



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

---

---

DIAGNOSTICO AMBIENTAL EN LAS INMEDIACIONES DE SAN JUAN  
YAUTEPEC DEL MUNICIPIO HUIXQUILUCAN ESTADO DE MEXICO

**T E S I S**  
**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A:**  
**PÉREZ GARDUÑO SAMUEL**

**DIRECTOR DE TESIS:**  
**M. C. JONATHAN FRANCO LÓPEZ**



IZTACALA, 2014





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.

## **DEDICATORIAS**

*A mis padres Rafaela Garduño y Alfredo Pérez, quienes son un ejemplo de personas, de valores, cariño y confianza. Por las enseñanzas que me han brindado a lo largo de mi vida.*

*A mis hermanos, Alfredo, Cesar, Laura, Antonio y Arturo a los cuales quiero mucho y alegran mis días.*

*A mis tíos Antonia Pérez y José Díaz por su cariño.*

*A mis abuelos quienes ya no me pudieron ver terminado mi carrera pero que siguen a mi lado.*

*A mis amigos de la FES-Iztacala, los cuales respeto e hicieron una diferencia incalculable en el transcurso de la escuela y sobre todo por brindarme su amistad: Denise, Imelda (Buba), Arturo (Chaiz), Pedro, Uriel (Dady) Alejandra (wera), Esperanza (Pachis), Raul (Pechan), Luis (Tío), Jorge (Wolf), Siboney, Ale Verde, Tadeo, Baruc, Felix, Ralph, Valentín y los que faltan.*

*A quienes desde hace muchos años son mis amigos y estimo mucho, Tania Buitrón, Víctor Hugo Hernández, Carlos Ruiz Apolinar y Eduardo Ruiz Apolinar.*

*A Alejandra Dávila a quien quiero mucho quien me brindó su apoyo, su tiempo, su sabiduría y por los grandes favores que hicieron posible parte del trabajo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Gracias a mis padres que me guiaron con el mejor ejemplo de cariño, dedicación, responsabilidad, constancia y por darme la oportunidad de estudiar una carrera.*

*A mis hermanos Laura, Alfredo, Cesar, Toño y Arturo que me han apoyado a lo largo de mi vida y de mi carrera, por sus enseñanzas y su sostén.*

*A mi asesor de tesis M. en C. Jonathan Franco López, por haber aceptado la dirección de mi tesis, por su confianza, paciencia, sabiduría y enseñanzas, y sobre todo por el apoyo brindado para llegar a este punto de mi carrera.*

*A mis sinodales, Dr Sergio Chazaro Olvera, M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros, M. en C. Tizoc Adrián Altamirano Álvarez y Biol. Carlos Manuel Bedia Sánchez. Gracias a sus aportaciones y comentarios que contribuyeron a la culminación de mi tesis.*

*Al Laboratorio de Edafología UBIPRO, en especial a la M. en C. Mayra Hernández Moreno por su apoyo y enseñanzas.*

*Al Laboratorio de Análisis de agua (Química inorgánica) FESC por su asesoría.*

*A mis amigos y hermano, Gallos, Denise, Imelda y Cesar por ayudarme en los muestreos de mi trabajo, muchas gracias.*

*Infinitas gracias a la Máxima Casa de Estudios “Universidad Nacional Autónoma de México” Por darme un lugar en sus aulas permitiéndome desarrollar como una mejor persona y en especial a la carrera de Biología por permitirme ser un egresado más de esta maravillosa carrera.*

## Índice

Resumen.....	4
Introducción.....	5
Antecedentes.....	7
Objetivos.....	9
Área de estudio.....	10
Orografía.....	11
Hidrografía.....	11
Clima.....	11
Flora.....	11
Fauna.....	12
Recursos naturales.....	12
Usos del suelo.....	12
Socioeconómicos.....	13
Metodología.....	16
Resultados.....	18
Flora.....	18
Fauna.....	19
Agua.....	20
Suelo.....	21
Encuestas.....	23
Matriz de Leopold.....	24
Matriz de Mc. Harg.....	28
Red de Sorensen.....	30
Discusión.....	35
Presión-Estado-Respuesta.....	37
Conclusión.....	40
Recomendaciones.....	41
Bibliografía.....	42
Anexos.....	45
Anexo 1. Metodología.....	46
Anexo 2. Encuesta.....	47
Anexo 3. Graficas.....	49
Anexo 4. Matriz de Leopold.....	52
Anexo 5. Matriz de Mc. Harg.....	54

## RESUMEN

En el Estado de México los estudios de impacto ambiental están inconclusos por lo que surge la motivación de realizar el diagnóstico ambiental en la zona. El poblado de San Juan Yautepec ha sido identificado por la tala clandestina de los árboles de pino, encino y oyamel, ejerciendo así una fuerte presión sobre el ambiente. Los resultados de las pruebas realizadas a la corriente de agua muestra que tanto las condiciones fisicoquímicas como biológicas no se ajustan a los criterios establecidos por la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-041-SSA1-1993 por lo que es de importancia la rehabilitación del riachuelo, debido a que, esté atraviesa por un pequeño parque del Municipio propiciando enfermedades y sobre todo un deterioro al paisaje del lugar. En cuanto al suelo presenta un perfil Franco Arenoso. Es un suelo extremadamente rico en cuanto a materia orgánica importante en la fertilidad, conservación y presencia de vida del mismo. Un alto contenido de materia orgánica, reduce la densidad real y aparente, esta última refleja el contenido total de porosidad, una alta cantidad de poros facilita la circulación del agua y aire. Estos resultados nos muestran que el suelo es óptimo para el cultivo de árboles nativos. La cobertura vegetal se encuentra principalmente representada por arboles del género *Quercus* y *Pinus*, acompañados de algunos árboles como *Buddleia*, *Juniperus* y *Abies*. Entre las especies relevantes tenemos a *Juniperus monticola* ya que se encuentra bajo protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la fauna se encontraron especies importantes que se encuentran sujetas a algún tipo de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 estas especies son: *Atlapetes virenticeps*, Atlapetes rayas verdes, endémico; *Acciper cooperri* Gavilán de Cooper bajo protección especial, *Bassariscus astutus* cacomixtle bajo el estatus de amenazado. De acuerdo con la Matriz tipo Leopold se registraron 10 impactos derivados de la urbanización y para la recreación, se obtuvieron 108 impactos de los cuales 63 son significativos y 45 no lo son. Las actividades que afectan más el ecosistema son la Generación de Residuos Sólidos, Extracción de Suelos, Extracción de Plantas, Invasión de Maleza, Drenaje y Plagas. Estos datos fueron integrados a la Matriz de Mac Harg para así determinar el grado de resistencia, importancia, perturbación, amplitud y característica de los elementos ambientales afectados. Con la Red de Sorensen se reconoció una serie de impactos mayores en una acción de proyección futura, donde el registro del impacto total pesado fue de -488.686 correspondiente a las 29 ramas del árbol de impactos. A partir de lo anterior se elaboró una tabla de Presión Estado Respuesta (PER) el cual responde a las preguntas: ¿Qué está afectado el ambiente?, ¿Cuál es el estado actual del mismo? y ¿Qué se puede hacer para mitigar los problemas ambientales?

## INTRODUCCIÓN

En el mundo existen alrededor de 170 países y solo 12 de ellos se encuentran situados dentro de los países megadiversos, estos albergan entre el 60 y 70% de la diversidad del planeta. México es uno de los más importantes, ya que, cuenta con un 12% de la diversidad biológica del mundo, ésta es el resultado de un mosaico de una compleja topografía y diversidad climática (Gómez, 2008).

En las últimas décadas ha aumentado el interés social por la preservación de los ecosistemas, debido a que, el crecimiento poblacional, la industrialización y el desarrollo urbano lleva al ambiente a estar sometido a ciertas presiones permanentes que lo dañan, entendiéndose por ambiente al conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinado (SEMARNAT, LGEEPA, 2008).

Como preocupación de carácter ambiental y social se ha ampliado la visión de un ecosistema a un sistema que brinda beneficios que la gente recibe, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable. Los servicios ambientales se dice que son beneficios intangibles, ya que, se sabe que existen pero cuya cuantificación y valoración resultan complicados, sin embargo otorgan beneficios como captación y filtración de agua, retención de suelo, refugio de fauna, entre otro (Conafor, 2010).

La mal utilización de los recursos naturales conlleva a la destrucción y empobrecimiento de la zona, por lo cual surge el concepto de desarrollo humano sostenible, planteado y definido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) conjuntamente con Amartya Sen y Gustav Ranis, en el año 1990 como “un proceso por el cual se amplían las oportunidades del ser humano” (PNUD, 1990). Por ende, es necesario para el desarrollo humano sustentable incorporar una percepción tridimensional en la que se integren los vectores económicos, ecológicos y socio-culturales.

Para que el desarrollo humano sostenible sea algo más que una aspiración subjetiva y se traslade a la esfera práctica, en este sentido, resulta imprescindible la adopción de indicadores cuantitativos y cualitativos. Los indicadores son un medio de simplificar una realidad compleja, en esta línea, Álvarez-Arenas (2000), los define como “variables cuya capacidad de información o comunicación trasciende a la derivada directamente del dato o datos a partir de los cuales se calcula, y cuyo contenido, que se refiere a algún problema de tipo ambiental socialmente relevante, puede ser insertado coherentemente en los procesos de toma de decisiones de la gestión ambiental”.

Desde una perspectiva económica, la regulación ambiental surge de la necesidad de cubrir las divergencias entre costos sociales y privados en las decisiones de producción y consumo (Quadri, 1997). Consecuentemente, los estudios de diagnóstico ambiental se consideran como fundamento en el proceso de gestión de políticas, programas y proyectos ambientales (Carrizosa, 1983). El Instituto Nacional de Ecología (INE) desarrolló un programa de indicadores ambientales que son estadísticas o parámetros que proporcionan información y/o tendencias de las condiciones de los fenómenos ambientales. Existen tres tipos de indicadores: el de Presión, Estado y Respuesta (SEMARNAP, 1998).

En diversos municipios del Estado de México los estudios de ordenamiento ecológico o de planificación ambiental están inconclusos o bien no se han hecho de manera correcta con lo que surge la motivación de realizar el diagnóstico ambiental en zonas no estudiadas o bien que se encuentren en una fuerte presión ambiental. Las barrancas, cañadas y cerros del Estado de México forman parte del complejo sistema hidrológico que sostiene y abastece a la capital del país. Sus pendientes albergan ecosistemas que proveen diversos servicios ambientales como la protección de la biodiversidad, los servicios paisajísticos y la regulación de flujos pluviales, de la cual se derivan el abastecimiento de los mantos acuíferos, la regulación del clima y la prevención de inundaciones. Actualmente, las barrancas enfrentan una fuerte presión demográfica y graves problemas de contaminación ambiental que amenazan con degradarlas irremediablemente (Madrid et. al. 2007).

## ANTECEDENTES

Actualmente la preocupación social por el ambiente ha impulsado el desarrollo de nuevas iniciativas para la protección del ecosistema, sin embargo, para poder realizar una buena restauración y conservación, es necesario realizar el diagnóstico ambiental de la zona.

Almeida- Leñero et al, (2007) mencionan que es necesario generar metodologías para reconocer, cuantificar y jerarquizar (si es posible) los servicios que brindan cuencas completas, ya que, la concepción de servicios ecosistémicos es un área de la ciencia de reciente formación.

Madrid et al, (2009) realizaron una valoración económica para la estimación tanto cuantitativa como cualitativa para complementar y concretar una propuesta viable para el financiamiento del saneamiento de las barrancas, puesto que, las barrancas forman parte del complejo sistema hidrológico, además de albergar ecosistemas que proveen diversos servicios ambientales. De igual forma, para atender las causas de raíz en el deterioro de las barrancas, aparte de más financiamiento es necesario tener en cuenta la educación ambiental, la concientización y la revalorización de los espacios comunes.

