

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y Letras

Instituto de Geografía

**Diagnóstico integrado para el Ordenamiento Ecológico
Territorial del Parque Nacional Nevado de Toluca, Estado
de México.**

TESIS

**Que para obtener el Grado de Maestra en Geografía (Evaluación y
Conservación de Recursos Naturales)**

Presenta:

María Eugenia Valdez Pérez

Directora de Tesis: Dra. Teresa de Jesús Reyna Trujillo

Directora Externa: Mtra. Patricia Mireles Lezama

Noviembre de 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por el financiamiento recibido para el desarrollo del proyecto de investigación "Estimación de la Captura de Carbono en el Parque Nacional Nevado de Toluca", con clave 37022-V, del que se generó parte de la información contenida en este trabajo.
Coordinado por el Dr. Sergio Franco Maass.

A la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), por el financiamiento del proyecto "Plan de Manejo Forestal Sustentable del Parque Nacional Nevado de Toluca", con clave 2028/2005, registrado en la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados.

A Paty Mireles por su apoyo a lo largo de este trabajo y porque ha sido un soporte importante en mi vida académica.

A Armando Reyes por sus aportaciones en este proyecto y por lo divertido que ha sido su compañía.

Al Mtro. Jesús Pastor por su apoyo en el análisis de muestras de agua.

A los alumnos de la licenciatura en Ciencias Ambientales por su participación como prestadores de servicio social o como tesisistas.

DEDICATORIA

Para mi familia, como muestra de que las cosas suceden no sólo con desearlo, si no por medio del esfuerzo y dedicación se alcanzan las metas.

Para mis amigos que han estado conmigo en las buenas y en las malas, a los que me acompañaron en una etapa de mi vida y ya no están; y a los siguen a mi lado, apoyándome.

Para mis maestros, los que realmente me dejaron huella, y no sólo los que me acercaron a la academia, sino también a los que me enseñaron a vivir.

Para los que han estado cerca de mí, aunque no como confidentes, pero sí como compañeros, que me demostraron lealtad, confianza y cariño.

INDICE

	Página
Introducción	I
Justificación	III
Objetivos	III
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL	
1.1. MARCO TEÓRICO	
1.1.1. Teoría de Sistemas	1
1.1.2. Teoría de Sistemas, paisajes y cuencas hidrográficas	3
1.1.3. Teoría de Sistemas en el Ordenamiento Territorial	5
1.1.4. Ordenamiento Territorial y Ordenamiento Ecológico	6
1.1.5. Ordenamiento Ecológico en Áreas Naturales Protegidas	10
1.1.6. Áreas Naturales Protegidas en México	11
1.2. MARCO METODOLÓGICO	
1.2.1. SEMARNAP-INE	14
1.2.2. Pujadas y Font	15
1.2.3. Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia	16
1.2.4. Gómez Orea	17
CAPÍTULO II. MARCO JURÍDICO-ADMINISTRATIVO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL	
2.1. LA GESTIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO	19
2.2. MARCO JURÍDICO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO	22
2.2.1. Ámbito Federal	22
2.2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	22
2.2.1.2. Ley Agraria	24
2.2.1.3. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	24
2.2.1.4. Ley de Aguas Nacionales	26
2.2.1.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	28
2.2.2. Ámbito estatal	31
2.2.2.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México	31

2.2.2.2. Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México	31
2.2.2.3. Ley Agrícola y Forestal del Estado de México	33
2.2.2.4. Código administrativo del Estado de México	34
2.2.2.4.1. Libro Cuarto. De la conservación ecológica y protección al ambiente.	34
2.2.2.4.2. Libro Noveno. del fomento y desarrollo agropecuario, acuícola y forestal	34
2.3. MARCO ADMINISTRATIVO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO	
2.3.1. Ámbito Federal	36
2.3.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006	36
2.3.1.2. Programa Estratégico Forestal para México 2025	36
2.3.1.3. Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006	38
2.3.1.4. Programa Nacional Forestal 2001-2006	39
2.3.1.5. Programa de trabajo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas 2001-2006	40
2.3.1.6. Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio	40
2.3.2. Ámbito Estatal	41
2.3.2.1. Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011	41
2.3.2.2. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 1999	42
CAPÍTULO III. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA	
3.1 DIAGNÓSTICO	46
3.1.1. Generación de Información Base	46
3.1.1.1. Subsistema natural	46
a) Fisiografía	47
b) Clima	48
c) Modelo Digital del Terreno	48
d) Geología	49
e) Geomorfología	49
e.1) Densidad de la disección	50
e.2) Energía del relieve	50

f) Edafología	51
g) Hidrología	52
h) Uso de suelo y Vegetación	53
i) Fauna	53
3.1.1.2. Subsistema social	53
a) Población total y ubicación espacial de las localidades	54
b) Crecimiento demográfico	54
c) Características de la vivienda	54
3.1.1.3. Subsistema productivo	54
a) Tenencia de la Tierra	55
b) Cambios de uso de suelo	55
c) Actividades económicas y Población económicamente activa por sector	55
d) Infraestructura productiva	55
3.1.2. Análisis Territorial	56
3.1.2.1. Unidades de paisaje: Cuencas hidrográficas	56
3.1.2.2. Disponibilidad y calidad de agua superficial	57
3.1.2.3. Dinámica de la población	61
3.1.2.4. Índice de dependencia económica	61
3.1.2.5. Especialización económica	62
3.1.2.6. Índice de suficiencia vial	62
3.1.2.7. Nivel de bienestar de la población	63
3.1.3. Diagnóstico integrado	
3.1. 3.1. Calidad ambiental de los recursos naturales	63
3.1. 3.2. Fragilidad ambiental	63
3.1. 3.3. Amenazas de origen natural	64
3.1. 3.4. Índice de concentración de la población	64
3.1. 3.5. Índice de ruralidad	64
3.1. 3.6. Capacidad de carga o resiliencia del Parque Nacional Nevado de Toluca	65
3.2. PROSPECTIVA	66
3.3. PROPUESTA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL	66

CAPÍTULO IV. DIAGNÓSTICO INTEGRADO DEL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA	
4.1. DIAGNÓSTICO	
4.1.1. Subsistema Natural	67
a) Fisiografía	67
b) Clima	67
c) Modelo Digital del Terreno	69
d) Geología	72
e) Geomorfología	77
e.1) Densidad de la disección	84
e.2) Energía del Relieve	86
f) Edafología	88
g) Hidrología	95
h) Uso de suelo y Vegetación	98
i) Fauna	100
4.1.2. Subsistema social	101
a) Población total y ubicación espacial de las localidades	101
b) Crecimiento demográfico	104
c) Características de la vivienda	109
4.1.3. Subsistema productivo	111
a) Tenencia de la Tierra	111
b) Cambios de uso de suelo	113
c) Actividades económicas y Población económicamente activa por sector	114
d) Infraestructura productiva y de comunicaciones	115
4.2. ANÁLISIS TERRITORIAL	118
4.3. DIAGNÓSTICO INTEGRADO	136
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	146
BIBLIOGRAFÍA	158
ANEXOS	167

Índice de cuadros

1. Ordenamiento Territorial, Ecológico y de los Asentamientos Humanos	8
2. Propuesta Metodológica para un Ordenamiento en Áreas Naturales Protegidas	45
3. Información cartográfica base para el análisis territorial del subsistema natural.	47
4. Información base para el análisis territorial del subsistema social.	53
5. Información base para el análisis territorial del subsistema productivo.	54
6. Metodologías empleadas para el análisis de las muestras de agua	59
7. Leyenda de la carta geológica	74
8. Evolución volcánica del Nevado de Toluca	79
9. Leyenda fisiográfica-edáfica del mapa edafológico del PNNT	89
10. Caracterización general de las microcuencas	96
11. Criterios de fragilidad ambiental	137
12. Capacidad de carga por microcuenca	144

Índice de Tablas

1. Áreas Naturales Protegidas en México	12
2. Parámetros, aplicación y límites para los análisis de aguas	60
3. Temperatura y precipitación en las estaciones meteorológicas del PNNT	69
4. Nevadas en el PNNT	69
5. Unidades edáficas del PNNT con áreas y porcentaje que ocupan	94
6. Cobertura de los usos del suelo y vegetación en el PNNT (2000)	98
7. Número de localidades en el PNNT (1970-2005)	101
8. Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1970-1980	104
9. Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1980-1990	105
10. Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1990-2000	107
11. Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 2000-2005	108
12. Características de la vivienda del PNNT 2005	111
13. Cobertura de los usos del suelo y vegetación en el PNNT (2000)	113
14. Comunicaciones en el PNNT	115
15. Coeficiente de especialización económica del PNNT 1990	134
16. Coeficiente de especialización económica del PNNT 2000	134
17. Coeficiente de fragilidad ambiental	138
18. Información para el cálculo del índice de concentración de la población	142
19. Información para el cálculo del índice de ruralidad	143

