

PROPUESTA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL PARA EL PARQUE NACIONAL ZOQUIAPAN Y ANEXAS

C. T. Lomas-Barrié; S. Terrazas-Domínguez², H. Tchikoué Maga²

¹Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

²Profesor-Investigador. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

RESUMEN

El Parque Nacional Zoquiapan y Anexas es un área natural protegida que se localiza al oriente de la Ciudad de México, presenta graves problemas de desequilibrio ecológico y una fuerte presión de la zona urbana, principalmente por el municipio de Ixtapaluca, Estado de México. Por lo que es necesario desarrollar acciones que detengan, recuperen, y restauren las condiciones naturales del medio, dichas acciones deberán ser planificadas, y qué mejor para lograr estos objetivos, que desarrollar un Ordenamiento Ecológico Territorial (OET).

Para la propuesta de OET se utilizó la metodología propuesta por la escuela cubana, tanto para el establecimiento, como para el diagnóstico de las Unidades Geoecológicas. Se usó el análisis multicriterio para la obtención de los mapas de aptitud. La información fue manejada en un Sistema de Información Geográfica Arc/View 3.2.

Se identificaron 28 unidades geoecológicas caracterizadas por la altitud, inclinación de la pendiente, sustrato geológico, edafológico, cubierta vegetal y uso del suelo. Para cada una de ellas se calcularon los índices de erosión potencial, capacidad protectora de la cubierta vegetal, vulnerabilidad de la unidad de acuerdo a su relación perímetro-área, coeficiente de fraccionamiento, vulnerabilidad por la inclinación de la pendiente, por la compactación del sustrato rocoso, el grado de modificación antropogénica y la compatibilidad del uso actual con su aptitud potencial. Con lo cual se obtuvieron las propuestas de ordenamiento no concertado para cada unidad.

PALABRAS CLAVE: Ordenamiento Ecológico Territorial, Parque Nacional Zoquiapan, geoecología

PROPOSAL OF TERRITORIAL ECOLOGICAL ORDERING FOR THE NATIONAL PARK ZOQUIAPAN AND ANNEX

SUMMARY

The National Park Zoquiapan and you Annex it is a protected natural surface area that is located to the east of Mexico City, it presents serious problems of ecological imbalance and a strong pressure of the urban area, on the part of the Ixtapaluca municipality, Mexico State. For what is necessary to develop actions that stop, recover, and restore the natural conditions of the environmental, which will be planned, and that better to achieve these objectives, to develop a Territorial Ecological Ordering (TEO).

For this proposal TEO the methodology proposed by the Cuban school was used, so much for the establishment and diagnosis of the Geoecological Units, as well as the analysis multicriterio for the obtaining of the aptitude maps. The information was managed with a Geographical Information Systems Arc/View 3.2.

28 geoecologicals units were identified characterized by the altitude, slope, geologic, soil, land cover and land use gives the floor. For each one of them the indexes of potential erosion, protector capacity of the land cover, vulnerability the unit according to their relationship perimeter-area, coefficient, vulnerability for the slope, for the compaction of rock, the degree of anthropogenic modification and the compatibility of the current use with their potential aptitude. With that which the proposals were obtained the Geoecologicals Units agreed no for each unit.

KEY WORDS: Territorial Ecological Ordering, National Park Zoquiapan, geoecology

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Zoquiapan y Anexas es un área natural protegida que, como muchas en nuestro país, sufre de degradación ambiental y baja sustentabilidad del medio. La problemática es el reflejo de la política nacional, de aprovechamiento extractivo de los recursos naturales, que se ha promovido por cientos de años.

Actualmente el gobierno de México administra 111 Áreas Naturales Protegidas que representan 8,449.269 ha (4.32 %) del territorio nacional; sin embargo, el INE (1997) reconoce que estas carecen en muchos de los casos, de programas de manejo, de vigilancia, de personal y de presupuesto suficiente y que el único instrumento para protegerlas es el decreto de su establecimiento, lo que les asegura una existencia virtual. Por lo que, las ANP se han mantenido ajenas a la dinámica del desarrollo regional, desaprovechándose su enorme potencial para un desenvolvimiento económico sostenible (Székely, 1994).

El Parque Nacional Zoquiapan y Anexas fue decretado como ANP, en el Diario Oficial del 31 de marzo de 1837 por el Presidente de México Lázaro Cárdenas; su origen del territorio Zoquiapan y Anexas, se debe a la unión de las haciendas Zoquiapan, Río Frío e Ixtlahuacan, dichos predios colindaban entre sí y pertenecían a un solo dueño a principios de siglo XX (Sr. Iñigo Noriega y Laso) (Diario Oficial de la Federación, 1837).

Dentro del área del parque se encuentra la Estación Experimental Zoquiapan de la Universidad Autónoma Chapingo, que presenta información geográfica y ecológica descriptiva de la zona representando la principal fuente de datos con la que cuenta el parque. Se tienen estudios sobre los tipos de suelos (Rey, 1975); con relación a la vegetación Obieta (1977) hizo una caracterización de la estructura y composición herbácea del bosque de *Pinus hartwegii*; respecto a vertebrados Davis y Follansbee (1945) y Villa (1966) sobre mamíferos; Aguirre (1978) describe las perturbaciones, plagas, erosión por la quema y sus efectos en el bosque; Obieta (1977) sobre pastoreo; Carrandi *et al.* (1979) realizaron un estudio autoecológico de *Abies religiosa*; Blanco *et al.* (1981) presenta una descripción ecológica general de la vegetación y fauna; Obieta y Sarukhán (1981) hacen una descripción de la estructura y composición florística del estrato herbáceo de *Pinus hartwegii*; Franco y Búrquez (1981) hacen una caracterización ambiental y de la vegetación; Zavala, 1984, realizó un estudio sinecológico de la vegetación de la estación y fuera de la estación experimental; Vázquez (1998) hace un análisis de las ANP y como estudio de caso el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas.

Bajo las condiciones anteriores se consideró necesario evaluar la situación actual a través del estudio de Ordenamiento Ecológico Territorial, el cual se emplea como herramienta de planeación ambiental, para regular

el uso del suelo y las actividades productivas a partir de procesos de planeación participativa, maximizando el uso potencial de los recursos naturales y minimizando su deterioro a través de sistemas productivos adecuados a fin de mantener el equilibrio ecológico (estructura y función). Esto a partir del análisis de tendencias del deterioro y las potencialidades de aprovechamiento, teniendo en cuenta siempre, las necesidades de los usuarios de dicho territorio. Todo bajo un enfoque holístico" (LEGEPA, 1997).

Para que la toma de decisiones en el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales fueran eficiente en el manejo de datos fue necesario integrar en el estudio tecnologías de Sistemas de Información Geográfica (SIG), como Arc/View 3.2 e IDRISI 3.2.

Dentro de la metodología de análisis espacial y toma de decisiones, se aplicó la de Evaluación Multicriterio (EMC), siendo su fin básico, investigar un número de alternativas bajo la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto, generando soluciones compromiso y jerarquizar las alternativas de acuerdo a su grado de atracción. Los criterios pueden ser objetivos, metas, valores de referencia, niveles de aspiración o utilidad. Proporcionando así un análisis de las complejas propiedades del medio natural entre las alternativas de selección (Barredo, 1996).

Por el mencionado carácter holístico de la planificación ambiental y por tanto del ordenamiento territorial, es necesario un enfoque integral o sistémico para el análisis de los territorios, por lo que se decidió el uso de unidades geoecológicas integrales, las cuales tienen una existencia objetiva, homogénea en sus diferentes partes, en un constante estado de intercambio de energía, sustancias e información, constituida por la asociación dialéctica de sus elementos y formada bajo la influencia de los procesos naturales y la actividad humana (Salinas, 1997).