La Gaceta Oficial del Distrito Federal en el 2011 publica la Ley Ambiental del Distrito Federal, y en esta la Barranca se define como, la “depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico”. En la “Barranca Coyotera” el estrato arbóreo, está constituido por bosque de pino (*Pinus hartwegii*), bosque de oyamel (*Abies religiosa*) y bosques mixtos de coníferas, observándose un dominio total de gramíneas tipo amacollado (*Festuca tolucensis*, *Calamagrostis tolucensis*, *Agrostis* spp.), principalmente, y leguminosas del género *Lupinus*; además de albergar una especie en la sub categoría de amenazada, es decretada como área de valor ambiental.

Huitron de Velasco (2006) menciona que un factor de importancia ambiental que se presenta en Huixquilucan, es la industria minera, con la explotación de bancos de materiales para la construcción (arena, grava, roca y tepetate), que en total abarcan una extensión aproximada de 100 ha. Dicha actividad se realiza principalmente en la zona de Jesús del Monte, Santiago Yancuitlalpan, así como en los ejidos de San Cristóbal Texcalucan y la Magdalena Chichicarpa. La explotación de materiales pétreos ha ocasionado diversos efectos ambientales, y que se relacionan, principalmente, con la pérdida de suelo, como recurso básico y

como entidad física, donde interactúan otros componentes de los ecosistemas, tales como el agua y la vegetación.

Batllori, (1999) realizó un análisis sobre la Evaluación ecológica y social de las barrancas de Cuernavaca, en el que propone algunos posibles lineamientos para la solución de la problemática; como implantar medidas de control de las descargas de agua a nivel domiciliario, con dispositivos filtrantes, como fosas sépticas y tratamientos de bioenzimas para eliminar los microorganismos patógenos, llevar a cabo programas de capacitación técnica, incrementar el cuidado y mantenimiento de las actuales plantas de tratamientos, así como, promover la divulgación de educación ambiental, entre otros.

Mayer (2009) reporta que la barranca Arroyo Santa Cruz, Estado de México, presenta parches de vegetación nativa con un cambio gradual conforme se acerca al arroyo, encontrando poblaciones de helechos (indicadores de contaminación). De acuerdo con estudios de INE demuestra que las principales actividades generadoras de impacto son: Descargas de Aguas Residuales, Construcciones Irregulares y violación del uso del suelo. Señala que la barranca es de importancia ecológica, debido a que contribuye de manera importante en la filtración del agua.

Gascon (2100) realizó un estudio en el Parque Ecológico el Ocotil, donde concluyó que dicha área presenta un nivel medio de deterioro ambiental, ya que, a pesar de la existencia de campañas de reforestación por parte de los ejidatarios se presentan actividades generadoras de impacto, tal es el caso de: Generación de Residuos, Extracción de Flora, Actividades Recreativas y las relacionadas con la construcción de pequeños establecimientos dentro del parque.

## **OBJETIVOS**

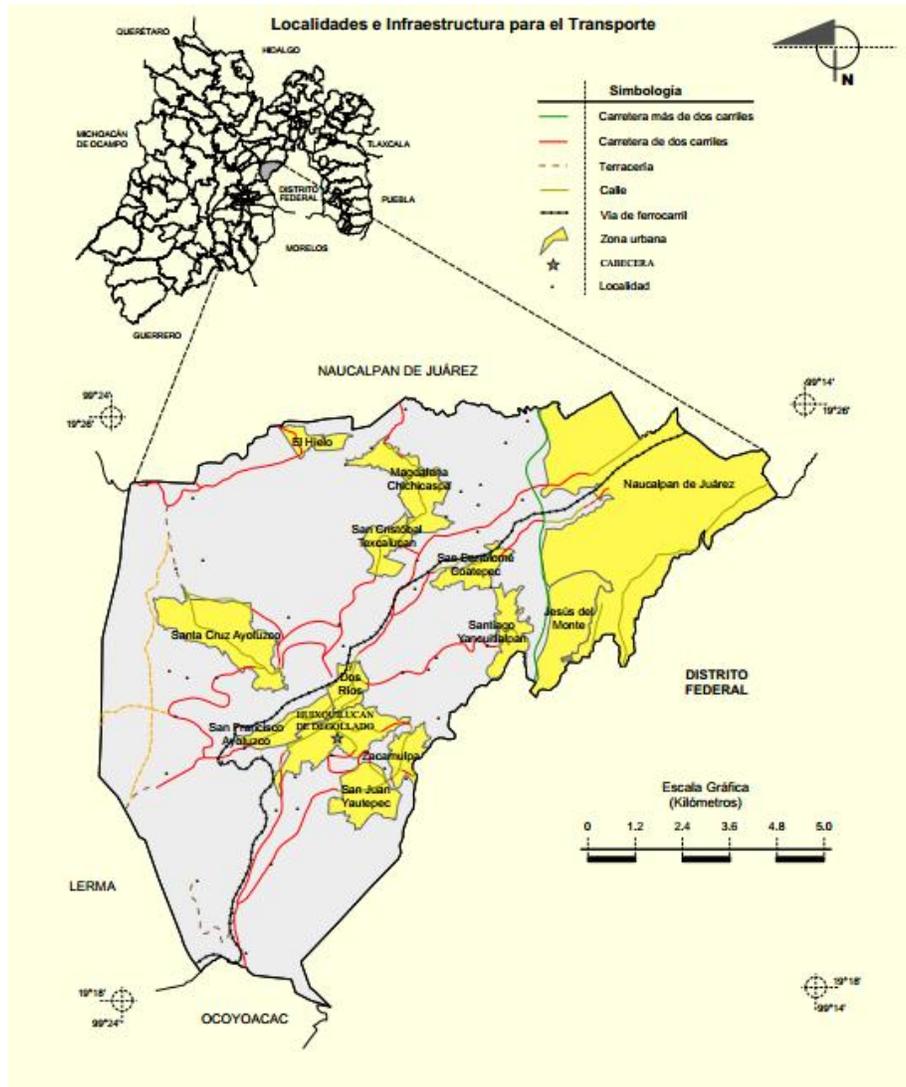
### **GENERAL**

- Elaborar un diagnóstico ambiental en las inmediaciones de San Juan Yautepec, municipio Huixquilucan Estado de México.

### **PARTICULARES**

- Reconocer los problemas ambientales en la localidad San Juan Yautepec, municipio Huixquilucan Estado de México.
- Determinar las condiciones físico-químicas del agua y suelo.
- Elaborar listados florísticos y faunísticos de la localidad.
- Ubicar las actividades generadoras de contaminación y alteración de los recursos naturales de la zona.
- Desarrollar propuestas que restauren y protejan el medio ambiente, teniendo en cuenta aspectos económicos de los pobladores.

## AREA DE ESTUDIO



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1

Huixquilucan se localiza en la parte centro del Estado de México en la vertiente oriental del Monte de Las Cruces. En las coordenadas  $19^{\circ} 17'$  y  $19^{\circ} 27'$  de latitud norte; los meridianos  $99^{\circ} 14'$  y  $99^{\circ} 25'$  de longitud oeste; altitud entre 2 300 y 3 500 m.

Colindancias: Colinda al norte con el municipio de Naucalpan de Juárez; al este con el municipio de Naucalpan de Juárez y el Distrito Federal; al sur con el Distrito Federal y los municipios de Ocoyoacac y Lerma; al oeste con los municipios de Lerma y Naucalpan de Juárez. (Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Huixquilucan, México 2009)

## OROGRAFÍA

La sierra de Las Cruces forma parte del Eje Neovolcánico o Sierra Volcánica Transversal. Los bosques, las montañas, valles y lomas son componentes topográficos del municipio. Destacan los cerros de Cogimillos, La Palma, La Marquesa, El Ocotil, San Martín, Tepalcatillo, La Cañada, El Guarda, La Loma Tetela Grande, El Mirador, La Cruz, Los Padres, Agua del Santo, Cerro Pelado, San Gabriel, Las Flores, La Mazorca, La Cumbre, La Paloma, El Guarda y Los Lobos, Peña Grande, Cerro del Gallo, El Nopal, El Manzano y Canales, Cerro de San Francisco, Piedra del Molino, La Campaña, Los Cardos, Trejo, La Carreta, Santiago. Otros de menor importancia son el de La Bandera o Los Ídolos, El Obraje, La Cima, La Sosa y el de Las Aceitunas. Por su altura se destaca el de Coatepec o de Las Víboras que mide 2,776 metros o el de San Francisco con 3,009 m y el de Santa Cruz con 3, 251 metros (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, Estado de México, Huixquilucan).

## HIDROGRAFÍA

Huixquilucan pertenece a la cuenca del Río Moctezuma (94.58%) y Río Lerma (5.42%). Actualmente, hablar de recursos hidráulicos es referenciar las escasas corrientes perennes e intermitentes que aún persisten. En otros tiempos había cuatro ríos: San Francisco, San Francisco el Viejo, Magdalena y San Martín, éste último nace en Atlapulco, por el llano de Salazar y anteriormente formaba una gran corriente integrada por los afluentes de siete manantiales. De los ríos y más de sesenta manantiales que fueron captados en su mayoría para proporcionar el agua a los habitantes del Distrito Federal sólo quedan unos cuantos que benefician a una que otra población y los ríos no son más que vertederos de drenajes, desechos de talleres, rastro, granjas y basura (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, Estado de México, Huixquilucan).

## CLIMA

Predominan tres tipos de clima, el ETH frío, ACWG semicálido y el BSCWKG semiseco. Su temperatura oscila entre 6 y 12°C. La precipitación pluvial va de 900 a 1,100 milímetros. Las lluvias inician a mediados de abril y concluyen en septiembre (Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Huixquilucan, México 2009).

## FLORA

En las regiones sur, este y oeste, el paisaje se integra por montes, cañadas y barrancas que mantienen bosques templados y fríos formados por coníferas como oyamel, encino, pino y cedro. Abundan también el ocote y plantas sin uso específico y una gran cantidad de hongos comestibles y no comestibles.

En la parte norte y noroeste del municipio el paisaje se presenta con llanos y lomeríos de vegetación silvestre como las xerofitas o cactus, herbáceas, zacatales y encinos. En las barrancas se observan madroños, tejocote, pirúl, teposán, huisache y robles (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, Estado de México, Huixquilucan).

## FAUNA

En los bosques serranos: rata canguro, gato montés, zorra gris, zorrillo, coyote, mapache y escorpión. En los cuerpos de agua y humedales: ajolote, charal y las aves rascón limícola; se han detectado especies invasoras, entre las que destacan el gecko, el sapo de caña, carpas y la trucha arcoiris. Animales en peligro de extinción: conejo de los volcanes, víbora de cascabel cruz rayada y mascarita transvolcánica (INEGI 2014)

## RECURSOS NATURALES

Existen en San Cristóbal Texcalucan yacimientos de cantera. En este sitio, Magdalena Chichicarpa y San Bartolomé Coatepec se cuenta con minas de arena, de ahí se aprovecha la grava, piedra y tepetate.