Índice de mapas

1. Climas	68
2. Hipsometría	70
3. Pendientes	71
4. Sistemas de Fallas	75
5. Geología	76
6. Geomorfología	80
7. Densidad de la Disección	85
8. Energía del Relieve	87
9. Edafología	91
10. Cuencas y red hidrológica	97
11. Uso actual del suelo	99
12. Ubicación de localidades	103
13. Tenencia de la Tierra	112
14. Vías de comunicación	117
15. Calidad del agua por microcuencas	133
16. Fragilidad ambiental	139
17. Amenazas de origen natural	141

Índice de figuras

1. Localización del Parque Nacional Nevado de Toluca (división municipal)	I
2. Volumen en $m^3/\text{seg} = \text{área} (m^2) \times \text{velocidad} (m/s)$	58
3. Sistema de fallas asociado al PNNT	77
4. Porcentaje que ocupan las catorce unidades edáficas del PNNT	95
5. Población total por localidad en el PNNT (1970-2005)	102
6. Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1970-1980	105
7. Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1980-1990	106
8. Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1990-2000	106
9. Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 2000-2005	109
10. Servicios a la vivienda en el PNNT 1970-2005	110
11. Relación PEA ocupada con respecto a la población total en el PNNT 1970-2000	114
12. Población económicamente activa ocupada por sector en el PNNT 1970-2000	115

INTRODUCCIÓN

Problemática del Parque Nacional Nevado de Toluca

El 15 de enero de 1936, siendo el presidente constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, el Lic. Lázaro Cárdenas del Río, se decreta el Parque Nacional "Nevado de Toluca" (PNNT), considerando que es una montaña majestuosa dentro del territorio nacional, que es necesario proteger contra la degradación, para garantizar la regulación climática de la región, así como asegurar el abastecimiento de agua para consumo humano, la agricultura y la industria; además que la flora y fauna forman un atractivo para el desarrollo del turismo, se declara Parque Nacional con el objetivo de conservación perenne de la flora y fauna comarcanas, cuyos límites están fijados por la cota 3 000 metros sobre el nivel medio del mar, incluyendo en dicho parque una porción de terreno destinada a constituir la Reserva Forestal Nacional (SEMARNAP, et al, 2000).

El 10 de febrero de 1937, se reforma el decreto de creación del Parque Nacional Nevado de Toluca en lo que se refiere al artículo segundo, donde se establecen los límites de la porción destinada a constituir la "Reserva Forestal Nacional" "...limitada por el Norte, del Cerro de las Palomas a la ranchería de Agua Blanca; por el Este, de la ranchería de Agua Blanca a la Cruz del Escapulario; por el Sur, de la Cruz del Escapulario, el Arenal y de allí al Llano del Tejón; por el Oeste, del Llano del Tejón al cerro de Las Palomas que se tomó como punto de partida" (Op cit, 2000:340).

El Parque está delimitado siguiendo la cota de los 3 000 metros sobre el nivel medio del mar, cuenta con una superficie de 51 000 hectáreas, localizado entre 18°51'31" y 19°19'03" de latitud norte, y entre 99°38'54" y 100°09'58" de longitud oeste, en el Estado de México, abarcando los municipios de Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Victoria, Villa Guerrero y Zinacantepec (CONABIO, 2004).

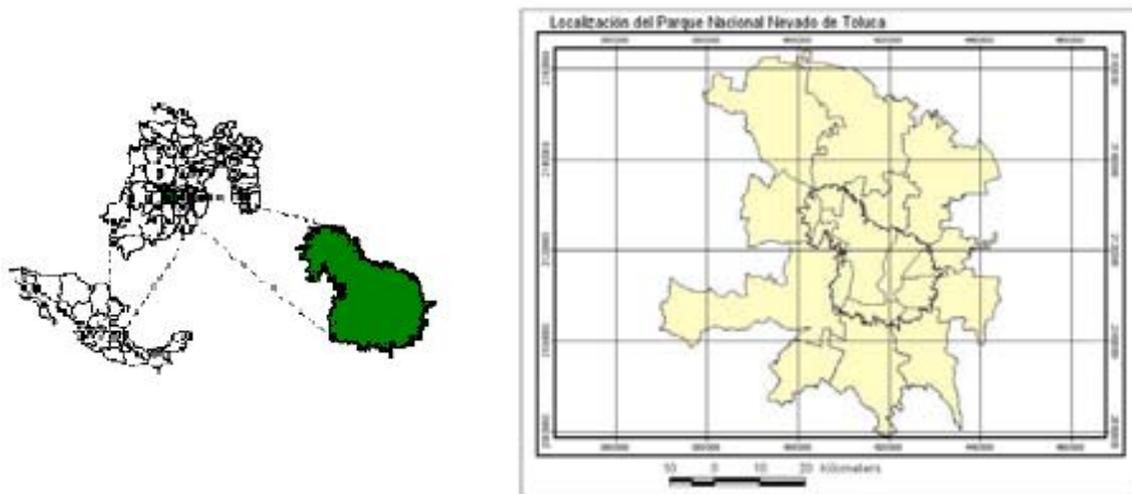


Figura 1. Localización del Parque Nacional Nevado de Toluca. Elaboración propia se acuerdo con Ávila (2008).

El Nevado de Toluca, es un Volcán inactivo, localizado al SW de la Ciudad de Toluca, capital del Estado de México, forma parte de la Sierra Volcánica Transversal, es la cuarta montaña más alta de México, con un rango de altitud entre 3 000 y 4 680 msnm (Soberón, 2002).

Forma parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales, aunque su administración fue transferida en 1995 al Gobierno del Estado de México, quien a su vez la cedió a la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna de la entonces Secretaría de Ecología. En el convenio de transferencia se aclara que los trabajadores de la SEMARNAP-INE, continuarán apoyando al Gobierno del Estado de México (SEMARNAP, 1995).

El parque representa una de las fuentes más importantes de servicios ambientales para el Valle de Toluca, tales como: calidad al aire y del agua, mantenimiento de la biodiversidad, regulación de mecanismos de control biológico, provisión de biomasa y captación de agua. A pesar de su relevancia como generador de servicios ambientales, y de su papel como parteaguas de dos de las cuencas hidrológicas más importantes de nuestro país, el parque carece de una caracterización integral, a una escala adecuada, que permita la estimación de dichos servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas naturales. En consecuencia, a la fecha resulta difícil establecer acciones de manejo que estén fundamentadas en su función ambiental desde el punto de vista del valor de uso de sus ecosistemas forestales (Franco y Rodríguez, 2003).

Los ecosistemas forestales del PNNT desempeñan importantes funciones de regulación como: mitigación de desbordamientos e inundaciones, estabilización del clima, control de la erosión, entre otros y de producción como la captación de agua y la captura de carbono. Dichos ecosistemas, sin embargo, presentan serios problemas, entre los que destacan: la pérdida de la cubierta forestal como resultado de apertura de zonas agrícolas y de pastoreo; la disminución de la densidad del arbolado y el deterioro de la biodiversidad genética como consecuencia de la explotación de los recursos forestales; el deterioro de los ecosistemas y la introducción de especies no nativas como consecuencia de una falta de gestión forestal sustentable (Op cit, 2003).

Dentro de los principales aspectos que inciden en esta problemática se cuentan, el incesante crecimiento de la población regional que de acuerdo con el INEGI (2000), la población directamente vinculada al PNNT rebasaba los 80 000 habitantes; la situación compleja de la tenencia de la tierra; la falta de ejecución del decreto de 1936 ha limitado seriamente toda acción de conservación; la práctica de actividades agropecuarias, la apertura de nuevas zonas de cultivo impide la recuperación de la vegetación natural y está provocando serios procesos de deterioro del suelo; los incendios forestales provocados como mecanismo para la apertura y mantenimiento de zonas de pastoreo; la explotación de los recursos naturales como: la extracción de tierra; el reencauzamiento y sobreexplotación de escurrimientos superficiales y la extracción de madera y otras especies vegetales (Op cit, 2003).