Tomando en cuenta la importancia del Parque Nacional Zoquiapan y Anexas, se realizó el estudio de Ordenamiento Ecológico Territorial con el objetivo principal de dar cabida a propuestas que mitiguen, prevengan y den solución a los problemas de degradación del medio natural, social, económico y cultural que prevalecen en el parque.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Parque Nacional Zoquiapan y Anexas, se localiza entre las coordenadas 19°13'10" y 19°18'45" latitud Norte y 98°37'39" y 98°51'58" longitud Oeste, con un área de 19,418 ha. Correspondiéndole 18,447 a los municipios de Ixtapaluca, Chalco y Tlalmanalco del Estado de México y 971 ha al municipio de Tlahuapan del estado de Puebla (Diario Oficial de la Federación, 1837).

El parque pertenece a la región fisiográfica de la provincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, en la subprovincia Gran Sierra Volcánica compleja o grandes estratos volcánicos aislados (INEGI, 1981a).

Se caracteriza por 4 tipos de roca, predominando la andesita (63.94 %), seguido por los suelos aluvión en las partes altas de la montaña, como pequeñas islas dentro de la roca andesita, y en la parte más baja en el llamado Valle de México. La brecha sedimentaria se encuentra en la pendiente poniente de la Sierra. Y la unidad denominada Basalto representa las rocas más actuales, teniendo su origen en la erupción del volcán el Papayo (Leet y Judson, 1990).

Caracterizado por 7 unidades de suelo: los andosoles con aptitud forestal, los suelos cambisoles que representan el 29.81 % del parque con fertilidad inherente bastante elevada y pueden adaptarse a varios sistemas de uso de la tierra, los feozems representan el 13.43 % del ANP, tienen una fertilidad natural elevada y producen buenas cosechas, el 1.65 % del ANP, está representada por los suelos tipo litosol que tienen aptitud para el pastoreo, los regosoles (0.38 % del ANP) son suelos susceptibles a la erosión, los vertisoles son muy susceptibles a todas las formas de erosión aún en pendientes de 5° o menos, los fluvisoles con aptitud agrícola (Luna, 1998; Fitzpatrick, 1993 y el Consejo Estatal de Ecología del Estado de Hidalgo, 2001).

Los tipos de clima dominante, son, en las partes de mayor altitud C(E)(w2)(w) semifríos y circunscribiendo a éstos el clima es C(w2)(w) templado (INEGI, 1981e). La precipitación media anual va desde 800 mm hasta 1,200 mm, la temperatura media anual va desde los 6 °C en las zonas de mayor altitud hasta los 14 °C. La frecuencia promedio de granizadas en la zona al año es de dos días, la frecuencia de heladas en puntos más altos es de 100 a 120 días al año, y circunscribiendo a éstas de 80 a 100 días al año (INEGI, 1981b).

El parque está comprendido en las subcuencas; del lago Texcoco Zumpango al poniente del parque y al norte la del lago de Tuchac y Tecocomulco. Los coeficientes de escurrimiento dentro del parque son del 10 al 20 % en la parte más alta de la montaña hasta la cota de los 3,500 msnm, y del 5 al 10 % en la cota de los 3,000 msnm (SPP, 1983a, b).

Algunas especies de fauna que se han colectado o descrito en la zona, como el mamífero *Romerolagus diazi*, (Teporingo), está en peligro de extinción, el también mamífero *Criptomys goldmani* (alticola musaraña) clasificada como rara, las aves *Myioborus miniatius miniatius* (pavito o guajolotito) clasificada como rara, *Demdrotyx macroura macroura* (gallina de monte) en la categoría de protección especial, *Buteo jamaicensis* (gavilán o halcón de cola roja)

en protección especial, el reptil *Thamanophis eques eques* (culebra) como amenazada, *Eumeces copeii Lincer* como rara, *Sceloporus grammicus* (lagartija) como rara, los anfibios *Pseudoerycea leprosa* (salamandra) como amenazada, *Rhyacoiiredon leorase* (ajolote) amenazada e *Hyla plicata* (rana) como amenazada (NOM-059ECOL-1994 y Blanco *et al.*, 1981).

De acuerdo a Rzedowski (1978); el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas están clasificados biogeográficamente en las Serranías Meridionales, agrupados en la región mesoamericana de montaña, la cual a su vez se relaciona en forma no del todo discreta entre los dos reinos Holártico y Neotropical. Se considera a la zona montañosa como una zona de influencia mixta o de transición en el sentido más estricto, entre ambos reinos florísticos. Con lo que se quiere remarcar, que la vegetación de bosques y los pastizales de alta montaña presentes en el parque, tienen en su composición especies del Reino Holártico, las cuales se encuentran en presión natural por su situación de ser islas (o reliquias de lo que alguna vez, durante la última glaciación, fueron bosques boreales) dentro de una vegetación mucho más adaptada a un clima tropical, la perteneciente al Reino Neotropical.

La vegetación del parque está caracterizada principalmente por los llamados bosques templados, siendo el bosque de pino el de mayor extensión y que de acuerdo a Lesueur, 1945 y Little, 1962 (citados por Rzedowski, 1978), los pinares de *P. hartwegii*, *P. ayacahuite* y *P. pseudostrobus* representan comunidades climax. El bosque de *Abies* tiene su origen a partir de la biota que arribó por el lado norte del país. El bosque de *Alnus* o de *Aile* constituye una etapa sucesional para *Pinus* y principalmente *Abies religiosa*. El bosque de *Quercus* es el segundo tipo de vegetación representativo en el parque. En cuanto a los pastizales, se tienen los que son comunidades climax en las cimas de las cumbres más altas, los que son comunidades producto de una perturbación en el bosque original llamados pastizales antropógenos y forman parte del proceso de sucesión, y los que se encuentran en los valles donde las inundaciones son periódicas debido a una deficiencia en el drenaje.

Los pasos metodológicos para el OET son los siguientes:

- Se realizó la compilación de la cartografía temática ya existente para la zona de estudio, tomada del INEGI escala 1:50 000.
- Se procedió a definir la poligonal del ANP a partir de las coordenadas de los puntos de inflexión.
- Se llevó a cabo la digitalización, vectorización, georeferencia, poligonización, rasterización y reclasificación de los mapas base de vegetación y

uso del suelo, edafología, geología y asentamientos humanos.

- El mapa de pendientes se obtuvo a partir de los Modelos Digitales de Elevación (MDE) del INEGI a escala 1:50 000 en formato digital.
- Para la creación del mapa de pisos altitudinales fue necesario reclasificar el MDE
- Se utilizó una Imagen de satélite Landsat TM de julio del 2000, con el objeto de obtener el mapa de uso de suelo y vegetación época dos o actual. Ésta se georeferenció y se clasificó bajo el método supervisado.
- Con el objetivo de contar con información precisa se efectuaron verificaciones de campo estableciendo de forma aleatoria 30 sitios en los cuales se evaluó tipo de vegetación presente, tipo de suelo, pendiente, unidad fisiográfica y fauna. Haciendo las modificaciones correspondientes en las unidades cartográficas
- El establecimiento de las Unidades Geoecológicas se hizo mediante las bases cartográficas del SIG y las variables propuestas en la metodología planteada por la escuela cubana.
- Se determinaron las exigencias edafoclimáticas y topográficas de la vegetación presente en el área de estudio. Con la cual se determinaron los criterios, para la reclasificación del mapa de altitud, pendiente, geología, suelos y tipos de vegetación
- Se hizo la sobreposición de los mapas reclasificados, para obtener las unidades geoecológicas, las cuales se describieron de acuerdo a su tipología.
- Se desarrollaron diversos índices para determinar la fragilidad natural o estabilidad potencial natural, empleando la ecuación propuesta por Salinas (1997).