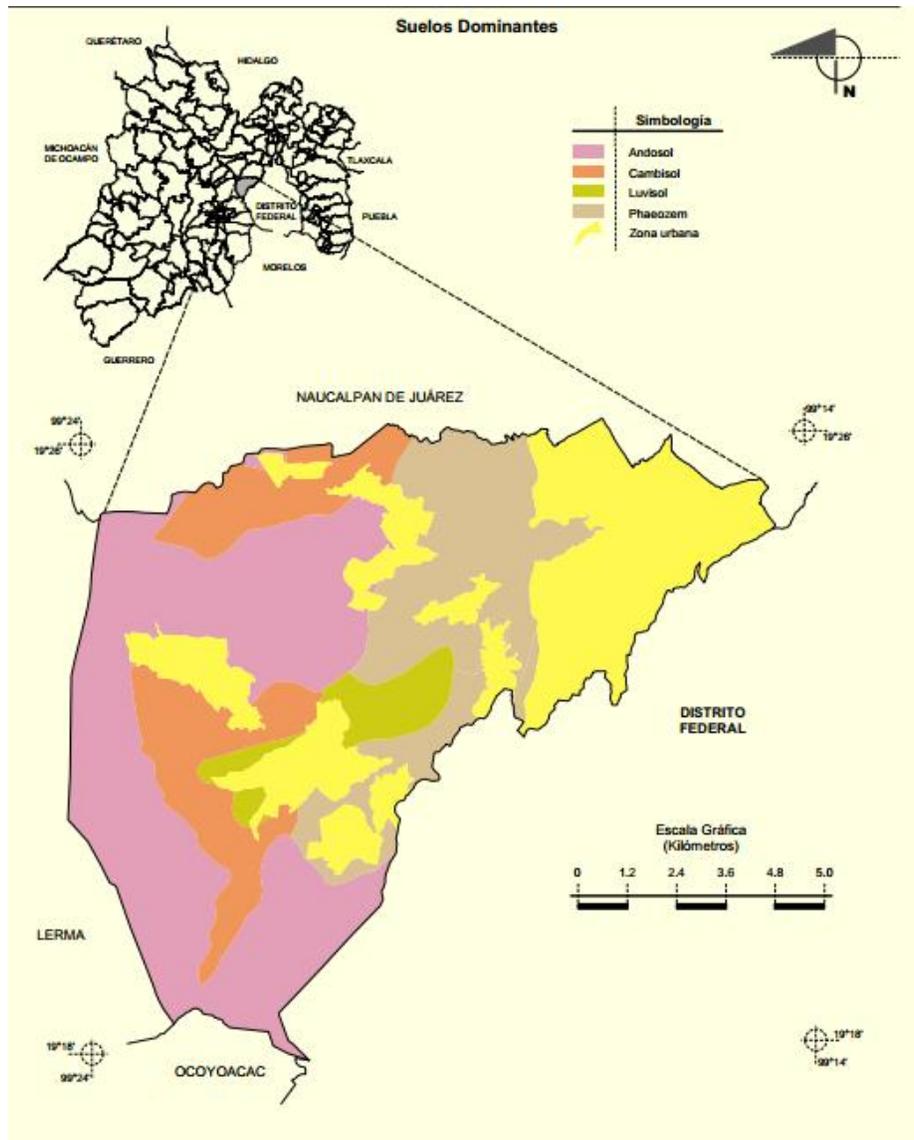
Los recursos forestales son vastos pero sólo unas cuantas familias de manera clandestina han arrasado con los bosques de encino, pino y oyamel, con los que elaboran leña, costera, morillo, polopique, tejamanil, viga, tabla, cinta, polines. La tala irracional predomina en San Juan Yautepec, Zacamulpa, El Laurel, Piedra Grande, Llano Grande, Santa Cruz y La Cañada (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, Estado de México, Huixquilucan).

## USOS DE SUELO

El relieve del municipio tiene tres componentes topográficos, la parte baja de los valles, las lomas y las montañas; éstas últimas son los restos escarpados y erosionados de dos complejos volcánicos de la era terciaria-cuaternaria que se sitúan al norte y sur, estos bloques de andesita están cubiertos con pinos de

varias especies en las áreas más húmedas y por el complejo de madroños, pirules, tejocotes y robles en las áreas más secas.

Los tipos de suelos predominantes son el: Andosol (35.73%), Phaeozem (17.06%), Cambisol (14.06%) y Luvisol (4.11%) (Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Huixquilucan, México 2009).



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1

El 23.82% del territorio es agrícola y se utiliza para la siembra de cultivos de temporal; el 4.55% es de uso pecuario, el 49.81% es forestal, el 9.33% es urbano, 4.08% se considera como erosionado y el 8.41% se dedica a otros usos. Cabe destacar que más de 9.881 hectáreas son de tipo comunal (Antonio et. al. 1988)

## SOCIOECONOMICOS

El pueblo San Juan Yautepec se localiza en el municipio de Huixquilucan. Su clima predominante es semicálido y semiseco, con una temperatura media que oscila entre los 6° C y 12° C. A una altitud media de 2,816 m.s.n.m. Cuenta con una población total de 4,374 habitantes (INEGI 2010), de los cuales 2,270 son mujeres y 2,104 hombres (INEGI 2013).

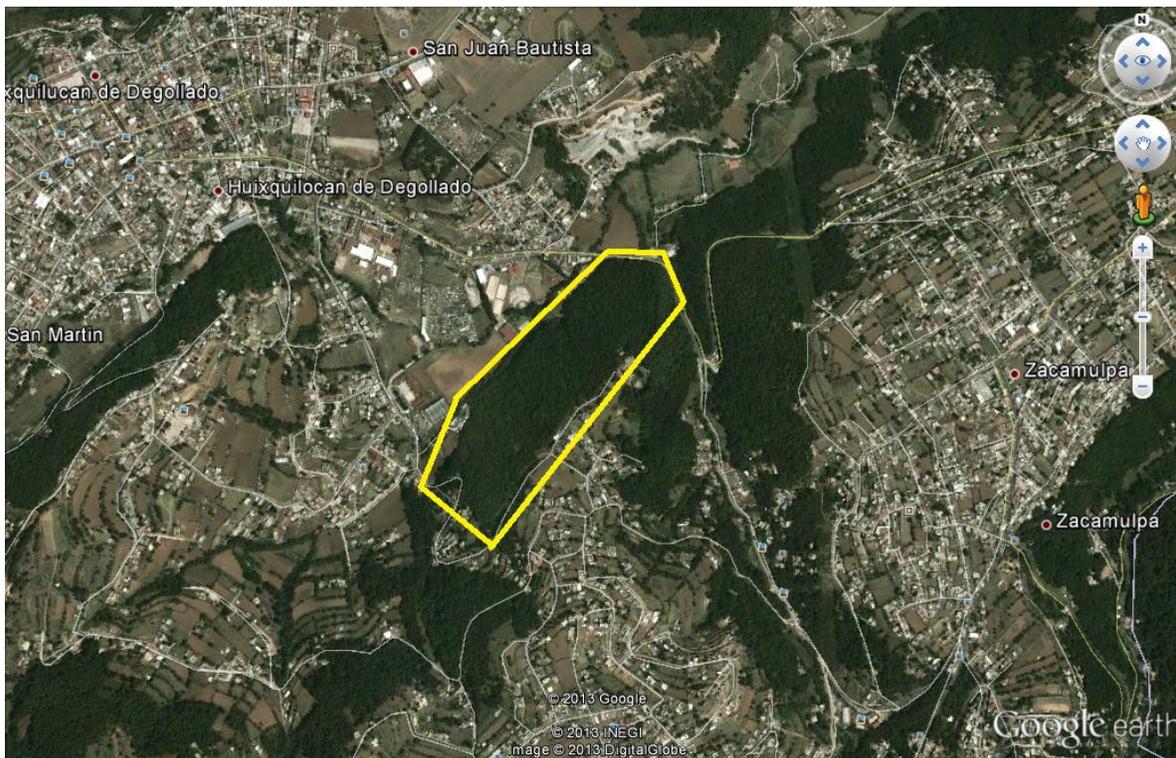


Imagen 1. Área de estudio San Juan Yautepec



Imagen 2. Vista del área de estudio desde el Jardín de las Culturas

## **METODOLOGÍA**

El trabajo se realizó en tres fases (anexo 1):

- 1) Recopilación y revisión bibliográfica
- 2) Trabajo de Campo
- 3) Trabajo de Gabinete

Para la fase 1 se realizó una recopilación bibliográfica referente a la localidad de Huixquilucan, Estado de México, con la finalidad de acumular información y corroborar los datos obtenidos en campo. Se emplearon cartas topográficas, uso de suelo y su uso potencial. Se analizaron los antecedentes de la zona y zonas aledañas (estudios, listados, decretos, etc.) con la idea de triangular información de la zona de estudio.

Fase 2. Para el trabajo de campo se efectuaron visitas y recorridos de campo, se realizaron transectos de 50 metros con la finalidad de recolectar las especies florísticas más representativas de la zona. Una vez prensadas y secadas se procedió a su determinación, para lo que se utilizaron las claves y descripciones elaboradas para la flora del Estado de México editadas por Rzedowski y Rzedowski Volumen I (1979) y Volumen II (1985). De igual forma se han realizado visitas a la zona para obtener información directa e indirecta de las especies animales del lugar, para posteriormente identificar aves (National Geographic Society. 2006), mamíferos (Laboratorio de Mastología FESI) y reptiles (Casas y Mc Coy, 1979).

Para las pruebas del suelo se realizaron muestreos por el método de zigzag. En donde se delimito el área de estudio en 4 topofomas, en cada una de ellas se efectuó un recorrido en zigzag tomando muestras superficiales (0-20cm), las muestras se vertieron en una cubeta para su revoltura. Posteriormente se realizaron cuarteos que consistieron en poner las muestras en una superficie plana y extenderla, la cual se dividió en 4 porciones de las que se fueron desechando las contrarias; repitiendo el procedimiento hasta obtener 1 ½ de la muestra total por subunidad. Las muestras se analizaron con el apoyo del laboratorio de Edafología UBIPRO, las propiedades que se determinaron fueron:

- Color: Comparación con tablas de color (Munsell, 1975)
- Textura: Método de hidrómetro para determinar la textura de la fracción fina de suelo (Bouyoucos, 1962)
- Densidad aparente: Método volumétrico (Beaver, 1963)
- Densidad real: Método del picnómetro (Aguilera y Domínguez, 1980)

- Materia orgánica: Método de oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico (Walkley y Black, 1947)
- Capacidad de intercambio catiónico: Método volumétrico del versenato (Schollenberger y Simon, 1945)
- ph: Método potenciométrico (Bates, 1954)
- Humedad: Método gravimétrico (Ortiz y Ortiz, 1980)
- Estabilidad de agregados: Método de Yoder (Yoder modificado por el Instituto de Calidad del suelo USDA, 1999)

En cuanto al agua se tomaron muestras del riachuelo de la zona, se etiquetaron y se solicitó el apoyo al Laboratorio de Análisis de agua (Química inorgánica) FES-C. Los parámetros físico-químicos que se realizaron siguiendo metodología estandarizada son:

- pH
- temperatura (°C)
- conductividad ( $\mu\text{mho/cm}$ )
- Turbiedad (UNF)
- Color verdadero (espectroscopia)
- Alcalinidad ( $\text{CaCO}_3$  mg/L)
- Dureza total (mg/L)
- Sólidos totales (mg/L)
- Cloruros (Cl mg/L)
- Mesófilos aerobios
- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Pseudomonas

Para el estudio socioeconómico se realizaron encuestas (anexo 2) a los lugareños y también se realizaron recorridos para detectar la problemática ambiental.

Fase 3. Los datos obtenidos se vaciaron en una lista de verificación (check list) para la identificación de impactos ambientales con su respectiva descripción, posteriormente se construyó una Matriz tipo Leopold (1971), las acciones generadoras de impacto con más significancia se analizaron con la Matriz de Mc Harg (1969). Para poder integrar esta información se elaboraron las Redes de Sorensen (1969), para el reconocimiento, identificación y grado de las actividades que generan mayor impacto ambiental en la zona, finalmente se utilizó la metodología P-E-R (Presión Estado Respuesta) propuesto por INEGI-INE-OCDE 2000, sobre cada una de las acciones generadoras de alteración ambiental con el fin de proponer acciones y estrategias que contribuyan a reducir los impactos identificados.