Parte de la información incluida en este trabajo se generó a través de los proyectos de investigación: "Estimación de la Captura de Carbono en el Parque Nacional Nevado de Toluca", con clave 37 022-V, financiado por CONACYT, y "Plan de Manejo Forestal Sustentable del Parque Nacional Nevado de Toluca", con clave 2028/2005, financiado por la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados, de la Universidad Autónoma del Estado de México.

JUSTIFICACIÓN

Un ordenamiento ecológico territorial requiere conocer con precisión los recursos naturales, sociales y económicos con que cuenta el PNNT, así como identificar su disponibilidad, sus formas de uso, manejo y la presión que ejerce la población que depende del parque.

El diagnóstico es una síntesis espacial y una jerarquización de la que se podrá partir para explicar la estructura espacial y su dinámica a partir de una integración y análisis situacional, de frente a las opciones de desarrollo territorial. Los resultados de éste podrán dirigir la fase de la propuesta en la que se incluyen las estrategias, políticas y acciones que regularán el uso de la tierra y; que compatibilizarán las actividades económicas, con el desarrollo sustentable.

Contar con un ordenamiento no garantiza el uso racional de los recursos, sino se integran todos los actores políticos y sociales que dependen de manera directa o indirecta del parque, incluyendo los servicios ambientales, los beneficios económicos por la explotación de algunos de sus recursos naturales y la protección de los mismos a largo plazo.

Con este diagnóstico será posible realizar una propuesta de Ordenamiento Ecológico que defina claramente donde realizar reforestaciones y con que especie, en función de los requerimientos de cada una de las que predominan en el PNNT.

Generar la información básica necesaria para realizar un diagnóstico que sirva de base para el ordenamiento de un Área Natural Protegida, no es tarea fácil y requiere de tiempo y capital para ello, por lo anterior el presente trabajo sólo llega a la parte del diagnóstico integral y propone una metodología para llevarlo a cabo.

OBJETIVOS

Elaborar el diagnóstico integrado que sirva de base para la Propuesta de Ordenamiento Ecológico Territorial del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT).

Proponer una metodología para el Ordenamiento Ecológico Territorial de Áreas Naturales Protegidas.

Generar la cartografía temática escala 1:50,000 necesaria para obtener el Diagnóstico Integrado del PNNT.

Inventariar y caracterizar las microcuencas que integran el PNNT, con base en las condiciones de los subsistemas natural, social y productivo.

Generar un mapa de fragilidad ambiental por microcuenca, que resuma las condiciones actuales del PNNT.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. Teoría de Sistemas

Según Ramírez (1999), la teoría general de Sistemas (TGS) sugiere la existencia de modelos, principios generales y leyes que pueden ser aplicados a todos los sistemas, independientemente de la naturaleza de las entidades que los integran, del carácter de las fuerzas que interactúan en ellos y del tipo de relaciones que se establecen entre los elementos.

La posibilidad de que ciertos modelos puedan ser transferidos de un campo a otro sin caer en analogías arbitrarias depende de dos principios: uno subjetivo o epistemológico en donde la descripción de la realidad se verá limitada por las funciones mentales de cada individuo; y otro ontológico acerca de la estructura misma del mundo; es decir, que la realidad permite la aplicación de construcciones intelectuales y las leyes que surgen del sujeto son abstracciones o generalizaciones de la realidad. La limitación subjetiva implica que los procesos reales solo pueden conocerse en la medida en que se simplifican y esquematizan (Ramírez, 1999).

Los sistemas naturales (biológicos) se consideran como sistemas abiertos, en los que existe un máximo desorden. Los sistemas vivos, si se mantienen en estado uniforme, logran evitar el aumento de entropía y hasta es posible que desarrollen estados de orden y organización. Mientras que en los sistemas cerrados esta es siempre positiva, en los sistemas abiertos esa entrada de categoría puede ser negativa. Si este concepto es considerado como una medida de desorden, cuando se habla de entropía negativa se considera una medida de orden y de organización.

Bertalanffy (1968) menciona que existe organización en todos los niveles y vincula esta organización con los conceptos de totalidad, crecimiento, diferenciación, orden jerárquico, dominancia, control, competencia, con los cuales es posible producir teoremas para la noción general de organización. Se refiere al sistema como la totalidad, pero no sólo espacial, sino temporal.

En los sistemas biológicos siempre se hallará que el comportamiento de un elemento aislado, es diferente de cómo es dentro del sistema. No es posible sumar el comportamiento de las partes aisladas y obtener el comportamiento del todo, es necesario tomar en cuenta las relaciones entre todos los sistemas subordinados y entre los sistemas superordinados, con la finalidad de comprender el comportamiento de las partes. El análisis y el aislamiento artificial son útiles pero no suficientes como métodos de experimentación y explicación de la realidad.

Este mismo autor alude a la segregación en sistemas parciales subordinados como un aumento en la complejidad del sistema y este tránsito presupone suministro de energía y si se trata de un sistema abierto, significa que tomará esa energía del medio circundante. Los sistemas se estructuran de modo que sus miembros son a su vez sistemas del nivel jerárquico inmediato inferior. Esta estructura jerárquica y combinación de sistemas de orden creciente es característica de la realidad como un todo.

Si se considera a la naturaleza como un organismo de una jerarquía mayor, según Bertalanffy, sería un sistema abierto en el que existe un intercambio continuo de materia y energía, del medio

circundante. En este intercambio se presentan dos tipos de procesos: los periódicos que se originan dentro del mismo sistema, como los ciclos de autorregulación y los procesos temporales que provienen de factores externos y la naturaleza reacciona a estímulos, con fluctuaciones irreversibles a su estado uniforme, que podrían ser los procesos en los que interviene el hombre.

El enfoque sistémico puede ser una alternativa para estudiar de forma integral (no sectorial) o interdisciplinaria la realidad, si se tienen cuidado de no buscar una integración imposible de ésta, al querer relacionar todo con todo. Es posible estudiar la realidad seleccionando sólo aquellos factores, elementos y procesos importantes que den cuenta del comportamiento de las relaciones dentro del sistema, es decir, que esta selección responda a las preguntas planteadas por la investigación. Cuando se decide dejar fuera de un esquema sistémico un proceso o elemento es porque los mecanismos reguladores de éstos no explican el funcionamiento del sistema (Duval, 1999).

Este autor dice que la relación de un sistema con su entorno se traduce en flujos energéticos de entrada y salida, considerado como el motor de los cambios dados en el sistema y es el que condiciona la estructura que puede adoptar el sistema, es decir, el conjunto de relaciones dentro de un sistema organizado que se mantienen en condiciones estacionarias por medio de procesos dinámicos de regulación. Cada investigador genera su propia estructura en función de los elementos y procesos que haya elegido y esto a su vez de acuerdo a su visión y a los alcances de la propia investigación. Esta estructura presenta cierta dificultad que deriva de la articulación de procesos heterogéneos con escalas temporales y espaciales diversas; es importante no olvidar que las relaciones del sistema no son propiedades permanentes del mismo, sino que derivan de su historia evolutiva.

Cervantes (1979), menciona que entre las características de los sistemas es posible encontrar interacciones multivariadas, conservación del todo en la acción recíproca de las partes, organización por niveles jerárquicos que conlleva al sistema a un orden superior, diferenciación, centralización y mecanización progresiva, para encontrar una causalidad directora que permita por diversos procedimientos, la regulación y orientación hacia el objetivo teleológico. Tratar de comprender de forma fácil la complejidad del mundo real, ha llevado a la utilización de modelos. Los modelos son pruebas lógicas cuyo funcionamiento es susceptible a ser evaluado por etapas o en conjunto y es considerado como un proceso adaptativo y evolutivo, que parte de lo simple a lo complejo.

Si bien es cierto que la teoría general de los sistemas, sentó las bases para el estudio de los fenómenos biológicos desde el punto de vista integral, la teoría de los sistemas complejos retoma los sistemas abiertos, pero menciona que cada región o espacio tiene sus propias particularidades y que esto los hace mucho más complejos. Y que esta complejidad depende de los antecedentes históricos de cada unidad territorial y de las múltiples relaciones entre los actores sociales que se dan y que se han dado a lo largo de la historia.