➤ Cálculo de la fragilidad natural o estabilidad potencial natural:

$$E_n = \frac{A + B + C + D + E + F}{TF}$$

F_n = Valor de la fragilidad natural. Este fue agrupado en rangos, quedando definidos tres niveles: estables (3), medianamente estables (2) e inestables (1).

TF = Total de factores.

A, B, C, D, E y F = Factores de diagnóstico.

Los factores fueron los siguientes:

♣ Factores de riesgo interno:

- Erosión potencial o susceptibilidad a la erosión de acuerdo al tipo de suelo (**A**), cualitativamente. Baja (3), Media (2) y Alta (1)
- Capacidad protectora de la cubierta vegetal (**B**), cualitativa. Máxima (3), Moderada (2) y Baja (1).
- Grado de inclinación de la pendiente (**C**). 0-30° Llana (3), 30-45° Media (2) y 45° Alta (1).
- Grado de compactación del sustrato rocoso (**D**), cualitativo. Compacto (1), Moderado (2) y Poco (3).

♣ Análisis de la estructura horizontal o imagen paisajística:

- Número de contornos.

Los componentes son las unidades de paisaje dentro del Área Natural Protegida, y los contornos son todas las divisiones que pueden existir de dichos componentes.

- El coeficiente de fraccionamiento paisajístico K (**E**)

Donde:

$$K = \frac{1}{N}$$

N = Número de contornos

K = Es la razón inversa del número de contornos con el área de estudio.

El fraccionamiento alto indica una gran cantidad de subdivisiones en la unidad y mayor complejidad. Para valores de K entre, 0.5-1 se considera la unidad poco fragmentada (1), entre 0.1-0.49 fraccionamiento medio (2) y menores de 0.1 muy fraccionada (3)

- Relación perímetro-área de las unidades (**F**)

Perímetro	Área	=	Característica	Valor
>	<	< 1	Muy vulnerable	1
=	=	1	Vulnerable	2
<	>	>1	Poco vulnerable	3

➤ Para el cálculo de la Fragilidad antrópica:

♣ Cálculo del coeficiente de transformación antropogénica KAN, basado en la fórmula de Shishenko (1988) citado por Del Risco (2002).

$$KAN = \sum_{i=1}^m \frac{r_i P_i Q}{100}$$

donde:

r = Rango de transformación antropogénica de los paisajes del tipo "i" de utilización

p = % del área afectada de la unidad

q = Índice de profundidad de transformación del paisaje

m = Tipos de utilidades presentes en la unidad

KAN = La carga a la que está sometida una unidad de paisaje.

A cada tipo de utilización de la naturaleza se le fija un determinado rango de transformación antropogénica (r). Se proponen los siguientes rangos:

	r
Conservación	1
Forestal	2
Turismo	3
Pastoreo	4
Cultivos agrícolas	5
Construcciones aisladas	6
Construcciones urbanas	7
Industria	8

El índice de profundidad de transformación del paisaje (q) se determina por método de experto y caracteriza el "peso" de cada uno de los tipos de utilización de la naturaleza en la transformación sumaria de la unidad paisajística dada. Se proponen los siguientes índices:

	q
Conservación	0.125
Forestal	0.250
Turismo	0.375
Pastoreo	0.500
Cultivos agrícolas	0.625
Construcciones aisladas	0.750
Construcciones urbanas	0.875
Industria	1.000

Las vías terrestres de comunicación fueron asumidas como construcciones urbanas porque para su construcción es talada la cobertura vegetal, nivelado el relieve, se compacta el suelo y se recubre con asfalto. Las zonas de población dispersa y próxima a poblados, así como construcciones agropecuarias (granjas), donde se nota raleo de la vegetación son consideradas como construcciones aisladas por ser focos puntuales, y no concentrados donde no se emplea asfalto, por lo que no

llegan a la magnitud de construcciones urbanas.

- En la evaluación de la sensibilidad para cada unidad geocológica, fue caracterizada con la combinación de la fragilidad potencial natural y fragilidad antrópica, a partir de la idea de que a mayor grado de inestabilidad potencial y a mayor grado de inestabilidad antrópica los paisajes son altamente sensibles.
- Se llevó a cabo el cálculo de la tasa de cambio en la cobertura vegetal, para lo cual se calculó la tasa de cambio utilizando la siguiente ecuación:

$$KAN = \sum_{i=1}^m \frac{r_i p_i q_i}{100}$$

donde:

X = Tasa de cambio de cobertura vegetal

A2 = Cobertura en el tiempo dos o sea en el 2000

A1 = Cobertura en el tiempo uno o sea en 1976

t2 = Año 2000

t1 = Año 1976

- Para conocer las condiciones socio-económicas de las localidades dentro del área del parque y de su zona de influencia, se obtuvieron los datos de población y sus características, por localidad para los municipios Chalco, Ixtapaluca, Tlalmanalco del Estado de México y Tlahuapan del estado de Puebla, del Censo Nacional de Población del 2000 en formato digital y para su comparación los de nivel nacional.
- Para el conocimiento de la biodiversidad, se realizó una base de datos en el programa Excel, de las especies, usos y localización a partir de la información encontrada en la bibliografía.
- Para la elaboración del mapa de aptitud de uso del suelo, se utilizó la evaluación multicriterio, primero se establecieron los criterios de aptitud y los pesos para cada criterio; para cada uno de los usos (los usos se basan en los que actualmente se practican en el Parque: conservación, forestal, pastoreo, agricultura, turístico-recreativo y urbano) y de acuerdo a estos criterios y sus pesos, a cada unidad geocológica se le atribuyó acorde a sus características, el uso o usos potenciales, teniendo en cuenta que al ser un área natural protegida su principal objetivo es conservar, por lo tanto este uso tiene un peso mayor que los otros. Los pesos fueron: conservación, forestal, pastoreo, agrícola, turístico-recreativo y urbano.
- De cada aptitud de uso se construyeron mapas booleanos, y después de acuerdo a la ponderación de uso, se estableció la aptitud ecológica principal de cada unidad, la cual se comparó con el uso actual y se obtuvo la compatibilidad de usos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de los mapas temáticos y datos estadísticos procesados analíticamente se detectaron inicialmente las siguientes situaciones que influyen directamente en la propuesta de ordenamiento: los asentamientos humanos provocan una fuerte presión sobre el parque principalmente en la ladera poniente, la alta densidad de caminos entre los que se encuentran las carreteras federal-libre y autopista México-Puebla, son el origen de fuertes perturbaciones en las zonas próximas a estos.

En el caso de la información hidrológica se puede apreciar que la red de afluentes intermitentes es muy extensa, que la precipitación en la zona está fuertemente influenciada por el macrosistema climático, pues los caudales de los ríos son abastecidos sólo en temporada de lluvia, por lo que tiene ciclos anuales. Estos hechos se confirman al analizar los tipos de clima. Así entonces, cualquier medida a desarrollarse sobre la restauración de la cubierta vegetal, como las propuestas de sistemas agroforestales alternativos deberán tomar en cuenta que en esta área la precipitación es abundante en una sola época del año y que cuenta con un periodo de sequías.

También se puede observar, que los flujos de energía y de materia en el parque son principalmente debidos al relieve del terreno, ya que el 74.87 % del área tiene pendientes de 5 a 30 ° de inclinación.

Conforme al mapa de vegetación, el parque se caracteriza por tener un bosque de pino en más del 50 % de su territorio, siendo este tipo de vegetación la que cobra mayor importancia económica y cultural para la zona, que a la vez tiene mayores conflictos para su conservación y aprovechamiento.