## RESULTADOS

### Flora

El reporte de la flora más representativa de la zona nos muestra un total de 16 especies distribuidas en 12 familias (Tabla 1). La zona de San Juan Yautepec es un área de bosque de encino-pino situada por los 2500 m.s.n.m. con una pequeña población humilde en donde aún conservan las tierras para cultivo, aunque sin una buena planeación.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT 2010
<b>Asteraceae</b>	<i>Baccharis conferta</i>	Azoyate, escobilla	Sin categoría
	<i>Senecio barba-johannis</i>		Sin categoría
	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	Cuanahuatch	Sin categoría
<b>Buddleiaceae</b>	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	Sin categoría
<b>Caprifoliaceae</b>	<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	Perilla	Sin categoría
<b>Cupressaceae</b>	<i>Juniperus monticola</i>	Cedro	Sujetas a protección especial
<b>Ericaceae</b>	<i>Arbustus xalapensis</i>		Sin categoría
<b>Fabaceae</b>	<i>Lupinus montanus</i>		Sin categoría
	<i>Quercus laurina</i>	Encino blanco	Sin categoría
	<i>Quercus laeta</i>	Encino colorado	Sin categoría
<b>Pinaceae</b>	<i>Pinus harwegi</i>	Ocote	Sin categoría
	<i>Abies religiosa</i>	Oyamel	Sin categoría
<b>Poaceae</b>	<i>Festuca amplissima</i>		Sin categoría
<b>Rosaceae</b>	<i>Alchemilla procumbens</i>	Pata de león	Sin categoría
<b>Saxifragaceae</b>	<i>Ribes ciliatum</i>	Cuajieyehuatl	Sin categoría
<b>Solanaceae</b>	<i>Solanum cervantesii</i>	Quelite morado	Sin categoría

Tabla 1. Listado general de especies de flora encontradas

En cuanto a las plantas con algún estatus de relevancia es *Juniperus monticola* (cedro), ya que, cuenta con un estatus de protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010

### Fauna

A continuación se enlistan la especies encontradas (Tablas 2, 3 y 4) en la zona identificadas directa e indirectamente, se reportan 8 especies de las cuales una se encuentran bajo estatus de amenazado según la NOM-059-SEMARNAT-2010 siendo este el cacomixtle y el Gavilán de Cooper con protección especial.

Cabe mencionar que por triangulación de información y la ayuda de los pobladores se cree que aún hay presencia de víbora de cascabel, culebra, cincuate, lechuza, jilguero, águila, conejo, tuza y armadillo.

Familia	Especie	Nombre común	Categoría	Distribución
<b>Accipitridae</b>	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Protección especial	No endémica
<b>Aegithalidae</b>	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	Sin categoría	No endémica
<b>Corvidae</b>	<i>Aphelocoma californica</i>	Chara	Sin categoría	No endémica
<b>Emberizade</b>	<i>Junco phaenotus</i>	Junco ojo de lumbré	Sin categoría	No endémica
<b>Emberizade</b>	<i>Pipilo macalatus</i>	Toqui moteado	Sin categoría	No endémica
<b>Emberizidae</b>	<i>Atlapetes virenticeps</i>	Atlapetes rayas verdes	Sin categoría	Endémica
<b>Emberizidae</b>	<i>Pipilo fuscus</i>	Toqui pardo	Sin categoría	No endémica
<b>Emberizidae</b>	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro oreja blanca	Sin categoría	No endémica
<b>Mimidae</b>	<i>Toxostoma ocellatum</i>	Cuitlacoche manchado	Sin categoría	Endémica
<b>Paralidae</b>	<i>Dentroica occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	Sin categoría	No endémica
<b>Paridae</b>	<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero mexicano	Sin categoría	No endémica
<b>Parulidae</b>	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra	Sin categoría	No endémica
<b>Parulidae</b>	<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de montaña	Sin categoría	No endémica
<b>Ptilogonatidae</b>	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinerio gris	Sin categoría	Cuasiendémica
<b>Regulidae</b>	<i>Regulus caléndula</i>	Reyenzuelo de rojo	Sin categoría	Cuasiendémica
<b>Trochilidae</b>	<i>Cyananthus latisotris</i>	Colibrí pico ancho	Sin categoría	Semiendémica
<b>Trochilidae</b>	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí berilo	Sin categoría	No endémica
<b>Troglodytidae</b>	<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura	Sin categoría	No endémica
<b>Turdidae</b>	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	Sin categoría	No endémica
<b>Tyrannidae</b>	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	Sin categoría	No endémica

Tabla 2. Listado general de aves encontradas

Familia	Especie	Nombre común	Categoría
<b>Procyonidae</b>	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomiztle	Amenazado
<b>Canidae</b>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	Sin categoría

Tabla 3. Listado general de mamíferos encontrados

Familia	Especie	Nombre común	Categoría
<b><u>Phrynosomatidae</u></b>	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija	Sin categoría

Tabla 4. Listado general de reptiles encontrados

## Agua

Las pruebas de agua se contrastaron con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, de “salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que se debe someterse el agua para su potabilización” (tabla 5) y la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993, bienes y servicios, agua purificada envasada y especificaciones sanitarias (tabla 6).

Prueba	Muestra	NOM-041
Mesófilos aerobios	>100 UFC/ml	<100 UFC/ml
Coliformes totales	>2 UFC/100 ml de agua	<2 UFC/100 ml de agua
Coliformes fecales	Presentes (E. coli)	Ausentes
Pseudomonas	Presentes (P. aeruginosa)	Ausentes

Tabla 5. Resultados de análisis biológicos y comparación con la NOM-041

Prueba	Muestra	NOM-127
pH	6.77	6.5-8.5
Temperatura (°C)	21	25
Conductividad (µmho/cm)	277	18.24
Turbiedad (UNF)	4.89	5
Color verdadero (espectroscopia)	25 unidades	20 unidades
Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> mg/L)	137.7	300
Dureza total (mg/L)	10	500
Sólidos totales (mg/L)	67.85	1000

Tabla 6. Resultados de análisis fisicoquímicos del agua y comparación con la NOM-127



Imagen 3. Toma de muestras para análisis fisicoquímicos y biológicos

## Suelo

Muestra	Color húmedo	Textura	Densidad real	Densidad aparente	M. O.	CIT C	P H real
<b>Muestras sup. 1</b>	Pardo grisáceo muy oscuro	Franco arenosa	1.47 Baja	0.77 Baja	30.14 Extremadamente rico	0.39	5.97
<b>Muestras sup. 2</b>	Negro	Franco arenosa	1.74 Baja	0.88 Baja	13.26 Rico	0.42	6.14
<b>Muestras sup. 3</b>	Pardo muy oscuro	Franco arenosa	1.74 Baja	0.86 Baja	18.38 Extremadamente rico	0.43	5.48
<b>Muestras sup. 4</b>	Negro	Franco arenosa	2.44 Baja	1.25 Medio	25.78 Extremadamente rico	0.26	6.44
<b>Muestra compuesta 1</b>	Pardo muy oscuro	Franco arenosa	1.90 Baja	1.02 Medio	14.95 Extremadamente rico	0.38	4.76
<b>Muestra compuesta 2</b>	Pardo muy oscuro	Franco arenosa	1.81 Baja	0.88 Baja	3.03 Moderadamente rico	0.32	5.48
<b>Muestra compuesta 3</b>	Pardo grisáceo muy oscuro	Franco arenosa	1.65 Baja	0.85 Baja	25.40 Extremadamente rico	0.45	5.99
<b>Muestra compuesta 4</b>	Pardo muy oscuro	Franco arenosa	2.33 Baja	1.23 Medio	1.32 Moderadamente pobre	0.28	6.11

Tabla 7. Pruebas fisicoquímicas del suelo



Imagen 4. Toma de muestras de suelo



Imagen 5. Perfil del suelo

## Encuestas

Con el propósito de conocer un perfil más cercano de la población en cuanto a su entorno y conocimiento del lugar donde viven o transitan, se realizaron 50 encuestas.

Más del 80 por ciento de los pobladores mencionan haber habitado durante toda su vida en esta zona, por lo que, representan una fuente importante de conocimientos en cuanto al cambio que el ambiente ha tenido durante las últimas décadas.

Las gráficas (anexo 3) están realizadas en función de las preguntas con más interés para la investigación realizada. En la gráfica 1 podemos observar que los pobladores considera según su experiencia que la fauna ha disminuido en gran medida mencionando en mayor parte que las víboras han desaparecido o bien ya casi no se ven, también mencionan que antes había una gran variedad de aves ya sean migrantes o endémicas, y que hoy en día ya no se aprecian. Mientras que el 20 por ciento no se ha percatado de cambios en la fauna o bien no les interesa.

En la gráfica 2 se pregunta en cuanto a la disminución de la flora, en la que se nota una reducción del 50 por ciento en hierbas que antes consumían para diversos usos, como la ortiga, el árnica, ruda, quelites entre otros. De igual forma el 30 por ciento no se ha percatado de estos cambios en cuanto a su vegetación.

En el gráfico 3 se puede ver que debido a que los pobladores han indicado la disminución de las hierbas que utilizaban ya no se acercan al ecosistema a extraer algún recurso esto solo porque ya no existe, en un 90 por ciento esta práctica se ha eliminado mientras que el otro 10 por ciento dice que aun utiliza leña para el boiler o chimenea.

Las últimas dos gráficas giran en torno a dos preguntas importantes. ¿La importancia de la conservación ecológica? y si ¿están dispuestos a hacer modificaciones en las instalaciones de sus casas o participar en proyectos ecológicos? Se puede ver que en la gráfica 4 el 85 por ciento considera importante la conservación ecológica, mientras que en la gráfica 5 el 80 por ciento estaría dispuesto a participar en proyectos que ayuden a la comunidad y a ellos mismos, el 10 por ciento menciona no estar interesado y otro 10 por ciento dice que no tiene conocimientos para tomar una decisión.

## MATRIZ TIPO LEOPOLD

La matriz Tipo Leopold es un tipo de matriz interactiva (causa-efecto), este tipo de metodología fue una de las primeras que se utilizaron en la Evaluación de Impacto Ambiental. Una matriz interactiva simple muestra las acciones o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes a lo largo del otro eje.

Cuando se tiene una expectativa de que una acción determinada provocara un cambio en un factor ambiental, este se apunta en el punto de intersección de la matriz y se describe el impacto en términos de magnitud e importancia.

Para el presente trabajo se realizó la Matriz tipo Leopold, a partir de la Matriz de Leopold desarrollada en 1971 (anexo 4) donde se representan las acciones generadoras de impacto en el eje horizontal clasificadas en dos grupos: urbanización y recreación, por el eje vertical donde están los elementos impactables, estos son los físicos, biológicos, estéticos, culturales y ecológicos.

Posteriormente se describió la interacción en términos de Magnitud e Importancia. La magnitud de una interacción mediante la asignación de un valor numérico que puede ser positivo o negativo que van desde -10 -1 y 1 a 10. La importancia de una interacción está relacionada con lo significativa que ésta sea, o con una evaluación de las consecuencias probables del impacto previsto. La escala de la importancia también varía de 1 (no significativa) a 10 (altamente significativa).

La asignación de un valor numérico de una Magnitud e Importancia de una interacción debe basarse en una valoración objetiva de los hechos relacionados con el impacto previsto (Espinoza, 2001).

Como resultado final los impactos fueron clasificados como significativos cuando su valor va de -6 a -10 y 6 a 10, y los impactos no significativos con valores de -1 a -5 y 1 a 5, así como nos muestra la Matriz tipo Leopold (anexo 4) se registraron 10 impactos derivados de la urbanización y recreación con lo que se obtuvieron 108 impactos de los cuales 63 son significativos y 45 no significativos. A continuación se describen las actividades con mayor impacto en la zona:

Generación de residuos, presenta 16 impactos significativos, el impacto se dirige en primera instancia al paisaje, debido a que, en la zona se puede observar basura dispersada por los perros de la zona. Los residuos, al propagarse en el bosque en su mayoría no degradable afecta las características del suelo, lo cual puede llevar al cambio ecológico del mismo lo que trae consigo la aparición de vegetación secundaria adaptada a ese tipo de condiciones. Otro punto importante es que la basura atrae la fauna nociva afectando las relaciones ecológicas del medio.



Imagen 6. Basura dentro del área silvestre

Extracción del suelo, cuenta con 14 impactos significativos, esto derivado de algunas zonas donde los pobladores han extraído suelo para venta o bien para dar paso a la construcción de casas. Este impacto afecta las condiciones del suelo provocando erosión y pérdida de los microorganismos necesarios para la ecología del suelo, esta es importante dado que la vegetación interactúa en gran medida con ellos para llevar a cabo la absorción de nutrientes afectando la absorción del agua porque sin suelo simplemente no se filtra afectando la humedad y la recarga de los mantos freáticos propiciando el cambio en la cobertura vegetal.