García (1986), menciona que ningún estudio puede abarcar la totalidad de las relaciones o la totalidad de las condiciones de contorno dentro de un sistema. Lo anterior significa que el hilo conductor de una investigación son las preguntas que pretende contestar la investigación y los elementos que se van a considerar no pueden plantearse claramente desde el principio, debido a que los elementos y las relaciones se eligen de acuerdo a lo que cada investigación busca y la importancia que se le da a cada elemento depende también de la subjetividad del investigador.

1.1.2. Teoría de Sistemas, paisajes y cuencas hidrográficas

El concepto de sistema se aplica a ciencias de la Tierra, como la geomorfología, la meteorología, la edafología, entre otras.

Desde la perspectiva sistémica, el espacio geográfico debe estudiarse a través del análisis multifacético de las interrelaciones e interdependencias que existen entre los componentes de los complejos territoriales.

El paisaje como sistema natural fue abordado por Mateo (1984) con la intención de determinar el carácter de las interrelaciones entre la sociedad y la naturaleza, con miras a apoyar la utilización racional de los recursos sobre la superficie de la Tierra.

La ecología del paisaje, es una ciencia síntesis para el estudio de los ecosistemas con una perspectiva geográfica. Se fundamenta en la Teoría General de Sistemas, la cual establece que el paisaje debe estudiarse de forma integral (Bocco, et al, 1996).

Según Mateo (1984), los paisajes son sistemas abiertos que tienen una función resultado de la relación de las unidades dentro de la superficie. Las unidades tienen una dinámica y un ciclo a través del tiempo, presentando cambios que en la mayoría de los casos son irreversibles y definitivos.

El paisaje es una unidad espacial apropiada, que sirve de base territorial para evaluar la oferta ambiental y su manejo para efectos de planificación espacial y sectorial (Bocco, et al, 1996). Para Martínez (2000), este se utiliza para designar un territorio formalizado, o si se prefiere una morfología territorial, es decir, una configuración geográfica. Resultado de una estructura geográfica que se materializa en un sistema de formas con rostro determinado y que debe entenderse como conjunto. En cambio el territorio se refiere al espacio funcional y administrativo.

Este mismo autor menciona que para entender el paisaje se requiere integrar sus componentes, sus unidades, las conexiones entre estructura, forma y contenido; es decir; atender al resultado espacial y global de los hechos y factores geográficos complejos: físicos, humanos y regionales. Incluye la comprensión de los procesos de cambio, de las demandas de uso, de las posibilidades de mantenimiento espontáneo de las formas, de sus tendencias, dinámicas, perspectivas, sus problemas concretos, sus riesgos, la viabilidad o no de sus transformaciones o conservaciones, su concreción cartográfica y su valoración.

Se ha optado por un enfoque holístico al abordar las relaciones entre el hombre y su medio ambiente a partir de la explicación de los complejos espaciales, es decir, percibir la tendencia y perspectiva de evolución a corto plazo, medir en intensidad y en proyección espacial las relaciones entre las tendencias de desarrollo y sus antagónicas, así como definir y evaluar la eficacia de los frenos y los obstáculos.

El enfoque integral podría dar a la geografía cierta superioridad de concepción e iniciativa en la ordenación del territorio con respecto a especialistas dedicados al tratamiento de una sola disciplina o categoría de fenómenos territoriales.

Los geógrafos alemanes como Troll, han desarrollado investigaciones teóricas y metodológicas sobre la ecología del paisaje o geoecología, han trabajado sobre la teoría de la diferenciación, la regionalización físico-geográfica y estudios de morfología de los paisajes.

El Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO, 1945) de Australia, ha desarrollado un amplio conjunto de investigaciones físico-geográficas complejas, con la finalidad de evaluar el potencial de los recursos naturales del territorio. Considera que para utilizar mejor el medio ambiente, para protegerlo contra la degradación que le haría incapaz de permitir la existencia biológica del hombre sobre el medio, es necesario conocer su dinámica y tener en cuenta las interdependencias. Menciona que cualquier explotación que se realice sobre el medio, modifica la dinámica e interfiere en la relación de sus elementos. Esta Institución ha jugado, en el plano internacional, un papel de capital importancia en el estudio de las relaciones entre los suelos y las condiciones geomorfológicas.

La condición dinámica y compleja del medio ambiente y de los organismos que lo habitan, son las razones para considerar al medio como un sistema multivariable del que es necesario identificar sus partes y analizar la operación del conjunto que forman los sistemas naturales con el fin de llegar a comprender la evolución temporal y espacial de los ecosistemas y de la Tierra en su conjunto (Cervantes, 1979).

La ecología del paisaje ofrece un marco conceptual para identificar en una cuenca las unidades del paisaje, sus estructuras y sus funciones. La estructura de la cuenca determina los patrones de sus paisajes influenciados por la distribución y la variación de la cubierta vegetal y usos del suelo. En los usos del suelo influyen factores biogeográficos como el clima, la topografía, los suelos y la geología, y factores antrópicos como las formas de apropiación humana dentro de la cuenca (Toledo, 2006).

Toledo considera que la cuenca es el escenario ambiental privilegiado para comprender cómo interactúa la atmósfera, la superficie de la Tierra, la cobertura vegetal y el sustrato geológico, a través de los procesos físicos, químicos y biológicos. Como sistema ecológico dinámico y abierto, la cuenca depende de insumos, transferencias y productos de masas y energía. Como ecosistema, geomorfológico y bióticamente, la cuenca representa un mosaico muy complejo de paisajes acuáticos y terrestres estrechamente interconectados, cuyo comportamiento y evolución opera en un amplio rango de escalas espaciales y temporales.

La Ley de aguas Nacionales (1992), define a la cuenca hidrológica como la unidad del territorio, delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas —aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad—, en donde escurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal.

El concepto de cuenca hidrográfica constituye un sistema natural bien delimitado en el espacio, compuesto por un conjunto de tierras topográficamente drenadas por una corriente de agua y sus afluentes, donde las interacciones, por lo menos físicas, son integradas e interpretadas con mayor facilidad, en términos de input-output. Las cuencas son tratadas como unidades geográficas, con límites nítidos, de fácil reconocimiento y caracterización espacial, donde los recursos naturales se integran; es una unidad ideal para el ordenamiento territorial. Es un concepto asociado a la noción de sistema, en donde la ocurrencia de eventos de origen antrópico o natural, interfiere en la dinámica del mismo sistema; considerándose una unidad de gestión adecuada (Ferreira, 2004).

Las cuencas son espacios donde los grupos y comunidades comparten identidades, tradiciones y cultura, y en donde socializan y trabajan en función de la disponibilidad de recursos naturales. En las cuencas, la naturaleza obliga a reconocer necesidades, problemas, situaciones y riesgos hídricos

comunes, por lo que debería ser más fácil coincidir en el establecimiento de prioridades, objetivos y metas también comunes, y en la práctica de principios básicos que permiten la supervivencia de la especie, como el de corresponsabilidad y el de solidaridad en el cuidado y preservación de los recursos naturales.

El manejo integral de cuencas no sólo permite la gestión equilibrada de los recursos naturales, sino también la integración de los actores involucrados en una sola problemática, lo cual evita tener una visión parcial o sectorial de una zona que técnicamente tiene el mismo comportamiento. El enfoque de cuencas proporciona la posibilidad de evaluar y explicar las externalidades resultantes de los diferentes usos del suelo. Las cuencas constituyen un marco apropiado para el análisis de los procesos ambientales generados por el uso de los recursos naturales. La cuenca funciona como un sistema; por lo que representa un reto caracterizar el medio biofísico, para delimitar unidades ambientales homogéneas donde se pueda realizar un análisis integral de los componentes del medio Y permita comprender su integridad sin perder de vista su heterogeneidad espacial (SEMARNAT, 2004).

El enfoque del manejo integral de cuencas, contrasta con el uso de las clasificaciones parciales por componentes naturales (suelos, vegetación, clima, relieve, geología, hidrología, uso actual, entre otros); que no permiten una visión holística o sistémica de la naturaleza, mientras que este enfoque otorga igual peso a todos los componentes y los integra en una perspectiva espacial que permite clarificar las propiedades inherentes al geosistema como un todo (Priego, et al, 2004; citado en Op. cit, 2004).