Del proceso de clasificación utilizado para generar las unidades geoecológicas, que se hizo a partir de las bases de datos cartográfico-estadísticas construidas para el sistema de información geográfica y la metodología propuesta por la escuela cubana, se encontró que el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas está conformado por 28 unidades geoecológicas o unidades de estudio (Cuadro 1 y Figura 1) sobre las que se llevó a cabo el diagnóstico y la propuesta de ordenamiento ecológico territorial. Este resultado indica que de acuerdo a la extensión del parque y el número de unidades obtenidas, no existe alta variabilidad en las características físicas en la zona de estudio.

En el Cuadro 2, se presentan los resultados obtenidos de los índices de fragilidad natural y fragilidad antrópica, así como sensibilidad y compatibilidad de uso del suelo, que se definieron para realizar la evaluación del recurso natural y humano de las unidades geoecológicas.

El índice de fragilidad natural, el cual valora la capacidad que tiene el medio natural para enfrentar agentes

de cambio, se encontró que el parque presenta un nivel de fragilidad natural media en 21 unidades geoecológicas. Esto indica que una superficie de 14,880.3 ha, que corresponde al 74.88 % del parque es susceptible a experimentar cambios en el sistema, que aunque son reversibles requiere de mucho tiempo y recurso para mantener este nivel o revertirlo. Las 7 unidades restantes que cubren una superficie de 4,992.8 ha y corresponden al 25.12 % presentan nivel de fragilidad bajo, por lo que no representan riesgo, ya que el sistema regenera rápidamente aun cuando existan impactos considerable.

El hecho de que predomine el nivel de fragilidad medio denota que se han presentado fenómenos de impacto que aunque no son severos, si son determinantes en las propuestas de ordenamiento, ya que como ANP se esperaría que las condiciones naturales presenten niveles de fragilidad bajos, para cumplir con su función.

En lo que se refiere al índice de fragilidad antrópica (KAN), sólo una unidad geoecológica (1.1.2.), tiene un alto grado de modificación, siendo ésta la que sustenta la localidad de Río Frío. Con un KAN medio se encontraron 9 unidades que corresponde a una superficie de 4,035.26 ha (20.31 %) del parque y 18 unidades con KAN bajo que cubre una superficie de 15,723.9 ha (79.12 %), por lo que se puede observar que el parque en la mayor parte aún conserva sus características naturales.

La evaluación del índice de sensibilidad que se obtuvo de la combinación de la fragilidad natural y antrópica, se observa que sólo la unidad geoecológica 1.1.2 es sensible y representa el 0.73 % de la superficie del parque, corresponde específicamente a la localidad de Río Frío. Así mismo se determinaron 8 unidades de paisaje moderadamente sensibles (19.58 % de la superficie), en tanto que el 79.69 % de la superficie del parque presenta poca y muy poca sensibilidad. Esto indica que el nivel de tecnogeneidad y de fragilidad natural media requieren de especial atención en las recomendaciones a estas unidades que se encuentran bajo riesgo, ya que cualquier aumento en la fragilidad antrópica las convierte en unidades sensibles. Con lo anterior se puede decir que el diagnóstico de la sensibilidad de los paisajes puede ser una medida para identificar las unidades prioritarias, en el momento del planteamiento de proyectos específicos para llevar a cabo el ordenamiento territorial

De acuerdo al análisis sobre el cambio de uso del suelo, se encontró que en general se mantuvo sin cambios la cobertura vegetal durante el periodo de 1977 a 2000, en tanto que las áreas sin vegetación, pasaron a ser zonas agrícolas de temporal y de asentamientos humanos rurales o urbanos. La cubierta vegetal que mejor se mantiene es la del bosque mixto (83.791 %), pastizal (77.167 %) y la de bosque de abies (77.131 %).

CUADRO 1. Descripción de unidades geocológicas

Unidad	Piso altitudinal	Fisiografía	Geología	Edafología	Vegetación y uso del suelo
1.1.1.	< 3000 msnm	Valle	Aluvi3n	97.15 % en Feozem	85.99 % Agricultura de Tempora
				2.85% en Fluvisol	13.47 % Pastizal
1.1.2.				100 % en Andosol	83.95 % Agricultura de Temporal
					11.70 % Pastizal
1.2.1.			Andesita	100 % en Feozem	69.94 % Bosque Perturbado
					69.94 % Bosque Perturbado
					26.40 % Agricultura de Temporal
					3.65 % Pastizal
1.2.2.				90.94 % en Andosol	71.22 % Bosque Mixto
				6.07 % en Regosol	13.21 % Bosque de Pino
				2.99 % en Cambisol	8.38 % Agricultura de Temporal
					7.19 % Pastizal
1.2.3.			68.35 % en Feozem	79.22 % Bosque de Pino	
				28.62 % en Andosol	13.36 % Pastizal
	3.03 % en Cambisol	7.42 % Bosque Mixto			
1.2.4.	59.68 % en Cambisol	44.03 % Bosque Mixto			
	40.32 % en Feozem	43.48 % Bosque de Pino			
			6.68 % Pastizal		
			5.43 % Agricultura de Temporal		
1.3.1.		98.68 % en Andosol	78.99 % Bosque Mixto		
	1.32 % en Cambisol	13.57 % Agricultura de Temporal			
		5.47 % Bosque de Pino			
		1.97 % Pastizal			
1.3.2.	Basalto	96.08 % en Feozem	100 % Agricultura de Temporal		
		3.92 % en Cambisol			
1.3.3.		43.94 % en Cambisol	56.81 % Agricultura de Temporal		
		35.46 % en Feozem	43.19 % Pastizal		
	20.61 % en Litosol				
1.3.4.		94.48 % en Cambisol	56.53 % Agricultura de Temporal		
		2.86 % en Litosol	22.65 % Bosque Perturbado		
		2.66 % en Feozem	20.82 % Pastizal		
1.4.1.	Pendiente media	Brecha sedimentaria	54.33 % en Feozem	59.07 % Agricultura de Temporal	
			33.14 % en Cambisol	19.37 % Bosque Mixto	
			7.35 % en Andosol	9.43 % Bosque Perturbado	
			5.18 % en Regosol	8.36 % Pastizal	
			2.79% Bosque de Pino		
			1 % sin vegetaci3n		
1.4.2.			89 % en Andosol	80.68 % Agricultura de Temporal	
			11 % en Cambisol	8.07 % Bosque de Pino	
				7.18 % Bosque Mixto	
				4.07 % Pastizal	
2.1.1.	3000 y 3700 msnm	Valle	Aluvi3n	100 % en Andosol	87.90 % Pastizal
2.1.2.				100 % en Andosol	94.64 % Agricultura de Temporal
					5.36 % Bosque de Pino
2.2.1.	Cimas	Andesita	100 % en Andosol	68.13 % Bosque de Pino	
				20.92 % Bosque Mixto	
				8.58 % Pastizal	
2.2.2.			96.93 % en Cambisol	81.09 % Bosque de Pino	
	3.07 % en Andosol	9.90 % Pastizal			
			6.66 % Bosque de Abies		
2.2.3.			100 % en Feozem	100 % Bosque de Pino	
2.3.1.	Pendiente Media	Andesita	66.22 % en Andosol	80.14 % Bosque de Pino	
			31.59 % en Cambisol	9.99 % Bosque Mixto	
			2.19 % en Feozem	8.01 % Bosque de Abies	

