
- c) Ayuntamiento
- d) Ciudadanía

- e) Asociaciones
- f) Otras instituciones locales
- g) Industria, empresa y comercio Otros (indicar cuál) _____

¿Y usted, qué responsabilidad cree que tiene en la protección del medio ambiente?

- a) Ninguna
- b) Poca
- c) Mucha

¿En cuál de las siguientes áreas temáticas relacionadas con el medio ambiente le gustaría a usted que le entregaran mayor información?

- a) Aire
- b) Agua
- c) Residuos sólidos (basura)
- d) Flora y Fauna
- e) Cambio climático
- f) Suelos
- g) Contaminación

¿Cuál crees que son los problemas medio ambientales más importantes de la localidad?

¿La población actual utiliza estos ecosistemas para su provecho? Por ejemplo (Alimentación hongos, animales, Uso medicinal, Uso maderable, cacería para comer)

¿Considera usted que los servicios en su comunidad son suficientes?

- a) Si _____
- b) No _____
- c) No lo sabe _____

¿Cuáles servicios considera insuficientes en la localidad?

- a) Drenaje
- b) Recolección de basura
- c) Energía Eléctrica
- d) Servicios de salud
- e) Seguridad
- f) Agua Potable
- g) Educación

¿Cómo dispone de la basura?

- a) Camión recolector del Municipio
- b) Incineración
- c) Depósitos irregulares ¿Cuáles?

¿El agua que consume proviene de?

- a) Pozo
- b) Manantial
- c) Río o arroyo
- d) Tubería
- e) Otro

ANEXO 4

Tabla 5. Factores socio-económicos de la localidad de Santa María Magdalena Cahuacán.					
Población	Total 4249		masculina 2088		femenina 2161
Educación	Preescolar 1410	Primaria 604	Secundaria 797	Media Superior 316	Superior 104
Económica	Activa 1462			Inactiva 1465	
Servicio de Salud	Con derechohabencia 1611			Sin derechohabencia 2398	
Servicios públicos	Total de viviendas 930	Agua potable 791	Drenaje 759	Electricidad 864	

ANEXO 5

Cartografía

1. Temperatura Normal Anual
2. Precipitación Normal Anual
3. Evapotranspiración Normal Anual
4. Climatología
5. Hidrología superficial
6. Edafología (Tipos de rocas)
7. Edafología (Unidad de suelo)
8. Modelo Digital de Elevación
9. Exposición
10. Pendiente
11. Curvas de nivel