1.1.3. Teoría de Sistemas en el Ordenamiento Territorial

La geografía debería enfocarse a un proyecto espacial y la teoría de Sistemas trataría de explicar los mecanismos económicos, las prácticas sociales y los problemas relevantes de la ecología en la geografía física. El análisis sectorial reproduce y acentúa muchos de los errores de la geografía tradicional, dejando de lado la interdisciplinariedad, esta falta de visión ha sido cubierta por el análisis sistémico, el cual pretende explicar las interacciones de los diversos factores que se cruzan en una porción del territorio, sobre el cual se intenta intervenir. La geografía y la ordenación del territorio comparten un objeto común: el espacio terrestre, que es el centro de análisis de la geografía y la norma para la ordenación. La teoría de sistema podría significar la adquisición del estatus de científicidad para la ordenación del territorio. (Trotiño, 1990).

La ordenación del territorio trata de operativizar una estrategia espacial a partir de una política que posibilite el control del territorio. Para Tricart y Filian (1982), la mayor parte de los problemas de ordenación no se plantean en términos coincidentes con una sola disciplina, se corresponden con unidades geográficas, que son la sede de interacciones entre fenómenos diferentes, repartidos entre diversas disciplinas académicas que sólo estudian un aspecto de una realidad más amplia y compleja.

Gerhartz y Quintero (1985), mencionan que la evaluación de los territorios, se ha convertido en un problema crucial, debido al vertiginoso incremento de la actividad económica del hombre y su creciente repercusión en la naturaleza. Mateo, et al, (1985), mencionan que dentro de la planeación del territorio, el análisis de la naturaleza debe dirigirse a la zonificación funcional de cada parte del

territorio y a fundamentar las medidas de protección y mejoramiento de las riquezas naturales para utilizarlas en forma más efectiva. Debe incluir la utilización racional científicamente fundamentada, de los potenciales, condiciones y recursos naturales así como el mejoramiento y regulación activa de los procesos naturales. La planificación depende de la estructura físico – geográfica del territorio, de las necesidades sociales, de los factores políticos, económicos y estratégicos, así como de las condiciones históricas. Debe resultar en la elaboración de una estructura racional planificada de la naturaleza (paisaje).

Los ecosistemas de montaña, de gran importancia en México por sus características de biodiversidad, funcionalidad, dinámica, importancia económica, ambiental, histórica, etc., como es el caso del Parque Nacional Nevado de Toluca, se encuentran prácticamente sin estudios de evaluación integral (D'Luna, 1995).

El CSIRO (1945), sostiene que gran parte de la energía disponible en los ecosistemas, alimenta la dinámica del medio natural; que sólo a partir de los fenómenos físicos geográficos y especialmente de los procesos morfogénicos, debe intentarse el estudio ecogeográfico de nuestro medio ambiente, apto para resolver las exigencias del ordenamiento. Que la comprensión global de nuestro medio, es indispensable para su utilización y su protección y esta comprensión debe darse fundamentalmente en su dinámica, de esta manera se podrá apreciar el grado de sensibilidad del ambiente y su tolerancia respecto a las intervenciones del hombre.

Álvarez (1999), menciona que el territorio refleja la historia ambiental de la intervención entre la apropiación de los recursos naturales, los procesos de transformación tecnológica y los resultados económicos para sus habitantes. Dice que en el ordenamiento, el territorio es el protagonista, en el que interactúan los procesos naturales y sociales que definen al ambiente, en el que se acumulan las transformaciones de sus elementos y contiene la entropía y su capacidad para resistir las perturbaciones, por su dinámica propia o por las externalidades que le permean. La comprensión de la dinámica del territorio en el contexto de diversas estrategias productivas plantea la necesidad de considerar integralmente los elementos y procesos naturales y sociales que tienen lugar en el territorio.

La interrelación entre los aspectos naturales, sociales y económicos juega un papel importante en el Ordenamiento Ecológico, debido a que la periodicidad en los procesos, los estilos de desarrollo económico, el marco institucional, las formas de producción y uso de tecnología presentan un funcionamiento integral (SEMARNAP-INE, 2000a).

1.1.4. Ordenamiento Territorial y Ordenamiento Ecológico

Los enfoques teóricos abordados en párrafos anteriores, representan los principios fundamentales bajo los cuales se abordará al ordenamiento territorial que permite la caracterización de problemáticas territoriales complejas.

El ordenamiento, se considera como un instrumento de planeación, ya que aporta criterios para identificar la aptitud territorial y define los usos del suelo, de tal manera que es posible su incorporación en los planes y programas de desarrollo del país. El Ordenamiento será considerado para la fundación de nuevos centros de población, la creación de reservas territoriales, determinación de usos del suelo, así como programas nacionales de infraestructura, servicios y

equipamiento, donde se contempla la coordinación institucional y la concertación social, con la finalidad de incorporar los conocimientos y puntos de vista de la sociedad, detectando los posibles conflictos y potencialidades en el manejo de los recursos naturales y promover acciones de conservación y producción conjunta.

De acuerdo a Mateo, et al (1985), el Ordenamiento Territorial, es asignar diversas funciones y distribuir las ramas de la economía y las actividades de la población, en las diferentes áreas, con miras a garantizar la utilización racional de las riquezas naturales, de los recursos humanos y económicos y una organización espacial más óptima. La esencia del Ordenamiento, es determinar, evaluar y proponer la forma más racional de uso y protección de las riquezas naturales.

Gómez (2002), utiliza el término "Ordenación del territorio" y sostiene que la ordenación involucra tres elementos fundamentales: las actividades humanas, el espacio donde se desarrollan y el sistema de relaciones que se da entre ambas. Para él significa identificar, distribuir, organizar y regular las actividades humanas en un territorio de acuerdo a ciertos criterios, jerarquías y prioridades, y que en términos generales equivale a la ordenación de los usos del suelo. También considera el concepto: "capacidad de acogida" definido como la integración del medio físico con el resto de los subsistemas para configurar el diagnóstico global del sistema territorial, que para cada unidad del paisaje depende de su valor, potencialidad, fragilidad, riesgos naturales y está condicionada por las afectaciones del suelo, degradaciones y amenazas existentes y previsibles

Pujadas y Font (1998), usan el término Ordenación del territorio y lo definen como la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad, la consideran como una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997), considera al Ordenamiento Territorial, como una política de Estado y un instrumento de planeación desde una perspectiva *holística*, porque considera los problemas territoriales desde el punto de vista espacial, involucrando los aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales; *prospectiva*, porque plantea directrices de largo plazo, como guía para la planeación a mediano y corto plazo, respondiendo a un futuro deseable; y *democrática y participativa*, porque parte del principio de la concertación ciudadana en el proceso de toma de decisiones.

En el año 2000, en un marco institucional, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), la Secretaría General del Consejo Nacional de Población (SG-CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), de acuerdo con sus atribuciones, competencias y responsabilidades, unieron esfuerzos, perspectivas e iniciativas y diseñaron una Propuesta Interinstitucional de Ordenamiento Territorial, en el ámbito nacional, como instrumento para el proceso de desarrollo integral y sustentable, en función de un equilibrio inducido entre los recursos naturales, las actividades productivas, las condiciones ambientales y los asentamientos humanos.

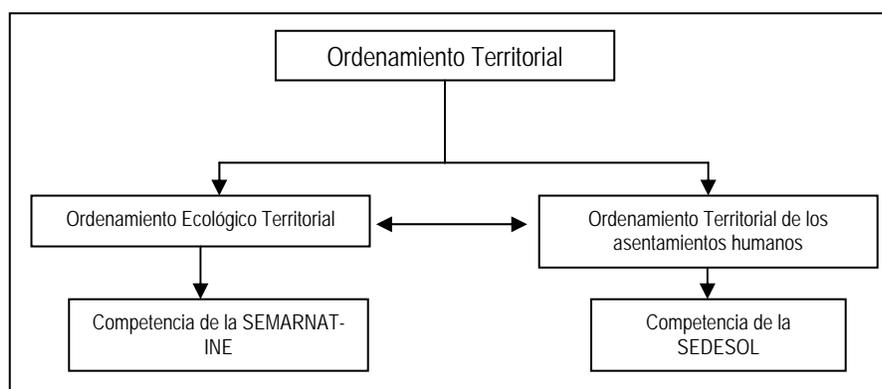
Es una propuesta estratégica de desarrollo nacional y estatal, mediante una articulación funcional y espacial de políticas sectoriales, la cual pretende promover patrones equilibrados de ocupación y aprovechamiento del territorio nacional. Lo anterior está basado en la premisa de que "México requiere consolidar un modelo de desarrollo sustentable, es decir, económicamente viable, socialmente operativo y ecológicamente equilibrado".