2.4.1.			Basalto	100 % en Andosol 13.22 % con Bosque Mixto	81.66 % Bosque de Pino 3.32 % Bosque de Abies 1.07 % Pastizal
2.5.1.	Valle		Brecha Sedimentaria	86.04 % en Andosol 13.96 % en Cambisol	69.04 % Agricultura de Temperatura 28.17 % Bosque de Pino 2.79 % Bosque de Abies
2.5.2.				71.05 % en Cambisol 28.95 % en Andosol	63.16 % Bosque de Pino 36.84 % Agricultura de Temporal
2.6.1.	Pendiente Media		Brecha Sedimentaria	100 % en Andosol	51.31 % Bosque de Pino 26.34 % Bosque de Abies 17.69 % Bosque Mixto 3.54 % Agricultura de temporal 1.11 % Pastizal
2.6.2.				59.17% en Andosol 40.83 % en Cambisol	46.60 % Bosque de Pino 37.50 % Agricultura de temporal 15.38 % Pastizal
3.1.1.	> 3700 msnm	Pendiente Media	Andesita	100 % en Cambisol 98.74 % en Litosol 1.26 % en Cambisol	100 % Bosque de Pino 81.74 % Pastizal
3.1.2.				100 % en Andosol	18.24 % Bosque de Pino
3.1.3.					100 % Bosque de Pino
4.1.1.	Cañadas y Acantilados		Andesita	42.59 % en Andosol 29.94 % en Cambisol 27.47 % en Feozem	53.71 % Bosque de Pino 23.28 % Bosque Mixto 15.90 % Bosque de Abies 6.79 % Pastizal
4.2.1.			Basalto	100 % en Andosol	58.41 % Bosque de Pino 32.58 % Bosque Mixto 9.01 % Bosque de Abies

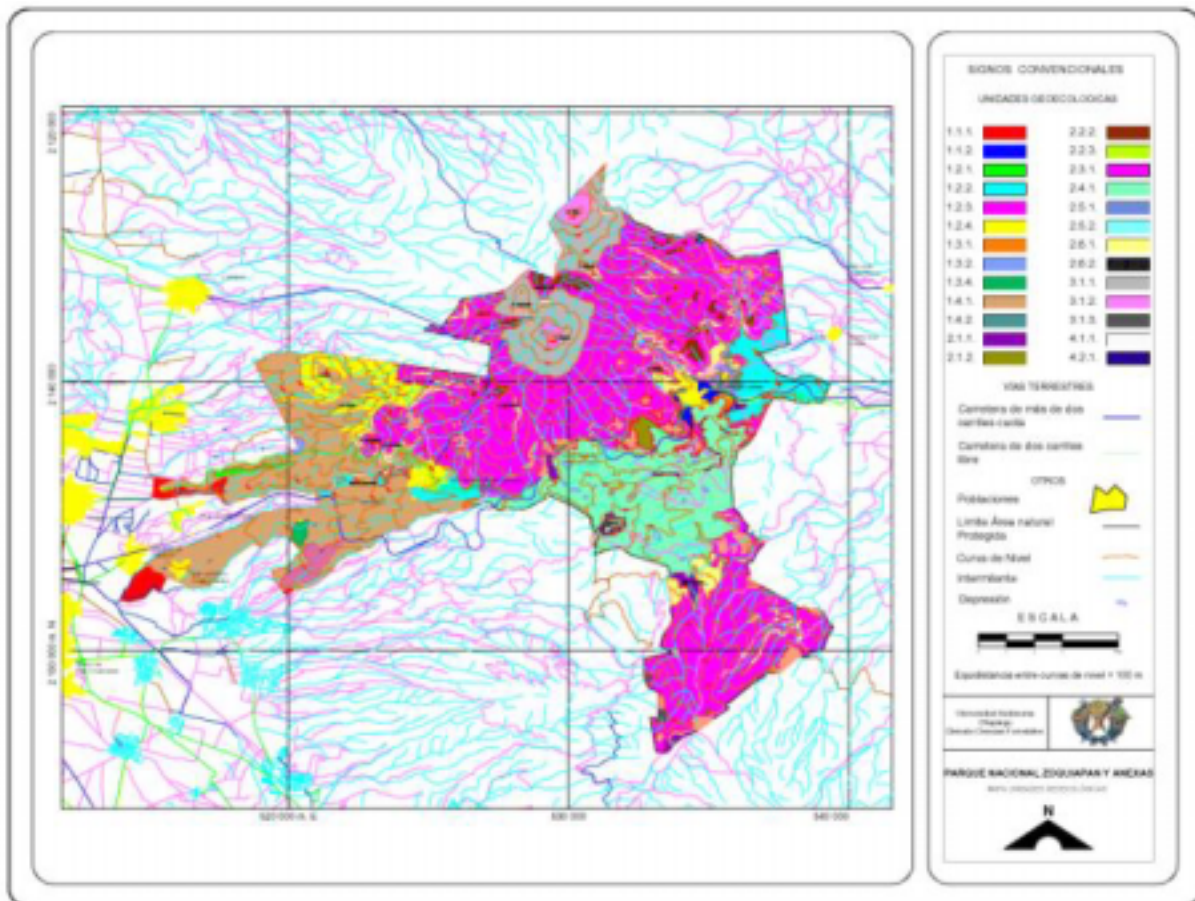


FIGURA 1. Mapa de unidades geológicas del Parque Nacional Zoquiapan.

Los porcentajes de deforestación son mayores en el Parque (bosque de pino 0.85 y bosque de Abies 1.28, en el periodo 1977-2000) que los reportados para todo el país por Velásquez *et al.* (2002) (bosque de coníferas 0.20, periodo 1976-2000); con lo que se refuerza el planteamiento que el estado actual de degradación que sufre el parque no es una cuestión aislada, sino es el reflejo de la política nacional sobre el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

Ejemplos que muestran el resultado del desequilibrio ambiental en el parque, es la presencia cada vez mayor de incendios no controlados. Durante el año de 1997 se registraron 65 incendios que afectaron 209.5 ha, de los cuales 169.5 ha fueron pastizales, 11 ha de hierba y arbustos y 19 ha de árboles de renuevo (SEMARNAP, 1997) lo que probablemente ocasionó cambios en la estructura de la vegetación. Así como las inundaciones en la zona lacustre poniente del parque, que a su vez son centros de población de alta densidad como la ocurrida el primero de junio del 2000, donde una lluvia en la zona alta de la montaña incrementó el caudal del Río "La Compañía" (desagüe natural de las microcuencas, ahora además, canal de aguas residuales), lo que provocó un incremento en la presión del agua, debilitando y fracturando las paredes del canal en el km 27+600 de la autopista México-Puebla (El Universal, junio 2000). Por lo que toda acción en pro de la recuperación de suelos, y de la cubierta vegetal beneficiaría no sólo a la población del parque sino la del área de influencia.

Del diagnóstico obtenido a partir de los índices de evaluación del medio natural y socioeconómico se generaron las propuestas de ordenamiento ecológico territorial del Parque Nacional Zoquiapan y Anexas, en el Cuadro 2 se presenta la tabla de decisión.

La tendencia antropogénica que se da en la zona, provoca el crecimiento desordenado de las áreas urbanas y rurales, disminución en las áreas agrícolas (0.96 % anual) que por abandono abren paso a otros tipos de ocupación del suelo que cada vez van ganando terreno como son; los pastizales (-1.38 % anual), bosques mixtos (-4.03 % anual), bosques perturbados (-1.05 % anual) y una mayor tasa de crecimiento de las zonas sin vegetación aparente o sea suelo descubierto (-3.08 % anual). Por lo que, el proceso de degradación del parque tiende principalmente a convertirse en zonas de desarrollo urbano-rural e improductivas; por lo que deberán establecerse claramente los límites del parque y de las áreas para el desarrollo urbano-rural, evitando así su establecimiento en otras zonas. Además que las acciones para proteger al suelo de la erosión, son indispensables y urgentes.