Imagen 7. Extracción de suelo ilegal

Extracción de plantas, este criterio presenta 11 impactos significativos aunque en las encuestas realizadas a los pobladores de la zona muestran que no extraen este tipo de recurso. El poblado de San Juan Yautepec ha sido identificado por la extracción clandestina de los árboles de encino, pino y oyamel, de esta manera la tala en los bosques afecta en gran medida su equilibrio, ya que, al estar expuesto el suelo la vegetación secundaria entra para mantener el equilibrio del ecosistema, sin embargo este tipo de vegetación no es la nativa del bosque lo que lleva a un cambio y degradación del ecosistema natural.

La invasión de maleza, este aspecto muestra 6 impactos significativos afectando primeramente la ecología del lugar, porque al presentarse una vegetación secundaria está desplaza a las plantas nativas afectando su diversidad, distribución y abundancia; consecuentemente al no presentarse la flora nativa los animales compiten por los recursos naturales adaptándose al cambio o bien desplazándose.



Imagen 8. Presencia de maleza en brechas

El drenaje cuenta con 8 impactos significativos afectando principalmente las condiciones fisicoquímicas del riachuelo y del suelo a su alrededor, esto conlleva a la aparición de plantas adaptadas a este tipo de condiciones eliminando así parte de la flora nativa, también atrae a cierto tipo de Plagas (6 impactos significativos) que afectan en gran medida a la fauna de la zona, por lo tanto, el mejor adaptado a estas condiciones tiene mayor probabilidad de subsistir.



Imagen 9. Contaminación de riachuelo por aguas negras y basura

## **MATRIZ DE Mc HARG**

Mc Harg en 1964 introduce el concepto de impacto, entendiendo como el cambio que se produce en un factor ambiental al implantar una actividad concreta. El concepto de Impacto Ambiental ha producido un giro significativo en el modo de encarar los procesos de planificación, el diseño y ejecución de las actividades humanas, la evaluación de la viabilidad de la actuación se basaba en criterios técnicos, económicos y sociales, y actualmente incluyen los criterios ambientales. El método de Mc Harg se basa en la valoración del impacto.

Para el presente trabajo se elaboró una matriz de Mc Harg (anexo 5) donde se tomaron las actividades generadoras de impacto que tenían más de seis impactos significativos que resultaron de la Matriz de Leopold, como la Generación de Residuos, Extracción de Suelo, Extracción de Plantas, Invasión de la Maleza, Drenaje y Plagas en el eje vertical. Por otro lado, en el eje horizontal se toman en cuenta El Grado de Resistencia que consta de los siguientes puntos: Obstrucción, Muy grande, Grande, Media, Débil y Muy débil. También se consideró la Perturbación del Impacto que comprende: Alto, Mediano y Bajo. La Magnitud del Impacto Regional, Local y Puntual, Características del impacto como Reversible o Irreversible, dependiendo de la Magnitud del Impacto se determinó la Importancia del Impacto que se determinó si el Impacto es Mayor, Medio, Menor o Nulo.

Como resultado de esta matriz, se consideraron los impactos con mayor grado de resistencia y con una perturbación del impacto que comprendieron alto o mediano en la localidad San Juan Yautepec. En este caso de los 6 utilizados para la matriz, 5 se consideran de gran impacto tal es el caso de:

- Generación de Residuos
- Extracción de plantas
- Invasión de Maleza
- Plagas
- Drenaje

La Generación de Residuos, la especie humana ha generado grandes impactos a nivel mundial ya que contrario a lo que ocurre en la naturaleza, en la cual no se genera basura pues los desechos de un proceso biológico se aprovechan en otro, el hombre ha desarrollado actividades y procesos productivos lineales que consumen grandes cantidades de energía y agua produciendo volúmenes enorme de residuos (SEDESOL, 1994). La acumulación de residuos en los suelos y el contacto con las lluvias puede generar lixiviados que contaminan los suelos y los cuerpos de agua, provocando su deterioro y representando un riesgo para la salud humana (SEMARNAT, 2006). Además que atraen la fauna nociva desplazando así

a la fauna del lugar, estas plagas pueden transformarse en vectores de enfermedades peligrosas para el humano.

La Extracción de Flora por parte de la comunidad es pequeña, debido a que, la mayoría menciona que ya no hay hierbas que utilizaban como medicina, sin embargo, este impacto es de gran importancia, ya que en el poblado San Juan Yautepec se tiene conocimiento de que algunas familias se dedican a la tala de encinos y pinos. Los procesos de deforestación generan importantes efectos ambientales negativos que tienen que ver con el régimen del agua y con el régimen del suelo, así como con la conservación de la biodiversidad y con el régimen climático, por mencionar sólo las principales consecuencias de la deforestación. Los factores que inciden en la pérdida de la cubierta forestal y, por ende, de los recursos forestales que albergan son complejos. Sin embargo, se reconoce como la principal presión: la conversión de las tierras forestales a otros usos. Estos impactos negativos de las actividades humanas en las áreas forestales ejercen una marcada influencia en la disminución de la biodiversidad, en el tamaño y la variabilidad genética de las poblaciones silvestres y en la pérdida irreversible de hábitats , ecosistemas y los ciclos biogeoquímicos (suelo, agua y aire) (SEMARNAT 2006).

La invasión de Maleza es un problema que perjudica los servicios ambientales y por consiguiente el bienestar humano. Se ha demostrado que las especies exóticas son responsables de un elevadísimo número de extinciones y de muchos otros daños ambientales catastróficos, que se expresan de manera exacerbada (Wilson *et al.* 1992: Pimentel, 2002). En los impactos por invasión de maleza se puede distinguir entre impactos directos e indirectos. Entre los directos se cuentan la competencia, la alteración de los hábitats y los daños físicos y químicos del suelo. Por otro lado, los impactos indirectos tenemos la introducción de semillas, propágulos, enfermedades y desequilibrio en las redes tróficas (Mooney y Hobb, 2000).

El Drenaje y las Plagas presentan una relación intrínseca entre ellas afectando el ecosistema y ambas tienen un alto impacto en el equilibrio del hábitat. El drenaje es un foco de infección para el hombre porque en él se generan residuos que atraen a plagas de diferente tipo (ratas, gatos, plantas adaptadas, microorganismos) algunos de estos son vectores de múltiples enfermedades para el hombre. Por otro lado el cambio en las condiciones del suelo y agua desplaza a las especies nativas tanto de flora como fauna.

## RED DE SORENSEN

Las redes son una extensión de los diagramas de flujo a fin de incorporar impactos de largo plazo. Los componentes ambientales están generalmente interconectados, formando tramas o redes y a menudo se requiere de aproximaciones ecológicas para identificar impactos secundarios y terciarios. Las condiciones causantes de impacto en una red son establecidas a partir de listas de actividades del proyecto (Espinoza, 2001).

El método de redes, también conocido como “árbol de impacto” (Sorensen, 1971), es un método que introduce una secuencia de causa y efecto calificando al impacto como primario, secundario o terciario, fraccionando los impactos y posibilita la evaluación del impacto acumulado, siempre y cuando se tome en consideración el grado de importancia y dimensión de la probabilidad de ocurrencia del impacto (Yáñez, 2008).

A fin de crear una Red de Sorensen para el presente trabajo se integró los elementos más significativos de las matrices realizadas, donde se tomaron en cuenta las actividades que presentaron un mayor número de impactos significativos, como se muestra en la tabla 8.

Posteriormente, se elabora una tabla donde se asignan valores de Probabilidad de Ocurrencia, entendiendo como la probabilidad matemática de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y tiempo (Cardona 1993). Los valores de Probabilidad van del 0 donde indica que no es probable que el evento ocurra y 1 que es 100% probable de que ocurra. También se asigna una magnitud que hace referencia a su cantidad física, puede tener un carácter positivo o negativo teniendo valores de -10 a +10 y por último se incorpora el valor de importancia, que solo puede recibir valores positivos de 0 a 10, donde 0 indica que la importancia es irrelevante o bien el impacto no es significativo y 10 que indica que la importancia es alta o la acción que provoca el impacto es altamente significativo (tabla 9).

Primario	Secundario	Terciario	Cuaternario	Clave
Generación de Residuos	Agua	Superficial	Cambio en microclimas	A111
			Perdida de especies	A112
			Reducción de oxígeno	A113
			Foco de enfermedades	A114
			Calidad del agua	A115
	Suelo	Cambios físicoquímicos	Perdida de cubierta vegetal	A211
			Perdida de fertilidad	A212
			Cambio en ciclos biogeoquímicos	A213
			Contaminación por lixiviados	A214
	Cambios de uso	Construcción de viviendas	A221	
Extracción de Plantas (deforestación)	Tala inmoderada	Calidad de aire	Poca captación de CO <sub>2</sub>	B111
			Disminución de O <sub>2</sub>	B112
		Diversidad	Pérdida de biodiversidad	B121
	Desmonte	Estructura del suelo	Erosión	B211
			Alteración en escurrimiento del agua	B212
			Presencia de vegetación secundaria	B213
Invasión de Maleza	Afectación de flora nativa	Perdida de especies	Alteración en relaciones intraespecíficas	C111
			Alteración en relaciones interespecíficas	C112
			Extinción de especies nativas	C113
	Alteración del ecosistema	Afectación en cadenas tróficas	Cambio en la biodiversidad	C211
Drenaje	Contaminación del agua	Calidad del agua	Afectación a la fauna	D111
			Cambio en la flora	D112

	Modificación del arroyo	Interrupción del flujo	Riesgo a la salud	D113
			Inversiones para rehabilitación	D114
			Posibilidad de inundaciones en época de lluvias	D211
<b>Plagas</b>				
Alteración en la fauna	Competencia por recursos	Desplazamiento de especies	Cambio en las cadenas tróficas	E111
			Pérdida de biodiversidad	E121

Tabla 8. Red de Sorensen con efectos primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios.

Clave	Impacto	Probabilidad	Magnitud	Importancia
A	Generación de residuos	1	-6	7
A1	Agua	.7	-4	5
A11	Superficial	.4	-4	5
A111	Cambio en microclimas	.3	-2	4
A112	Perdida de especies	.3	-3	3
A113	Reducción de oxígeno	.4	-3	3
A114	Foco de enfermedades	.3	-3	3
A115	Calidad del agua	.3	-6	3
A2	Suelo	.8	-8	8
A21	Cambios fisicoquímicos	.6	-6	7
A211	Perdida de cubierta vegetal	.5	-4	4
A212	Perdida de fertilidad	.4	-3	4
A213	Cambio en ciclos biogeoquímicos	.4	-2	3
A214	Contaminación por lixiviados	.3	-5	3
A22	Cambios de uso	.6	-6	7
A221	Construcción de viviendas	.3	-3	4
<b>B</b>				
B	Deforestación	1	-8	8
B1	Tala inmoderada	.8	-6	7
B11	Calidad del aire	.5	-4	3
B111	Poca captación de CO <sub>2</sub>	.4	-4	3
B112	Disminución de O <sub>2</sub>	.3	-3	2
B12	Diversidad	.7	-7	7
B121	Pérdida de biodiversidad	.5	-5	6
B2	Desmonte	.7	-6	6
B21	Estructura del suelo	.5	-5	5
B211	Erosión	.4	-4	5
B212	Mal escurrimiento del	.3	-4	4

	agua			
B213	Presencia de vegetación secundaria	.3	-4	5
<b>C</b>				
C	Invasión de maleza	1	-7	8
C1	Afectación de flora nativa	.7	-6	6
C11	Perdida de especies	.5	-5	5
C111	Alteración en relaciones intraespecíficas	.2	-3	3
C112	Alteración en relaciones interespecíficas	.2	-3	3
<b>C113</b>				
C113	Extinción de especies nativas	.4	-3	5
C2	Alteración del ecosistema	.7	-5	4
C21	Alteración en cadenas tróficas	.4	-6	7
C211	Cambio en la biodiversidad	.3	-5	7
<b>D</b>				
D	Drenaje	1	-7	6
D1	Contaminación de aguas	.8	-7	6
D11	Calidad del agua	.5	-6	6
D111	Afectación a la fauna	.3	-4	5
D112	Cambio en la flora	.4	-4	5
D113	Riesgo a la salud	.4	-4	5
D114	Inversiones para rehabilitación	.3	-3	4
D2	Modificación del arroyo	.8	-7	7
D21	Interrupción del flujo	.5	-5	5
D211	Posible problema en época de lluvias	.2	-2	3
<b>E</b>				
E	Plagas	1	-8	8
E1	Alteración en la fauna	.8	-6	7
E11	Competencia por recursos	.6	-5	6
E111	Cambio en las cadenas tróficas	.3	-5	5
E12	Desplazamiento de especies	.5	-5	7
E121	Perdida de la biodiversidad	.3	-4	5

Tabla 9. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia.