Entre los objetivos planteados en esta propuesta interinstitucional se mencionan: la planeación adecuada del uso de la tierra, la organización eficiente y funcional del territorio y la determinación de los mecanismos para la provisión de servicios para asegurar la integridad y funcionalidad de los ecosistemas.

El ordenamiento se considera como un conjunto de acciones encaminadas a modelar los usos del suelo a partir de conocimientos y análisis científicos y jurídicos sobre la relación de la sociedad con el territorio, utilizando técnicas como la estadística, la cartografía y los Sistemas de información geográfica, se menciona que al conocer las características del territorio y las formas de uso del suelo, es posible controlar el deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales; también se establecen los cimientos para la restauración y recuperación de la base natural del desarrollo económico y social del país (SEMARNAP-INE, 2000a).

Se han usado indistintamente los términos Ordenación territorial, ordenamiento del territorio, Ordenamiento Ecológico Territorial, al respecto el Instituto Nacional de Ecología, define el concepto de Ordenamiento Territorial, como la regulación y orientación de la disposición geográfica de las actividades productivas, así como a las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales y de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, es decir, que abarca dos aspectos de atención: por un lado los recursos naturales y el medio ambiente y por otro, los asentamientos humanos incluidos los centros de población y que presentan una estrecha vinculación.

Cuadro 1. Ordenamiento Territorial, Ecológico y de los Asentamientos Humanos



En el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, los usos, destinos y reservas del suelo están reglamentados en un Plan de Desarrollo Urbano, con el fin de dotar a los centros de población de la estrategia para la ocupación racional del entorno ambiental (SEMARNAP-INE, 2000a).

El Ordenamiento Ecológico Territorial, está regulado por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2003), es competencia del Instituto Nacional de Ecología y está estrechamente relacionado con el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, ya que el primero establece los criterios generales de regulación ecológica de los asentamientos humanos, en temas relacionados con la conservación y mejoramiento del ambiente, la prevención y atención de contingencias ambientales y la orientación para el desarrollo sustentable de las regiones en función de sus recursos naturales.

Para la LGEEPA, en su artículo 3, fracción XXIII, el Ordenamiento Ecológico es el *“instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos”*.

En suma, Ordenamiento Ecológico, se constituye como un instrumento fundamental de política ambiental que permite orientar, con un enfoque integral, el emplazamiento geográfico de los asentamientos humanos, las comunicaciones y las actividades productivas con un enfoque de sustentabilidad para el desarrollo de México.

El Ordenamiento Ecológico sienta las bases para el desarrollo sustentable, ya que genera un marco de congruencia entre políticas y programas ambientales y sectoriales en los niveles federal, estatal y municipal, también analiza el estado actual de los recursos naturales, prevé escenarios alternativos a partir de las tendencias actuales y/o transformaciones en los procesos de integración del modelo, además proporciona los elementos necesarios para plantear alternativas en el uso de los recursos y criterios ecológicos siempre con un enfoque de desarrollo sustentable.

En este contexto, el Ordenamiento Ecológico Territorial, es un instrumento para la aplicación de la política ambiental del país, la cual considera la conjunción conceptual y operativa del Ordenamiento Ecológico del territorio con la evaluación de impacto ambiental.

A través del Ordenamiento Ecológico, el territorio se traduce en un espacio de análisis y concertación, con la participación de diversos actores ambientales, sociales, culturales, políticos y económicos para avanzar hacia un modelo de desarrollo sustentable, definido como el desarrollo que satisface las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la capacidad de los sistemas naturales y las necesidades de las generaciones futuras (SEMARNAP-INE, 2000a).

El Ordenamiento Ecológico proporciona al ordenamiento territorial, un diagnóstico de la estructura y dinámica de los recursos naturales, así como la evaluación de los conflictos, las potencialidades y propuestas de uso del suelo, con las políticas y criterios ambientales, se considera como un instrumento normativo básico sobre el que descansa la evaluación del impacto ambiental y los planes y programas de desarrollo.

Hasta mayo de 2005, 22 entidades federativas ya contaban con procesos de Ordenamiento Ecológico, de los cuales siete ya han sido decretados, tres cuentan con estudios técnicos concluidos y doce se encuentran en elaboración (SEMARNAT-SEDESOL, 2005).

Por lo tanto el Ordenamiento Ecológico del Territorio, será el enfoque que se utilizará en este trabajo, debido a que se trata de un Área Natural Protegida y se evaluarán las condiciones ambientales del parque.

1.1.5. Ordenamiento Ecológico en Áreas Naturales Protegidas

La LGEEPA considera cuatro tipos de ordenamientos ecológicos: a) *Ordenamiento general del territorio*, b) *Ordenamiento regional*, c) *Ordenamiento local* y d) *Ordenamiento marino*.

Es dentro del nivel local donde se ubican los ordenamientos de Áreas Naturales Protegidas, y deberán estar congruentes con el Ordenamiento Ecológico estatal cuyos objetivos deben incluir: a) Determinar las áreas ecológicas que se localizan dentro de la región (área natural protegida), describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales y de las tecnologías utilizadas por los habitantes del ANP; b) Regular los usos del suelo con la finalidad de proteger el medio ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, especialmente en la realización de actividades productivas y, c) Establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población (Ley de Protección al ambiente para el desarrollo sustentable del Estado de México, 1997).

Esta Ley indica que cuando el Ordenamiento Ecológico local incluya un área natural protegida, competencia de la Federación o el Estado de México, el programa deberá ser aprobado conjuntamente por las autoridades federales competentes, la SEMARNAT y los ayuntamientos municipales correspondientes. Cuando se regulen los usos del suelo donde se incluyan ejidos, comunidades y pequeñas propiedades, la participación de las asambleas será de vital importancia y deberán estar informadas de los motivos que justifiquen dicho ordenamiento.

En el caso del Parque Nacional Nevado de Toluca, por tratarse de un parque nacional cuya administración se transfirió al Gobierno estatal, deberá ser la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México en coordinación con las autoridades municipales correspondientes, quien apruebe, evalúe y de seguimiento al Ordenamiento Ecológico del mismo.

La integración de las ANP a los ordenamientos ecológicos del territorio, busca consolidar instrumentos de planeación para el adecuado manejo de las ANP, para extender y asegurar las políticas de conservación de ecosistemas y recursos naturales más allá de los límites del área natural protegida y buscando hacerlo compatibles con los planes de Manejo, y el programa de ordenamiento estatal, de tal manera que pueda ofrecer oportunidades y potencialidades de organización productiva a la población y contribuir al desarrollo regional.

El Ordenamiento Ecológico Territorial (OET), dentro de las áreas naturales protegidas y su entorno, puede funcionar como una interfase ecológico-productiva, que vincula los servicios ambientales generados dentro y el resto de la economía regional. Situadas las ANP en este contexto, se observa que cumplen un papel de órganos vitales regionales, sin los cuales el ciclo de vida y productivo no podrían realizarse o podría verse afectado drásticamente. El OET permite trascender el concepto de áreas naturales protegidas para integrarlas en el centro de una nueva estrategia de desarrollo regional, multiplicando oportunidades y potencialidades de organización productiva y de interacciones institucionales que le den mayor solidez a las relaciones sociales (INE, 1995).

La parte medular de un Ordenamiento Ecológico es la fase propositiva, en la cual se identifican las unidades de gestión ambiental (UGA), es decir, las unidades territoriales homogéneas, en las cuales podría aplicarse alguna de las cuatro políticas ambientales, establecidas por la LGEEPA:

a) *aprovechamiento*, promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite el cambio total de la UGA donde se aplica; esta política trata de mantener por un periodo definido la función y la capacidad de carga de los ecosistemas que contiene; b) *restauración*, promueve la aplicación de actividades para recuperar o minimizar las afectaciones producidas por procesos de degradación en los ecosistemas contenidos en la UGA, trata de establecer las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales para que más adelante pueda cambiar de política ambiental; c) *conservación*, promueve la permanencia de ecosistemas originales, es decir, trata de mantener la forma y función de los ecosistemas, al mismo tiempo que se utilizan los recursos existentes en la UGA y; d) *protección*, promueve la permanencia de ecosistemas nativos debido a sus atributos de biodiversidad o particularidad para mejorar el ambiente y controlar su deterioro (SEMARNAP-INE, 2000a).