La dinámica de cambio se explica, el bosque de pino y abies está siendo modificado a otro tipo de bosque, principalmente a bosques mixtos, esto es que su composición florística en cuanto a especies arbóreas está siendo cam-

biada en su estructura. Los pastizales están convirtiéndose en zonas agrícolas principalmente. Los bosques perturbados o que son bosques producto de la reforestación con especies que no son de la zona, o que tienen pastizales dentro, han sido totalmente talados y convertidos en zonas agrícolas o de pastizal. Los bosques mixtos se han transformado a bosques perturbados. Las zonas agrícolas de temporal han sido modificadas a suelos rurales y a pastizales, esto último seguramente por abandono de tierras. Las áreas sin vegetación, fueron reincorporadas a zonas agrícolas y otras introducidas al medio rural y urbano. En estos casos la propuesta orienta en primer instancia a regular el manejo forestal que se da en la zona (lícito e ilícito) para que éste no transforme la estructura original del bosque. Las zonas que ya son agrícolas no aumenten sus fronteras a las de pastizal, pues ponen en peligro especies como el conejo llamado comúnmente teporingo o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*). Los bosques perturbados representan una cubierta al suelo por lo que de una u otra forma lo protegen de la erosión, no obstante es importante evitar que aumenten en área.

En cuanto a la situación socioeconómica del área de estudio, no dista mucho de las condiciones generales del país. La población total dentro del parque es de 14,083 habitantes de acuerdo al Censo Nacional de Población del año del 2000, siendo las localidades de mayor población Río Frío de Juárez (36.41 %), San Jerónimo Cuatro Vientos (30.04 %) y General Manuel Ávila Camacho (19.86 %) y que juntas representan el 86.31 % de la población del ANP. Estas poblaciones son del municipio de Ixtapaluca, Estado de México. El municipio de Chalco, México sólo participa con una localidad, Ejido San Marcos (29 hab.) y el municipio de Tlahuapan, Puebla, igual sólo con la localidad El Pipirin (102 hab.). El municipio de Tlalmanalco, México, no tiene localidades dentro del ANP. La densidad de población dentro del ANP es de 0.725 hab/ha.

Del total de la población del ANP el 53.86 % son mayores de 15 años, y de éstos sus características de grado escolar, alfabetismo, población ocupada en cada sector y salario coinciden en general con la media nacional, lo que quiere decir que se está hablando de localidades con condiciones medias igual a la nacional.

De acuerdo al análisis de las cartas de posibilidades de uso pecuario, agrícola y forestal del INEGI (1981 g, h, i) escala 1:250 000, en general se observa que el parque tiene un alto potencial de uso forestal, todo lo contrario para uso agrícola y pecuario para lo cual no es apto; de acuerdo a esto, la propuesta indica que un 79.68 % de la superficie del parque debe orientarse a la conservación y 17.68 % al aprovechamiento forestal. Esto se manifiesta por el impacto que ha sufrido el parque debido a la falta de programas de conservación y programas de manejo forestal sustentable, que han dado paso al claudinaje, al cambio en uso del suelo de foresta a pecuario, agrícola

CUADRO 2. Resultados de los índices de evaluación del medio natural y humano de las unidades geocológicas y Propuesta de Ordenamiento Ecológico Territorial para el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas.

Unidad geocológica	Erosión potencial, por tipo de suelo	Capacidad protectora de la cubierta vegetal	Vulnerabilidad de la relación perímetro-área	Coeficiente de fraccionamiento (K)*	Vulnerabilidad por el grado de inclinación de la pendiente	Vulnerabilidad por el grado de compactación del sustrato rocoso	Fragilidad natural **	Grado de modificación antrópica KAN	Sensibilidad	Compatibilidad de usos	Propuestas	
1.1.1	1.03	1.20	3.00	0.33	2	2.79	2	Media	2.98	Medio	Moderadamente sensibles tipo A. 100 % su uso actual que es agrícola.	Continuar con el uso principal (agricola), aumentar su productividad con prácticas conservacionistas, tales como sistemas agroforestales, fertilización orgánica. Y aunque tiene como aptitud secundaria el uso urbano, evitarlo para no reducir el área del Parque, si este es indispensable, realizar asentamientos de bajo impacto.
1.1.2	1.00	2.05	3.00	0.50	2	3.00	2	Media	5.12	Alto	Sensible tipo B	Continuar con el uso principal (pastoreo) en el caso que este sea, y para aumentar la productividad en el forraje, realizar prácticas que mejoren la calidad de los pastos. Para el uso urbano, en el Poblado Río Frio, delimitar los asentamientos. Como es un paraje que se puede usar para el arribo de turistas y esta zona no tiene compatibilidad ecoeficiente con este uso, se deben adoptar medidas rigurosas para su establecimiento.
1.2.1	1.00	1.07	3.00	1.00	3	2.87	2	Media	1.25	Bajo	Poco sensible tipo A	Mejorar la calidad del bosque para que este se convierta en un sistema rentable forestal, se puede apoyar en técnicas agroforestales.
1.2.2	1.02	2.67	2.70	0.10	2	2.91	2	Media	0.78	Bajo	Poco sensible tipo A	Continuar con el uso Forestal, debido a su cercanía a poblados y vías de comunicación, aunque esta servación con conservación, ya que su aptitud es de conservación. Y para el caso de los asentamientos humanos que la agricultura y debiera ser vaden, acatar políticas de crecimiento cero para la unidad geocológica.
1.2.3	1.04	3.00	3.00	0.50	3	2.88	3	Baja	0.67	Bajo	Muy poco sensible	El área cercana a la población km. 47 mantener con vigilancia para evitar ser talada, y la que esta en la elevación Cerro El Tejolote, mantener su estado ambiental para con servación del ecosistema.

1.2.4	1.30	2.89	3.00	1.00	3	2.86	2.92	3	Baja	0.60	Bajo	Muy poco sensible	Es compatible en un 100 % su uso actual que es Forestal-Conservación.	Continuar con el uso forestal, aplicar métodos conservacionistas, para evitar la degradación del medio.
1.3.1	1.02	2.84	3.00	0.25	2	2.91	2.86	2	Media	1.27	Bajo	Poco sensible tipo A	Es compatible en un 100 % su uso actual que es Forestal-Conservación.	Continuar con manejo forestal donde se este realizando, implementando prácticas conservacionistas. Para el caso de la unidad invadida por el poblado de Río Frio, limitar su crecimiento para que esta no se expanda.
1.3.2	1.01	1.00	3.00	1.00	3	2.71	2.26	2	Media	3.17	Medio	Moderadamente sensibles tipo A	Es compatible en un 100 % su uso actual que es Agrícola.	Continuar con su uso, hacer prácticas de control de erosión para evitar degradación del medio.
1.3.3	1.42	1.86	3.00	1.00	3	3.00	2.97	3	Baja	2.72	Medio	Poco sensible tipo B	Es compatible en un 100 % su uso actual que es Agrícola.	Continuar con su uso, hacer prácticas de control de erosión para evitar degradación del medio.
1.3.4	1.50	1.44	3.00	1.00	3	2.95	2.82	2	Media	2.60	Medio	Moderadamente sensibles tipo A	Es compatible en un 100 % su uso actual que es Agrícola.	Continuar con su uso, hacer prácticas de control de erosión para evitar degradación del medio.
1.4.1	1.20	1.34	3.00	0.50	3	2.92	1.90	2	Media	2.65	Medio	Moderadamente sensibles tipo A	Es incompatible en un 100% su uso actual que es Agrícola y su aptitud es Forestal	Ambiente muy degradado, con alta presión antropogénica, fragmentado por vías de comunicación. Con tiene la gran parte del poblado del km. 47, se debe promover su restauración a un ambiente boscoso, si no de conservación si de mitigación daños, ya que por sus características no es apto para ninguno de los usos que se le esta dando que son agrícola, urbano y pastoreo, la práctica forestal así mismo debe ser con téc manejada con técnicas conservacionistas.
1.4.2	1.08	1.47	3.00	0.33	2	3.00	2.00	2	Media	2.65	Medio	Moderadamente sensibles tipo A	Es incompatible en un 100 % su uso actual que es Agrícola y su aptitud es Fores	Ambiente con presión antropogénica fuerte, La zona agrícola debe aplicarse prácticas de control de la erosión, y para la unidad que queda dentro del poblado de Río Frio, debe acatar política de crecimiento cero, pues los asentamientos se encuentran en sustratos y pendientes no convenientes, por lo tanto de riesgo.
2.1.1	1.00	3.00	3.00	0.33	2	2.92	0.94	2	Media	1.92	Medio	Moderadamente sensibles tipo A	Es compatible sólo en un 25 % su uso actual que es Pastoreo, y el otro 75 % es incompatible con el Pastoreo que se practica, pues su	Recuperar áreas, los pastizales que se desarrollan en estos valles, son paisajes de importancia biológica, que además tienen un atractivo turístico, por lo que se recomienda limitar las zonas de pastoreo, detener la invasión por parte de