Posteriormente, de cada rama se registra el impacto pesado que se consigue de la multiplicación de la ocurrencia del impacto por el impacto total de la rama, después se suman los valores de impacto pesado de cada rama, la cual puede ser positiva o negativa (Sosa, 2007).

Núm. de la Rama	Clave	Probabilidad de Ocurrencia del Impacto de la Rama	Registro del Impacto de la Rama	Registro del Impacto Pesado por Rama
1	A111	0.084	-90	-7.56
2	A112	0.084	-91	-7.644
3	A113	0.084	-91	-7.644
4	A114	0.084	-91	-7.644
5	A115	0.084	-100	-8.4
6	A211	0.24	-164	-39.36
7	A212	0.192	-160	-30.72
8	A213	0.192	-154	-29.568
9	A214	0.144	-163	-23.472
11	A221	0.144	-160	-23.04
<b> </b>				
12	B111	0.16	-130	-20.8
13	B112	0.12	-124	-14.88
15	B121	0.28	-185	-51.8
16	B211	0.14	-145	-20.3
17	B212	0.105	-141	-14.805
18	B213	0.105	-145	-15.225
<b> </b>				
19	C111	0.07	-126	-8.82
20	C112	0.07	-126	-8.82
21	C113	0.14	-132	-18.48
22	C211	0.084	-153	-12.852
<b> </b>				
23	D111	0.12	-56	-6.72
24	D112	0.16	-56	-8.96
25	D113	0.16	-56	-8.96
26	D114	0.12	-48	-5.76
27	D211	0.08	-38	-3.04
<b> </b>				
28	E111	0.144	-161	-23.184
29	E121	0.12	-161	-19.32
<b>Impacto Ambiental Esperado</b>				<b>-488.686</b>

Tabla 10. Cálculos de impacto ambiental esperado.

Se puede observar en la tabla 10 que el Impacto Ambiental Esperado es de -488.686 resultado de las 29 ramas que se formaron en la Red de Sorensen. En éste se abarcan los impactos de la Matriz de Leopold, Matriz de Mc Harg y la Red de Sorensen. Este resultado de -488.686 nos indica que existe una presión al ambiente derivado de la tala, la basura, el drenaje y la vegetación secundaria.

Los impactos con mayor valor se encuentran en la primera rama derivada de la Generación de Residuos (A), ya que en esta rama se presentan impactos cuaternarios como, la Perdida de Cubierta Vegetal, Perdida de la Fertilidad, Construcción de Viviendas entre otros; trayendo consigo tala de la zona, asentamientos irregulares y con esto el cambio en la vegetación llevando al ambiente a una fuerte presión.

También se aprecia que el segundo impacto, Deforestación (B) presenta igualmente impactos con alto Registro de Impacto Pesados como la Presencia de Vegetación Secundaria, Mal Escurrimiento del Agua entre otros, es impórtate prestar atención en este impacto, debido a que, la tala trae consigo fuertes repercusiones que con el paso del tiempo pueden ser irreversibles, como la erosión, invasión de maleza y desplazamientos de especies nativas.

## **DISCUSIÓN**

El poblado de San Juan Yautepec en los últimos años ha sido identificado por la tala clandestina de los árboles de pino, encino y oyamel, trayendo con esto asentamientos humanos irregulares ejerciendo así una fuerte presión sobre el ambiente.

Los resultados de las pruebas realizadas a la corriente de agua que fluye en la zona muestra que tanto las condiciones fisicoquímicas como biológicas no entran en las establecidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993 por lo que es de importancia la rehabilitación del riachuelo, debido a que, esté atraviesa por un pequeño parque del Municipio propiciando enfermedades y sobre todo un deterioro al paisaje del lugar.

En cuanto a los resultados de los suelos (tabla 7) podemos ver que el perfil del suelo es Franco Arenoso. Es un suelo extremadamente rico en cuanto a materia orgánica lo cual es importante, ya que, la materia orgánica en el suelo desarrolla un papel importante en la fertilidad, conservación y presencia de vida del mismo. Un alto contenido de materia orgánica, reduce como lo podemos ver en la tabla, la densidad real y aparente, esta última refleja el contenido total de porosidad que es

inversa a la densidad, lo que nos dice que tiene una alta cantidad de poros por lo que facilita la circulación del agua y aire. Estos resultados nos muestran que el suelo es óptimo para el cultivo de árboles de la zona, debido a que en su estructura no ha sido afectado.

La cobertura vegetal se encuentra principalmente representada por arboles del género *Quercus* y *Pinus*, acompañados de algunos árboles como *Buddleia*, *Juniperus* y *Abies*. Entre las especies relevantes tenemos a *Juniperus monticola* ya que se encuentra bajo protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010. El ecosistema de esta comunidad está sufriendo cambios graduales, afectando diversos elementos como la flora nativa que en zonas de acumulación de desechos, drenaje y contacto con los asentamientos humanos ha sido desplazada por la invasión de maleza.

Para la fauna se encontraron especies importantes que se encuentran sujetas a algún tipo de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 estas especies son: *Atlapetes virenticeps*, Atlapetes rayas verdes endémico, *Acciper cooperri* Gavilán de Cooper bajo protección especial, *Bassariscus astutus* cacomixtle bajo el estatus de amenazado.

De acuerdo con la Matriz de Leopold se registraron 10 impactos derivados de la urbanización y recreación con lo que se obtuvieron 108 impactos de los cuales 63 son significativos y 45 no lo son. Las actividades que afectan más el ecosistema son la Generación de Residuos Sólidos, Extracción de Suelos, Extracción de Plantas, Invasión de Maleza, Drenaje y Plagas.

Mediante la Matriz de Mc Harg se estableció el grado de alteración y deterioro del ambiente tal es el caso de la flora y el agua que se encuentran en una fuerte presión debido al desplazamiento de las especies por la presencia de competencia resultado de la invasión de la maleza. La importancia de los impactos es mayor, puesto que al ser una zona pequeña la presión que ésta recibe es de relevancia, sin embargo, todos los impactos presentados son reversibles con lo que se espera que una buena planeación y respuesta a los problemas sean bien recibidos por la comunidad y el municipio.

Con la Red de Sorensen se registró el Impacto Ambiental Esperado de -488.686 resultado de las 29 ramas del árbol de impactos. Dando a conocer el impacto primario con valores más alto es la Generación de Residuos por lo cual es de suma importancia el control de dicha actividad y un ordenamiento ecológico.

Para dar una posible respuesta a todos los impactos detectados a continuación se elabora una tabla de Presión Estado Respuesta (PER).

## PRESIÓN ESTADO RESPUESTA (PER)

En 1997 el INE inició la construcción de este Sistema de Evaluación Ambiental a partir de lo estimulado en el Programa de Medio Ambiente 1995-2000 cuyo componente principal es precisamente el Sistema de Indicadores Ambientales.

Los indicadores ambientales son estadísticas o parámetros que proporcionan información y/o tendencias sobre las condiciones y los fenómenos ambientales, estos se dirigen principalmente a: Proteger la salud humana y el bienestar general de la población, Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos y conservar la integridad de los ecosistemas.

Para el presente trabajo, se adoptó el esquema denominado “Presión-Estado-Respuesta” (PER) –propuesto por la OCDE- que se basa una lógica de causalidad, presupone relaciones de acción y respuesta entre la economía y el medio ambiente, el cual responde a las preguntas: ¿Qué está afectado el ambiente?, ¿Cuál es el estado actual del mismo? y ¿Qué estamos haciendo para mitigar los problemas ambientales? (SEMARNAP 1998).

Para hacer más comprensible la aplicación de las respuestas a la presión ejercida, a continuación se muestra en la tabla 11 las medidas correctivas propuestas, con el fin de mitigar las actividades generadoras de impacto ambiental.

PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTAS
<b>Generación de residuos</b>	Acumulación de residuos en el suelo.	Colocar contenedores de basura en el parque.
	Deterioro del paisaje.	Enseñar a la gente la separación de basura y el uso materia orgánica para compostas en sus terrenos.
	Deterioro y de las características del suelo por acumulación de basura.	Fomentar la educación ambiental.
	Perdida de cubierta vegetal y cambio en microclimas.	Crear conciencia en los pobladores.
	Propicia la presencia de fauna nociva.	Capacitación para construir letrinas y promover su uso.
	Cambio en la distribución de la flora y fauna.	Código para la Biodiversidad del Estado de México.
	Generación de lixiviados a suelos y aguas subterráneas.	Ley Federal sobre protección y conservación de

		monumentos arqueológicos e históricos poblaciones típicas y lugares de belleza natural. Capítulo VI, Art. 52
<b>Extracción ilegal</b>	<p>Extracción ilegal de suelo.</p> <p>Extracción ilegal de flora de interés médico o religioso.</p> <p>Extracción ilegal de madera y leña.</p> <p>Cambio en cadenas tróficas y relaciones ecológicas.</p> <p>Afectación de biodiversidad.</p> <p>Perdida en la cubierta forestal.</p> <p>Perdida de hábitats.</p> <p>Cambio en los ciclos biogeoquímicos.</p>	<p>Otorgar licencias y permisos de aprovechamiento de recursos naturales.</p> <p>Crear campañas de reforestación con apoyo de las escuelas cercanas.</p> <p>Reforestación de especies nativas.</p> <p>Rotación de sitios de tala.</p> <p>Fomentar la educación ambiental mediante talleres y cursos que concienticen al poblado acerca de la importancia del entorno natural y los beneficios que este proporciona para nuestra supervivencia.</p> <p>Aplicar las leyes y las sanciones correspondientes Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.</p> <p>Ley General de Vida Silvestre 2000.</p> <p>NOM-003-RECNAT-1996 Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte.</p> <p>Reglas de Operación de Programa de Desarrollo Forestal.</p>
<b>Invasión de maleza</b>	Desplazamiento de especies nativas.	Limpieza y extracción de flora nociva.

	<p>Competencia por recursos. Extinción de especies.</p> <p>Alteración de los hábitats.</p> <p>Cambios fisicoquímicos en el suelo.</p> <p>Introducción de semillas y propágulos.</p> <p>Alteración en el paisaje.</p>	<p>Control en la reproducción de maleza.</p> <p>Delimitar el área de transición entre el área silvestre y asentamientos humanos.</p>
<b>Drenaje</b>	<p>Afecta directamente la diversidad biológica local (fauna: peces, crustáceos y reptiles).</p> <p>Baja la economía y la calidad de vida.</p> <p>Foco de infección.</p> <p>Calidad del agua.</p> <p>Afectación al paisaje.</p> <p>Atraen a plagas de diferente tipo (ratas, gatos, plantas adaptadas, microorganismos)</p> <p>Cambio en las condiciones del suelo y agua.</p> <p>Desplazamiento de especies nativas tanto de flora como fauna.</p>	<p>Realizar dragados para mejorar la calidad del agua.</p> <p>Establecer multas equivalentes a los daños al medio ambiente.</p> <p>Implementación de un sistema de gestión ambiental.</p> <p>Funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Inspección y vigilancia municipal y estatal con monitoreos regulares y auditorías ambientales.</p> <p>Construcción de letrinas en los poblados que arrojan desechos al riachuelo.</p> <p>Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente</p> <p>Ley de Aguas Nacionales Código Sanitario.</p> <p>Ley de Conservación de Agua y de Suelo</p>
<b>Plagas</b>	<p>Competencia por recursos.</p>	<p>Limpieza de zonas que propician la presencia de</p>

	Desplazamiento de especies.	plagas.
	Vectores de enfermedades.	Delimitar área silvestre con el riachuelo.