1.1.6. Áreas Naturales Protegidas en México

Inicialmente México concebía a la *conservación* como el establecimiento de áreas excluidas de las actividades productivas y decretadas con la finalidad de proteger zonas con valor paisajístico, recreativo o hidrológico o para decretar vedas sobre recursos maderables (INE, 2002).

Los derechos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se justificaban sobre la base de conservar servicios ambientales sin consideraciones ecológicas, o con el objetivo de regular formas de uso de poblaciones silvestres que podrían poner en riesgo determinado recurso.

De acuerdo al Programa de trabajo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2001-2006, la primera área protegida en México, fue el Desierto de los Leones, en 1876, decretada con la finalidad de asegurar la conservación de 14 manantiales que abastecían de agua a la Ciudad de México y la segunda ANP fue el Monte Velado del Mineral del Chico en 1898 (INE, 2002). Sin embargo es hasta 1917, en la Constitución Política, que se decreta el primer Parque Nacional en México (El Desierto de los Leones) y se establecen las regulaciones y limitaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación. Hasta 1926 aparece la Primera Ley Forestal de carácter federal.

El sexenio de Lázaro Cárdenas del Río, se identifica como el periodo de despegue con relación a áreas de conservación, pues hasta 1940, existían 40 parques nacionales con una superficie aproximada de 700,000 hectáreas, áreas que fueron decretadas sin considerar la presencia de habitantes y usuarios, ni el tipo de tenencia de la tierra. Existen varios casos como el Parque Nacional Nevado de Toluca y el Parque Nacional Cumbres de Ajusco, que aún no se han cubierto las expropiaciones correspondientes (INE, 2002). En este mismo año, México firmó la Convención sobre Protección de la Naturaleza y Conservación de la Vida Silvestre, junto con 18 países, que como otros decretos nacionales se quedaron sólo en papel. En esta misma década se publican la Segunda (1942) y Tercera Ley Forestal (1948).

La década de los setentas se caracterizó por el ascenso de las actividades de conservación desde el punto de vista gubernamental y se considera como el parteaguas en la historia nacional de protección ambiental y de conservación; ya que en 1970 se emite la primera ley ambiental específica, que lamentablemente sólo contemplaba la problemática de la contaminación (Ley Federal de Protección al Ambiente). Aparecen diversos actores no gubernamentales en la operación

y planificación de las ANP; se diversifican las modalidades de áreas de protección; aparecen las Reservas de la Biosfera y se involucran a las instituciones académicas en el estudio y administración de éstas; así como la creación de reservas universitarias como los Tuxtlas y Chamela, a cargo de la UNAM (INE, 2002).

En los ochentas, se institucionaliza lo ambiental y se consolidan las posturas ciudadanas al respecto; se emite la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1988) se establecen los instrumentos legales para introducir la dimensión ambiental en el desarrollo del país y se amplía la participación social en las labores de conservación.

En la década de los noventas, México empieza a participar activamente en convenciones internacionales como la Convención sobre la Diversidad Biológica dentro del marco de la Declaración de Río de Janeiro, sobre medio ambiente y desarrollo, celebrada en 1992, conocida como "Cumbre de la Tierra", en la que se manifestó un consenso mundial para favorecer la cooperación internacional en materia de medio ambiente y desarrollo.

La Declaración de Río de Janeiro, proclamó 27 principios básicos en la llamada Agenda 21, cuya observancia generalizada, responsable y equitativa entre los individuos y entre los países, permitirá proteger y conservar la salud y la integridad de los ecosistemas del planeta.

Ante tal situación, México se comprometió a integrar a su política de desarrollo nacional, la variable ambiental y de desarrollo sustentable. Basada en políticas, estrategias y objetivos programáticos de los sectores nacionales que se suman al consenso internacional. La toma de decisiones institucionales, en materia de política ambiental, integra variables de desarrollo sustentable y medio ambiente, mejora los riesgos de evaluación de impacto y beneficios ambientales, de tal manera que se han logrado avances en legislación ambiental y en capacitación de expertos en gestión ambiental. Esto se vio reflejado en hacer efectivos los decretos de creación de las Áreas Naturales Protegidas que hasta entonces sólo estaba en papel, pero no operaban.

A partir de entonces se han decretado 150 áreas naturales protegidas clasificadas en diversas categorías, las cuales representan 17, 856,200 hectáreas, es decir, el 8.5% del territorio nacional, de acuerdo al siguiente tabla:

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas en México

Categoría	Número de ANP	Superficie (miles de ha)	Porcentaje respecto al total de ANP
Reservas de la Biosfera	37	11'581,344	50.9
Parques Nacionales	68	1,505,643	6.6
Monumentos Naturales	4	14,093	0.1
Área de Protección de Recursos Naturales	6	3'350,654	14.8
Áreas de Protección de Flora y Fauna	29	6'259,861	27.6
Santuarios	17	689	0.0
Total	161	22'712,284	100.0

Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2008).

Un área natural protegida, de acuerdo a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (2003), es la zona dentro del territorio nacional y aquella sobre la que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad de la sociedad o que requieren ser preservados y restaurados y están sujetos al régimen previsto por esta ley.

Para la Convención sobre Diversidad Biológica, un área protegida, es un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Azuela, et al, 1993).

La Unión Mundial de Conservación (UICN, 2002), define al parque nacional, como área protegida de manejo principalmente para la protección de ecosistemas y recreación, designada para: a) la protección ecológica integral de uno o más ecosistemas para las presentes y futuras generaciones; b) excluye la explotación u ocupación diferente a los propósitos para los que fue creada y; c) provee un espacio para la recreación, investigación científica y la educación, todo esto compatible ambiental y culturalmente.

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, define al Parque Nacional como el área que posee uno o más ecosistemas de gran belleza escénica, con un importante valor científico, educativo, recreativo o histórico; que alberga flora o fauna de importancia nacional y posee una amplitud para el desarrollo del turismo. Están destinados para uso público, siempre y cuando se realicen actividades relativas a la protección de los recursos naturales, incremento de flora y fauna y en general, actividades orientadas a preservación de los ecosistemas que albergan (SINANP, 2004).

El decreto de un ANP contempla la indemnización correspondiente a la expropiación de los terrenos del área de la que se trate, sin embargo existen poblaciones que han sido afectadas negativamente por el establecimiento de éstas, debido a que se restringe el desarrollo de actividades económicas o en algunos casos, los ejidatarios, comuneros o pequeños propietarios, no fueron consultados sobre la posibilidad de establecer una ANP (Programa de trabajo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2001-2006). Teóricamente el decreto de un ANP crea un sustrato jurídico que tiende a generar un proceso propio de organización, favoreciendo o induciendo la integración de grupos sociales locales y la participación de instituciones académicas y gobiernos estatales y municipales a favor de la conservación.

1.2. MARCO METODOLÓGICO

1.2.1. SEMARNAP-INE

Dadas las complejas relaciones que se desarrollan en la actualidad, se requieren estudios con un enfoque sistémico que permitan detectar las interacciones entre el medio físico, el sistema productivo y la estructura socioeconómica que se dan sobre el territorio y éste a su vez, dependerá del contexto histórico que lo llevó a la situación en la que se encuentra. Por supuesto, que cada territorio tiene su propio comportamiento y cada región tendrá sus propias particularidades.

Detectar y abordar esas particularidades, permitirá realizar un ordenamiento mucho más eficiente y real para la protección y conservación de los recursos naturales que se encuentran en cada una de las regiones, en este caso el Parque Nacional Nevado de Toluca.

La SEMARNAP, a través del Instituto Nacional de Ecología (2000a), propone como método de estudio para el Ordenamiento Ecológico Territorial a los Sistemas complejos y menciona que existen tres niveles de procesos que se distinguen por que se refieren a escalas y situaciones diferentes: i) el primer nivel se refiere a los procesos de efecto inmediato sobre el medio natural o social; ii) el segundo al conjunto de procesos más generales que definen a los anteriores y, iii) El tercero se refiere a los procesos que rigen la funcionalidad del sistema global y consecuentemente, influyen sobre los otros dos niveles.

Los procesos del primer nivel incluyen aquellos subsistemas que tienen que ver directamente con el estado de los recursos naturales y la presión que la sociedad ejerce sobre ellos, por lo que el diagnóstico debe explicar la estructura y el análisis de los procesos que le dieron lugar. Como resultado de esto, el Ordenamiento Ecológico reconoce las formas de operación y proyecta aquellas que permiten la protección, restauración y manejo de los recursos naturales de forma armónica (SEMARNAP-INE, 2000a).