2.1.2	1,00	1,11	3,00	1,00	3	3,00	1,02	2	Media	3.03	Medio	Moderadamente sensibles tipo A	Es incompatible en un 100 % su uso actual que es Agrícola y su aptitud es Forestal	apitud es la de conservación.	asentamientos humanos como en el caso de Llano Grande, Dejar como espacios recreativos con control de acceso, para la no degradación del medio. Recuperar el área, con un sistema agroforestal.
2.2.1	1,00	2,99	2,55	0,01	1	2,96	2,90	2	Media	0.29	Bajo	Poco sensible tipo A	Es compatible en un 100% su uso actual que es Forestal-Conservación		Áreas conservadas, que debe mantenerse este uso, y sólo en los casos donde sea factible por el acceso, manejo forestal, pero este con prácticas conservacionistas.
2.2.2	1,47	2,98	2,58	0,03	1	2,99	2,99	2	Media	0.31	Bajo	Poco sensible tipo A	Es compatible en un 100 % su uso actual que es Forestal-Conservación		Áreas conservadas, que debe mantenerse este uso, y sólo en los casos donde sea factible por el acceso, manejo forestal, pero este con prácticas conservacionistas.
2.2.3	1,00	3,00	2,00	1,00	3	3,00	3,00	3	Baja	0.13	Bajo	Muy poco sensible	Es compatible en un 100 % su uso actual que es Forestal-Conservación		Área conservada, que debe mantenerse este uso.
2.3.1	1,02	2,95	2,58	0,08	1	2,93	2,94	2	Media	0.16	Bajo	Poco sensible tipo A	Es compatible en un 100 % su uso actual que es Forestal-Conservación		Deberá promoverse en todo momento su uso conservacionista, y en el caso de zonas donde se pueda tener acceso a los terrenos, se puede hacer uso forestal, dejando claro que este debe llevar todo un plan de manejo forestal, para no degradar el ambiente.
2.4.1	1,40	1,99	3,00	0,50	3	2,93	2,93	3	Baja	0.21	Bajo	Muy poco sensible	Es compatible en un 100 % su uso actual que es Forestal		Para aquellas áreas con fácil acceso se debe desarrollar el plan de manejo forestal de tipo conservacionista, y librar del manejo forestal a aquellas zonas que estén bien conservadas.
2.5.1	1,01	2,78	2,22	0,11	2	3,00	2,00	2	Media	2.20	Medio	Moderadamente sensibles tipo A	Es compatible solo en un 30 % con el uso Forestal-Conservación e incompatible en un 70 % el uso actual agrícola con la aptitud		Para aquella unidad con uso actual agrícola, modificarlo a un uso agroforestal, y para las que están aisladas lejanas a caminos para conservación de los bosques de Pino y Abies, y para las que tienen manejo actual forestal, continuar forestal con el pero establecer plan de manejo de tipo conservacionista.
2.5.2	1,38	2,07	2,50	0,50	3	3,00	2,03	2	Media	1.27	Bajo	Poco sensible tipo A	Es compatible en un 100 % para donde se hace uso		El polígono que tiene como uso la agricultura, continuar con ella, pero modificarla a un sistema agroforestal.

2.6.1	1,04	2,45	2,80	0,20	2	2,92	1,98	2	Media	1.04	Bajo	Poco sensible tipo A	Es compatible en un 49 % donde se hace uso Forestal-Conservación, pero incompatible en un 51 % de su área donde se realiza agricultura y la aptitud es forestal además de donde su uso es forestal-urbano y su aptitud es de conservación.	Forestal-Conservación, así como para donde se practica la agricultura	tal, y para el que tiene uso Forestal-Conservación, hacer prácticas de manejo forestal tipo conservaciónista.
2.6.2	1,27	3,00	3,00	1,00	3	2,61	1,46	2	Media	1.60	Bajo	Poco sensible tipo A	Es incompatible en un 100 % su uso actual es Forestal y su aptitud es de conservación	Llevar la práctica agrícola y forestal a un sistema agroforestal, y las zonas con bosques conservados mantener este estado.	Zonas de conservación.
3.1.1	1,50	3,00	3,00	0,50	3	2,92	2,92	3	Baja	0.13	Bajo	Muy poco sensible	Es compatible en un 100 % en su uso Forestal-Conservación	Zonas de conservación, aunque hay un mínimo uso turístico-recreativo, este debe tomarse en cuenta y establecer senderos de acceso para evitar la degradación de estas cimas.	Zonas de conservación, aunque hay un mínimo uso turístico-recreativo, este debe tomarse en cuenta y establecer senderos de acceso para evitar la degradación de estas cimas.
3.1.2	2,00	3,00	3,00	0,50	3	2,87	2,87	3	Baja	0.13	Bajo	Muy poco sensible	Es compatible en un 100 % en su uso Conservación	Zonas de conservación, aunque hay un mínimo uso turístico-recreativo, este debe tomarse en cuenta y establecer senderos de acceso para evitar la degradación de estas cimas.	Zonas de conservación, aunque hay un mínimo uso turístico-recreativo, este debe tomarse en cuenta y establecer senderos de acceso para evitar la degradación de estas cimas.
3.1.3	1,00	3,00	3,00	0,33	2	2,85	2,68	2	Media	0.13	Bajo	Poco sensible tipo A	Es compatible en un 100 % en su uso Conservación	Zonas de conservación, aunque hay un mínimo uso turístico-recreativo, este debe tomarse en cuenta y establecer senderos de acceso para evitar la degradación de estas cimas.	Zonas de conservación, aunque hay un mínimo uso turístico-recreativo, este debe tomarse en cuenta y establecer senderos de acceso para evitar la degradación de estas cimas.
4.1.1	1,24	3,00	2,51	0,03	1	2,27	2,88	2	Media	0.13	Bajo	Poco sensible tipo A	Es compatible en un 100 % en su uso Forestal-Conservación	Por ser unidades con alto grado de fragilidad del sustrato y por tener pendiente muy pronunciada, se recomienda que aunque tengan aptitud para el manejo forestal, este debe ser restringido, y enfocarse a conservación.	Zonas de conservación.
4.2.1	1,00	3,00	2,50	0,17	2	2,27	2,97	2	Media	0.13	Bajo	Poco sensible tipo A	Es compatible en un 100 % en su uso Conservación	Zonas de conservación.	Zonas de conservación.