## CONCLUSIÓN

El área de estudio se encuentra en un bosque de encino-pino, este tipo de ecosistemas tienen vital importancia, debido a que estos hábitats albergan mucha de la diversidad del país. Las barrancas, cañadas y cerros son productores de beneficios ecológicos tan significativos como la protección de la biodiversidad, la captación de partículas suspendidas de CO<sub>2</sub>, la protección del suelo y la regulación de los flujos pluviales importantes para el abastecimiento de los mantos acuíferos, la regulación del clima y la prevención de inundaciones.

Debido a que la zona silvestre está siendo reducida y esta ya es pequeña la presión ejercida a él es mayor, lo que lleva a un deterioro paulatino del ecosistema que de seguir la tendencia actual año tras año la zona silvestre desaparecerá.

Por medio de este diagnóstico ambiental se logró identificar el estado actual del ambiente en base en los modelos de Leopold, Mc harg, Sorensen reconociendo así las principales actividades humanas que afectan al ambiente las cuales son: Generación de Residuos, Deforestación, Drenaje, Plagas e Invasión de Maleza. Siendo los elementos más impactados la flora y fauna; la primera tiende a ser desplazada por la presencia de maleza que puede soportar condiciones de contaminación y transición a los asentamientos humanos, además de que la tala lleva a la pérdida de abundancia de especies y con esto de material genético. Por otra parte la fauna tiene una mayor competencia por los recursos al ser estos cada vez más escasos se desplazan alterando así la ecología del ambiente.

El suelo muestra una gran capacidad para la reforestación de especies nativas, ya que las pruebas realizadas muestran que el suelo no ha sido aún impactado por el hombre y se encuentra en óptimas condiciones.

En las encuestas podemos observar que la mayoría de la gente considera importante la conservación del ecosistema y que está dispuesta a trabajar en conjunto con programas que beneficien a la comunidad.

Por medio del Diagnóstico Ambiental se consiguió caracterizar el ambiente y con esto elaborar un modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER) con lo que se dan algunas respuestas para mitigar el deterioro del ambiente, encontrando que en el caso de fauna y flora existen algunas especies que se encuentran dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En conclusión se puede observar que existe una presión debido al crecimiento poblacional trayendo consigo el deterioro del ambiente. Como se puede apreciar en la Matriz de Mc Harg los impactos son reversibles, por lo tanto si se toman en cuenta las medidas correctivas necesarias que se mencionan, la legislación vigente y un papel más activo por parte del municipio, la zona puede ser rehabilitada.

## **RECOMENDACIONES**

Delimitar el área.

Establecer estrategias de inspección y vigilancia.

Multas a quien infrinja según la legislación vigente.

Desarrollar programas integrales de educación ambiental y desarrollo comunitario sustentable.

Emprender campañas de concientización ambiental entre los pobladores.

Vigilancia y sanción a asentamientos humanos irregulares.

Vigilar y supervisar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Suelos, Aguas residuales, Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, Protección de Flora y Fauna.

## BIBLIOGRAFIA

Álvarez Arenas, M. (2000): Indicadores del Desarrollo Sostenible. *Ekonomi Gerizan*, 7: 114131.

Antonio et. al. Historia de la cuestión agraria mexicana I. El siglo de la hacienda 1800-1900, Centro de Estudios Históricos del Agrarismo en México, Siglo XXI. México. 1988.

Batllori Guerrero A. (1999). Evaluación ecológica y social de las barrancas de Cuernavaca. *Gaceta Ecológica México D.F.* 51

Cardona O.D. (1993) Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, 45-65pp. En: A. Maskrey (comp..) *Los desastres no son naturales*. La Red, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 136p.

Casas A. G. y C. J. MCcoy. 1979. *Anfibios y reptiles de México*. LIMUSA. México, D.F. 84pp.

Carrizosa J.1982. *Planificación del medio Ambiente*. Centro Internacional de Formaciones en Ciencias Ambientales (CIFCA). Madrid.112pp.

Comisión Nacional Forestal ( Conafor) 2010. [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx)

Del Olmo, G. 2007. *Aves comunes de la Ciudad de México*. Fondo mundial para la naturaleza (WWF) y Bruja de Monte. México.

*Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*, Estado de México, Huixquilucan.

Espinoza Guillermo 2001. *Fundamentos de Evaluación de Impacto ambiental*. Banco interamericano de desarrollo – BID. Centro de estudios para el desarrollo- CED. Santiago de Chile. Pp: 93-124.

Gascon T. 2010. *Diagnóstico Ambiental de la parte Norte del Parque Ecológico el Ocotol, en la localidad Santiago Maxda, municipio de Timlpan, Estado de Mexico*. Tesis. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM

Gómez, M. J., (2008). *Contribución al conocimiento de la herpetofauna del municipio de Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo*.

INEGI, 2013. *Censo poblacional y vivienda 2013*.

Madrid L., Martínez I. y Rolón J. (2009). *Financiamiento para la regeneración ambiental de barrancas a través del impuesto predial: el caso de la ciudad de México*. *Investigación Ambiental* 1(2): 153-167

Mayer R. 2009. Diagnóstico Ambiental de la Barranca Arroyo Santa Cruz, en el municipio de Naucalpa, Estado de México. Tesis. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM

Mooney, H.A. y R.J. Hobbs (eds.). 2000. Invasive species in a changing world. Island Press, Washington, D.C.

National Geographic Society. 2006. Field Guide to the Birds of North America. 5a Ed. Washington, D.C. EUA.

Normas Oficiales Mexicanas Vigentes ordenadas por material. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 20 de Abril de 2010.

<http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/normasoficialesmexicanasvigentes.aspx>

Pimentel, D. 2002. Introduction: Non-native species in the world, en D. Pimentel (ed.), Biological invasions: Economic and environmental costs of alien plant, animal and microbe species. CRC Press, Boca Ratón

PNUD 1990: *Informe de Desarrollo Humano*, Tercer Mundo editores, Bogotá, Colombia.

Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Huixquilucan, México 2009

SEDESOL, 1994. Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1993-1994, Cap. 18

SEMARNAP, 1998. Avances en el Desarrollo de Indicadores Para la Evaluación del Desempeño Ambiental en México 1997. Pp 13:18

SEMARNAT, 2006. Bases para Legislar la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México. 2006.

SEMARNAT, 2006. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México 2005. México. 2006

SEMARNAT, 2006. Diagnóstico de la Deforestación en México, México 1998

SEMARNAT, 2008. "Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente" (LGEEPA), 1988. Texto vigente última reforma publicada DOF 16-05-2008.

Sosa P. E. J., 2007. Diagnóstico ambiental de las inmediaciones del tiradero municipal de Tultitlán Estado de México. Tesis Profesional FESI. UNAM. Mexico.

Quadri, 1997. Teoría y Práctica en Política Ambiental y Uso de Instrumentos Económicos. . Gaceta del Instituto Nacional de Ecología. México.

Rzendowski y Rzendowski, 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. 1. Ed. Continental. México.

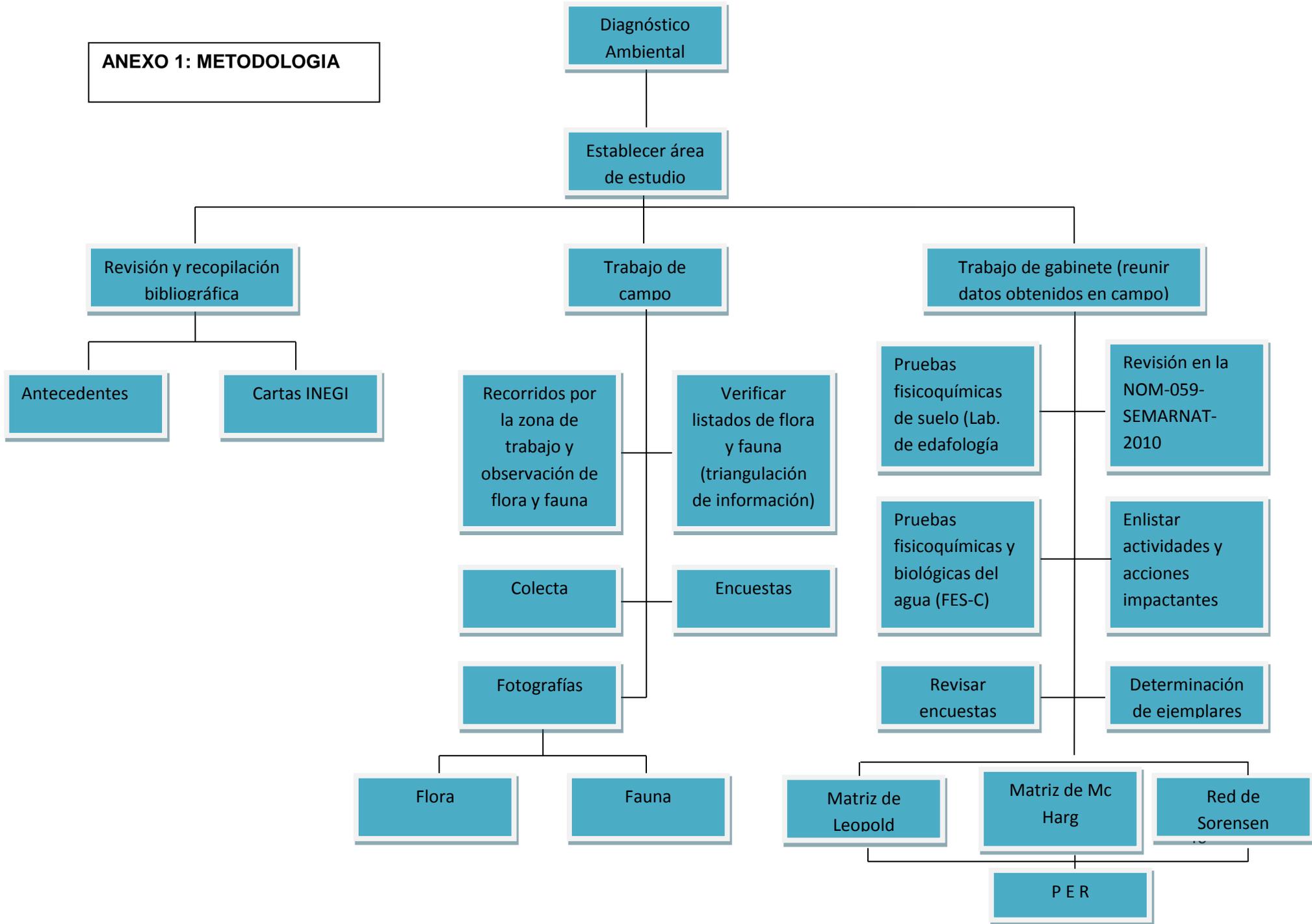
Wilson, D.E. 1991. Mammals of the Tres Mariás Islands. Bulletin of the American Museum of Natural History 206: 214-250.

Yáñez-Vargas A. 2008. Impacto Ambiental y Metodologías de Análisis. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 2008. P:9

Van Perlo, B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Princeton and Oxford. EUA.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1: METODOLOGIA**



**Anexo 2 Encuestas realizadas a los pobladores de San Juan Yautepec**

Datos del (la) ciudadano (a):

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: M\_\_\_ F\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Número de personas que viven en la casa: Adultos:\_\_\_\_\_ Niños:\_\_\_\_\_

Tiempo viviendo en este zona:\_\_\_\_\_

¿De qué material está construida su casa?\_\_\_\_\_

¿Cuenta con energía eléctrica? \_\_\_\_\_

¿Cuenta con agua potable?\_\_\_\_\_

¿Cuenta con fosa séptica o drenaje? Si es drenaje ¿Dónde desemboca éste?

\_\_\_\_\_

¿Hace uso de algún recurso natural? ¿Cuál?\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué animales silvestre ha podido observar?\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué animales observaba algunos años que ya no observa?\_\_\_\_\_

---

¿Qué plantas observaba algunos años que no observa? \_\_\_\_\_

---

¿Cree que es importante la conservación de los recursos animales o vegetales? ¿Por qué? \_\_\_\_\_

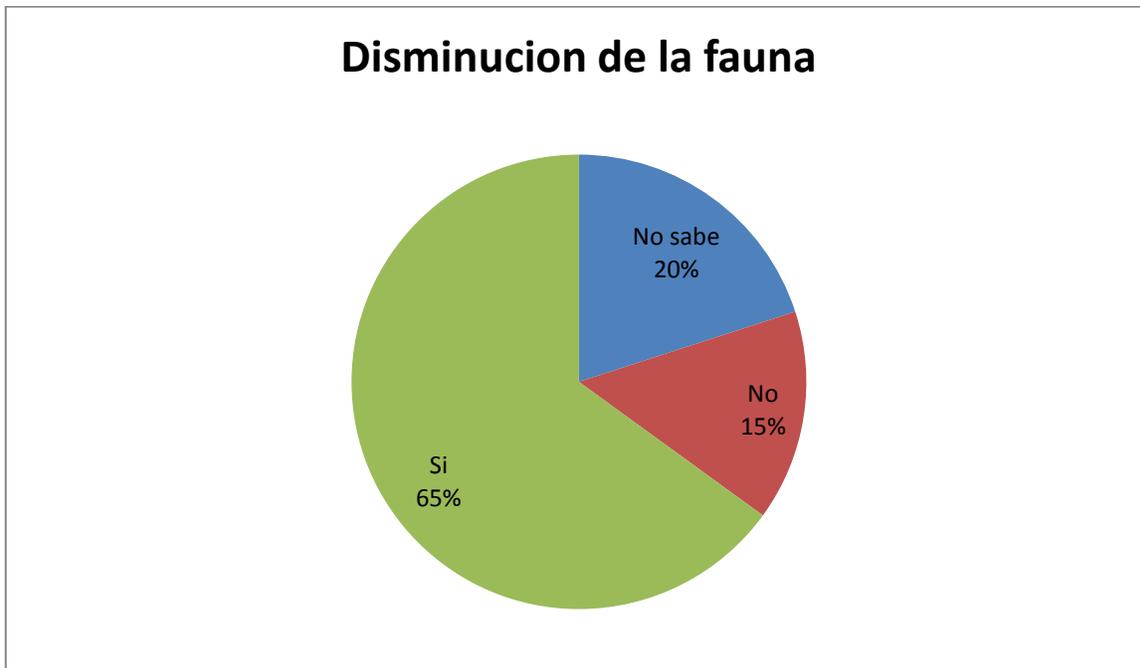
---

¿Estaría dispuesto(a) a hacer modificaciones en las instalaciones de su casa (baño, cocina, jardín, patio) y/o participar en proyectos ecológicos? \_\_\_\_\_

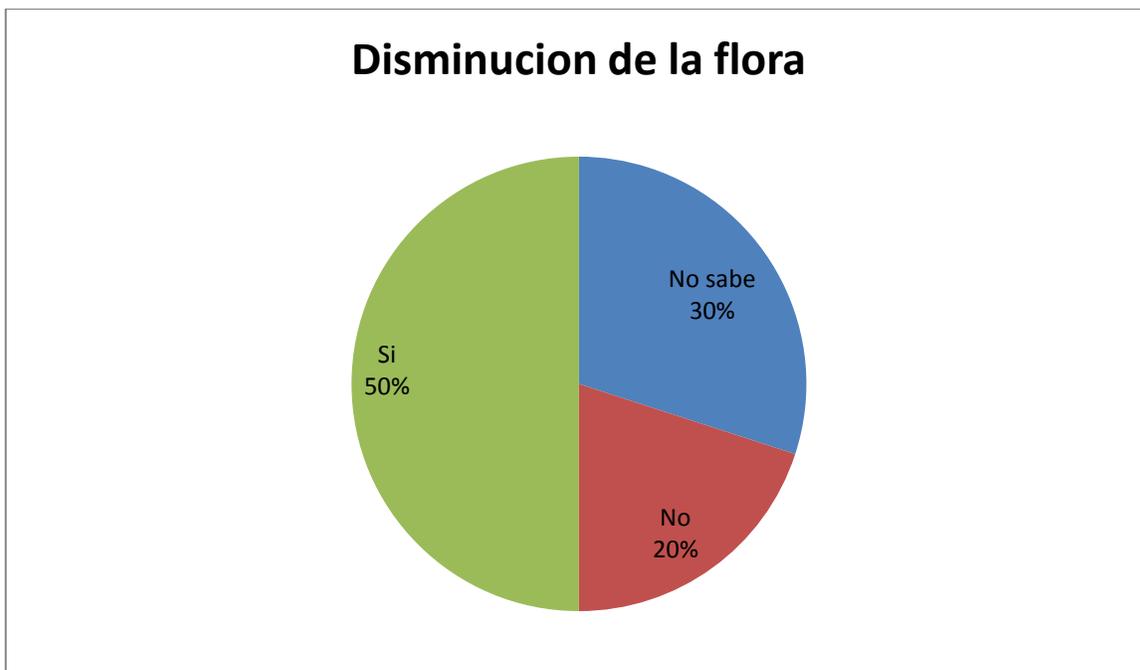
---

### ANEXO 3

#### Graficas realizadas a la comunidad de San Juan Yautepec, Huixquilucan Estado de México

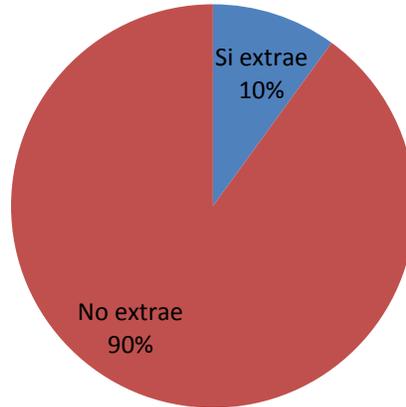


Gráfica 1. El 65 % de los pobladores considera, según su opinión y experiencia, que la fauna está disminuyendo



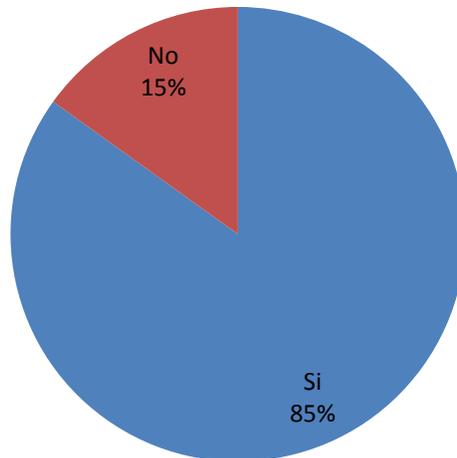
Gráfica 2. El 50 % de los pobladores considera, según su opinión y experiencia, que la flora está disminuyendo

## Extracción de recursos por parte de los pobladores



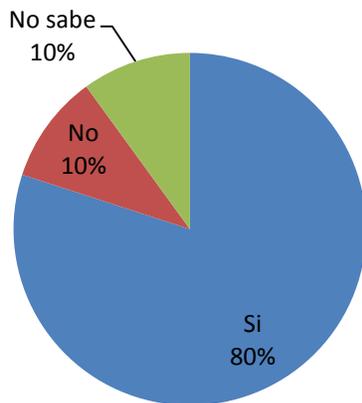
Gráfica 3. El 10 % de los pobladores extrae algún recurso de la zona

## Importancia de la conservación ecológica



Gráfica 4. El 85 % de los pobladores considera que la conservación ecológica es importante para mantener las áreas verdes y sus alrededores

## Disposición a hacer modificaciones en las instalaciones de su casa o participar en proyectos ecológicos.



Gráfica 5. El 65 % de los pobladores está dispuesto a realizar modificaciones en su casa a "instalaciones verdes" o participar en proyectos.

## Anexo 4. Matriz Tipo Leopold

Matriz Tipo Leopold Magnitud -10 a 1 y 1 a 10 Importancia 1 a 10 Sin Interacción □			ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTO											
			URBANISMO							RECREACION				
			Vandalismo	Generación de residuos	Plagas	Extracción de plantas	Extracción de suelo	Invasión de maleza	Drenaje	Fauna nociva	Caminar	Perros		
ELEMENTOS IMPACTABLES	Físicos	Suelo	Erosión		-6/4		-6/9	-6/9				-1/1	-3/5	
			Compactación		-3/7		-6/9	-6/9					-3/4	
			Permeabilidad		-7/2		-6/9	-6/9					-5/8	
		Agua	Pureza		-2/7			-7/4		-6/8				
			Cloruros		-3/5			-7/2		-6/8				
			Alcalinidad		-4/4			-7/2		-6/8				
	Biológicos	Fauna	Aves		-4/6	-8/10	-6/8	-7/8	-8/4		-7/9	-3/5	-3/6	
			Animales terrestres	-5/7	-6/9	-2/8	-7/8	-6/8	-5/7		-4/7		-3/4	
			Diversidad	-4/6	-8/9	-8/9	-6/8	-5/8	-7/9			-3/7	-3/7	
			Migratorias	-2/3	-2/3	-8/10	-6/8	-7/8	-8/4		-7/9	-3/5		
			Barreras		-5/8									
			Sp. bajo protección	-5/7	-6/9	-2/8	-7/8	-6/8	-5/7		-4/7			
		Flora	Vegetación natural	-2/3	-9/10	-9/10	-9/10	-9/10	-6/8	-9/9				
			Diversidad	-5/8	-9/10	-9/10	-9/10	-9/10	-6/8	-9/9		-2/3		
			Sp. bajo protección	-5/8	-9/10	-9/10	-9/10	-9/10	-6/8	-9/9				
		Agua	Calidad biológica del agua		-7/9			-3/2		-9/9				
		Estético	Paisaje	Bosque	-3/4	-7/8	-5/7	-3/5	-1/3	-2/3	-5/5			
				Espacio abierto	-5/7	-6/8								
	Vista panorámica				-6/8									
	Culturales	Servicios	Camino		-6/8									
			Manejo de residuos		-6/8									
			Señalamientos		-6/8							5/7		
			Parque		-6/8									
	Ecológicas	Relaciones ecológicas	Cadenas alimenticias			-4/7	-3/5				-4/7			

Totales	Impactos significativos	0	16	6	11	14	6	8	2	0	0
	Impactos no significativos	9	8	4	2	3	3	1	4	8	3
	Total de impactos	9	24	10	13	17	9	9	6	8	3
	Impactos significativos	63									
	Impactos no significativos	45									

## Anexo 5 Matriz de Mc Harg

Matriz de Mc Harg 0 = Grado de resistencia π = Perturbación del impacto ☞ = Magnitud del impacto @ = Características del impacto * = Importancia del impacto + = Impactos Positivos			Grado de resistencia					Perturbación del impacto			Magnitud del impacto			Característica del impacto		Importancia del impacto				
			Obstrucción	Muy Grande	Grande	Media	Débil	Muy débil	Alto	Medio	Bajo	Regional	Local	Puntual	Reversible	Irreversible	Mayor	Medio	Menor	Nulo
Actividades de uso del parque	Generación de residuos	Alteración en el suelo			0				π				☞		@		*			
		Alteración en el agua			0				π				☞		@		*			
	Plagas	Fauna	Especie	Abundancia		0				π				☞		@		*		
				Migratorias		0				π				☞		@		*		
				Bajo protección			0				π				☞		@		*	
	Extracción ilegal	Flora	Vegetación natural			0				π				☞		@		*		
			Sp. protegidas			0					π			☞		@		*		
		Suelo	Perdida de hojarasca y suelo				0				π			☞		@			*	
	Ecología	Invasión de maleza	Desplazamiento de especies nativas			0				π				☞		@		*		
			Cambio en microclimas			0					π			☞		@			*	
	Drenaje	Cause de arroyos	Calidad de agua			0				π				☞		@				*