Nota: * Razón inversa del número de contornos con el área de estudio: 0.5 a 1 poco fragmentada (1), 0.1 a 0.49 fraccionamiento medio (2), < a 0.1 muy fraccionadas (3) hay mayor complejidad. ** De 0 a 1 tienen una estabilidad baja o inestabilidad, de 1 a 2 media y de 2 a 3 alta

y urbano, lo que pone en riesgo su función de Área Natural Protegida

CONCLUSIONES

El Parque Nacional Zoquiapan y Anexas, representa un sistema de montaña, dentro de la llamada Sierra Nevada, que tiene escurrimientos pluviales a la cuenca cerrada del Valle de México al poniente y al oriente a la cuenca del Río Atoyac; y por ello su importancia de conservación, al ser un área de captación de agua para los mantos acuíferos para la ciudad de México y Puebla. Existe una fuerte tasa de transformación de la vegetación original a pastizales inducidos, bosques de encino y aile, zonas agrícolas de temporal, zonas urbanas y zonas desprovistas de vegetación. Con lo que podemos observar que existe no sólo una presión natural sobre los bosques de pino y abies, sino también antropogénica. De acuerdo al análisis de biodiversidad de flora y fauna encontramos que se tienen en la fauna, 1 especie en peligro de extinción, 2 en la categoría de rara, 3 en protección especial y 4 como amenazadas. Además que existen diversas especies de flora con usos alternativos para su aprovechamiento.

En cuanto a la población dentro del ANP, se caracteriza por el predominio de población rural con una alta dispersión. Con tres centros de población importantes Río Frío, Gral. Manuel Ávila Camacho, y Cuatro Vientos, este último desarrollo urbano de alta densidad.

Para el parque se reconocieron 28 unidades geocológicas, las cuales se diferencian entre sí por sus características de piso altitudinal, grado de pendiente, tipo de vegetación y uso del suelo, así como tipo de suelo.

Los fuertes procesos de modificación y degradación de los paisajes están asociados con la tala del bosque, para su extracción básicamente de madera, para el desarrollo de la agricultura en condiciones de subsistencia, el desarrollo de asentamientos urbanos como por ejemplo el de Cuatro Vientos y la apertura de áreas al pastoreo.

La evaluación del potencial de los paisajes permite afirmar que el territorio debe poner mayor atención en la conservación de aquellos geosistemas que han sido utilizados racionalmente y que tienen valores ecológicos y económicos representativos. Así como de restaurar aquellos en donde es necesario revertir los problemas ambientales, como es la recuperación de tierras no productivas, abandonadas por la agricultura, o que fueron taladas y ahora tienen baja productividad agrícola y forestal, además de aquellas que fueron transformadas a pastizales.

En el caso de los paisajes con aptitud para el aprovechamiento forestal, se deben establecer planes de manejo que aumenten su productividad y que al mismo

tiempo frenen y disminuyan la tasa de degradación ambiental.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, B. C. 1978. Evaluación del efecto erosivo de las quemadas controladas prescritas. UACH. Departamento de Bosques.
- BARREDO, J. I. C. 1996. Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. RAMA, Madrid. 265 p.
- BLANCO, Z. S.; CEVALLOS, G. G.; GALINDO, C. L.; MASS, J. M. M.; PATRÓN, R. S.; PESCADOR, A.; SUÁREZ, A. I. G. 1981. Ecología de la estación experimental Zoquiapan (Descripción general, Vegetación y Fauna). UACH – Departamento de Bosques, México. 115 p.
- CARRANDI, N. L. G.; LAVIN, M. M.; THOME, P. O., VARGAS, R. M. 1979. Estudio autoecológico de la población de *Abies religiosa* en el Parque Nacional Zoquiapan, Estado de México. Inédito. Biblioteca INIF, SARH, México.
- CONSEJO ESTATAL DE ECOLOGÍA-ESTADO DE HIDALGO, 2001. Síntesis del Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo. SEMARNAT, México. 60 p.
- DAVIS, W. B.; FOLLANSBEE, L. A. 1945. The mexican volcano mouse, *Neotomodon*. Jour. Mamm. 26 (4): 401-411.
- DEL RISCO, Y. Y. 2002. Diagnóstico ambiental y aproximado al ordenamiento geocológico de "Escaleras de Jaruco" Tesis en opción al título de master en Geografía, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial. Universidad de la Habana, Facultad de Geografía. La Habana Cuba.
- DIARIO OFICIAL, 1837. Decreto que declara Parque Nacional, los terrenos de la hacienda Zoquiapan y Anexas que han estado a cargo del Banco Nacional de Crédito Agrícola. Diario Oficial, Sección Primera Tomo CI Num. 12 p 9.
- FITZPATRICK, E. A. 1993. Suelos, su formación, clasificación y distribución. Compañía editorial Continental, México. 430p.
- FRANCO, M.; BURQUEZ, A. 1981. Guía botánico-ecológica del Parque Nacional Zoquiapan. Guías botánicas de excursiones en México. Soc. Bot. Méx. Vol. IV: 21-61.
- INE. 1997. Documento preparado por la Unidad Coordinadora de Áreas Naturales Protegidas del INE (No publicado).
- IINEGI. 1981b. Carta Estatal de climas escala 1: 500 000. Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de México.
- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE, 1997. México. 205 p.
- LEET, J. D.; JUDSON, S. 1990. Fundamentos de geología física. Limusa. 455 p.
- LUNA, S. B. 1998. Ordenamiento ecológico en la cuenca del Río Texcoco (una propuesta metodológica). Tesis licenciatura, Ingeniero en Planeación y Manejo de los Recursos
- NATURALES RENOVABLES. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos. 129 p.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-Ecol-1994. Diario Oficial de la Federación, t. CDLXXXVIII, núm. 10, 16 de mayo de 1994. México.
- OBIETA, O. M. C.; SARUKHAN, J. 1981. Estructura y composición de la vegetación herbácea de un bosque uniespecífico de *Pinus hartwegii*, I. Estructura y composición florística: Bol. Soc. Bot. Méx. 41: 75-125 p.

- OBIETA, O. M. C. 1977. Estructura y composición de la vegetación herbácea de un bosque uniespecífico de *Pinus hartwegii*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias UNAM. México.
- REY, C. J. A. 1975. Estudio de suelos de la Estación de Enseñanza, Investigación y Servicios Forestales de Zoquiapan. Información Técnica de Bosques 1(4): 64 pp U.A.Ch., Chapingo, México.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México.
- SALINAS, E. C. 1997. Planificación ambiental y ordenamiento geoecológico. En: Memorias del II Taller sobre Ordenamiento Geoecológico de los paisajes, la Habana, Cuba. Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana.
- SPP. 1983a. Carta Hidrológica de aguas superficiales escala 1: 250 000 Ciudad de México E-14-2.
- SPP. 1983b. Carta Topográfica escala 1: 250 000 Ciudad de México E-14-2.
- SZÉKELY, A. 1994. Protección legal a la biodiversidad en México. Conabio. México
- VÁZQUEZ, M. A. R. 1998. La Utilización de las áreas naturales protegidas en México como una alternativa de desarrollo (Estudio de caso: Parque Nacional Zoquiapan y Anexas). Tesis de licenciatura. Planificación para el desarrollo agropecuario. UNAM-ENEP Aragón. 116 p.
- VILLA, R. B. 1953. Mamíferos silvestres del Valle de México. Anales Inst. Biol. UNAM. México, 23:269-492.
- ZAVALA, CH. F. 1984. Sinecología de la vegetación de la Estación Experimental e Investigación Forestal Zoquiapan, Estado de México y Puebla. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. División de Ciencias y Humanidades, Escuela de Biología. Morelia Michoacán. 164 p.