El INE considera el estudio de tres subsistemas: a) natural, en el que incluye al suelo, la vegetación y el agua, por ser los recursos básicos para la actividad productiva; b) socioeconómico, que analiza la influencia de la sociedad en el estado de los recursos naturales y, c) productivo, se refiere a la forma de uso de suelo, se distinguen los sistemas de producción que se desarrollan en el territorio. Esto permite obtener un diagnóstico integrado mediante la articulación de la información, con énfasis en los elementos explicativos sobre el funcionamiento y problemática ambiental del sistema, para determinar las propuestas de planeación de uso del suelo acordes con la política de sustentabilidad.

Esta propuesta metodológica se planteó para un ordenamiento en el ámbito nacional, por lo que se deberá ajustar y afinar para propuestas de ordenamiento en el ámbito local, de esta metodología, se retomarán algunos procedimientos, pero se adecuará de acuerdo a otras metodologías que se han aplicado a nivel más detallado.

Las fases metodológicas que propone el INE son: a) *descripción*, que implica el inventario de los recursos con que cuenta la zona en estudio, para identificar la disponibilidad de recursos y sus formas de uso y manejo, así como la presión que ejerce la población sobre los recursos a través de sus actividades productivas; b) *diagnóstico*, permite evaluar la situación de los recursos naturales, de la población y las actividades; aquí se determina la calidad ecológica de los recursos; la identificación de las formas de apropiación de los mismos; estas dos primeras fases identifican las

potencialidades, limitaciones y dinámica ambiental; c) *prospección*, la cual identifica las tendencias de comportamiento ambiental; identificando las etapas de la historia económica regional, la integración territorial con su dinámica poblacional y los puntos críticos de deterioro ambiental; d) *propositiva*, en la cual se genera el modelo de ordenamiento para el manejo del uso del suelo, es la parte medular del proyecto, e) *instrumentación*, comprende las acciones para llevar el ordenamiento a un decreto o programa con la finalidad de ponerlo en marcha y; f) *gestión*, implica la negociación de todos los actores involucrados en el proceso de planeación.

1.2.2. Pujadas y Font

Pujadas y Font (1998) plantean como metodología para la ordenación territorial sólo tres etapas:

1) *Análisis territorial*. Pretende dar una visión de la situación actual. Y contesta seis preguntas clave: a) ¿Qué se hace en este territorio? Describe las actividades que se desarrollan dentro del territorio. b) ¿Con qué se relaciona? Describe la situación del territorio respecto al entorno próximo o lejano, material o inmaterial, que condiciona sus actividades. c) ¿Para qué sirve? Identifica las cualidades del territorio y las actividades que se pueden desarrollar mejor que en otro sitio. d) ¿Quién moviliza el territorio? Identifica los actores y los grupos que intervienen activamente en el desarrollo del territorio; y e) ¿Con qué medios se desarrolla? Son los puntos fuertes y débiles del territorio. f) ¿Hacia dónde va? Sintetiza el futuro del territorio: su capacidad para mantener sus principales características, para mejorarlas o, incluso para destruirlas.

2) *Diagnóstico de problemas y potencialidades*. Se identifican los problemas territoriales que el modelo de ordenación habrá de corregir. Esto conduce a la formulación de metas y objetivos. Posteriormente se identifican los diferentes caminos que pueden conducir a la consecución de las metas y objetivos y elegir las opciones adecuadas, teniendo en cuenta su eficacia (capacidad de resolver el problema planteado) y su grado de eficiencia (cantidad de recursos que se invertirán para alcanzar los objetivos propuestos). Para realizar este diagnóstico, es posible aplicar algunas técnicas de valoración y diagnóstico como: a) técnica FODA (Fortalezas, oportunidades, Debilidades y Amenazas), se distinguen entre las condiciones interiores como las debilidades, las condiciones y tendencias del entorno exterior; b) método MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Técnicas, Objetivos y Recomendaciones), basado en las estrategias previsibles de los principales agentes implicados. c) Método Delphi y de Impactos Cruzados: Intercambio cruzado de opiniones de expertos. También pueden aplicarse las técnicas de selección de alternativas: i) Análisis costo-beneficio, elegir entre diversas alternativas en función de sus respectivos costos y beneficios; ii) Técnicas de análisis multicriterio, tienen como objetivo principal calibrar en un único contexto, aquellas variables que pueden quedar afectadas por una determinada decisión; iii) Técnicas de simulación: Reproducen las acciones y estrategias de determinados agentes económicos y sociales; y iv) Análisis de impactos: Para evaluar impactos de carácter medioambiental, territorial o socioeconómico.

3) *Propuesta y actuaciones de Ordenación territorial*. Definición del modelo territorial propuesto. Las propuestas de intervención saldrán de un proceso de toma de decisiones entre las diversas alternativas existentes. Esta etapa tendrá un carácter normativo. Determinación de medidas que permitirán conformar la realidad futura de acuerdo con las previsiones del plan, es decir, la

prospectiva, la cual se entiende como un conjunto de afirmaciones, razonablemente científicas sobre los problemas y las opciones del futuro.

1.2.3. Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia

Massiris (2000), menciona que el ordenamiento territorial, presenta cuatro etapas básicas:

1) Análisis territorial y síntesis espacial. Mediante este análisis, el territorio se subdivide en partes para examinar el funcionamiento de éstas, de tal manera que se detecten potencialidades, limitaciones y problemas relativos al uso y ocupación del territorio y su desarrollo futuro. Es necesario definir para qué se está realizando el ordenamiento, esto permite discernir entre lo relevante y lo irrelevante. Una vez que se ha concluido el análisis, se requiere realizar el proceso de recomposición del mismo, ensamblando todas las piezas, a través de las unidades espaciales (subsistemas territoriales), los cuales constituyen los elementos estructurantes y de funcionamiento de todo el sistema. Incluye:

a) Análisis y síntesis de la estructura natural. En el que obtendrán el Mapa de capacidad de acogida, de carga o resiliencia, la cual se define, de acuerdo a la ley de aguas nacionales, en su artículo 3°, como la Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperación en el corto plazo, sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico; o vocación o aptitud natural del territorio; lo anterior a partir de la elaboración del Mapa de amenazas de origen natural; del Mapa de procesos y degradación natural (áreas erosionadas, cuerpos de agua con diferente grado de contaminación, suelos empobrecidos, paisajes escénicos desvalorizados, etc.); del Mapa de recursos energéticos; del Mapa de recursos turísticos (atractivos naturales); del Mapa de unidades biofísicas, unidades de paisaje, unidades ecológicas, unidades fisiográficas, unidades de tierra, o regiones naturales, entre otros.

b) Análisis y síntesis de la estructura económica. Contempla el estudio de Sistemas productivos. Se concentra en las unidades productivas, de producción y su impacto social, económico y ambiental y la calidad de infraestructura asociada, funcionamiento de las cadenas productivas y los procesos asociados a la macroeconomía. Y determina el Mapa de sistemas de producción; especialización económica de algunas áreas del territorio, la diferenciación espacial del desarrollo territorial, las degradaciones ambientales generadas por las actividades productivas, el impacto sobre el empleo municipal y regional, y sobre las condiciones de vida de la población y el impacto sobre la economía campesina y urbana.

c) Análisis y síntesis de la estructura social. Determina las características sociopolíticas, socioculturales, geodemográficas y las condiciones de desarrollo humano.

d) Análisis y síntesis de la organización urbano-funcional, es decir, el examen de la red de asentamientos, la red vial y los vínculos económicos y sociales internos y externos de la población.

2) Evaluación integral del territorio

a) Evaluación integral del espacio rural. Se realiza a partir de síntesis espaciales relativos a cobertura y uso actual del suelo, amenazas y riesgos por fenómenos naturales y tecnológicos, áreas

afectadas legalmente, procesos rurales dominantes, vocación o aptitud de la tierra, conflictos de uso y mapa de unidades de manejo rural.

b) Evaluación integral del espacio urbano. Implica una revisión del uso actual de la tierra, los conflictos derivados de la distribución espacial y calidad de las redes existentes: malla vial, tendido eléctrico, red de acueducto, red de alcantarillado, sistemas de recolección y disposición de basura, áreas y actividades en riesgo por fenómenos naturales y tecnológicos, las áreas protegidas, procesos urbanos dominantes.

c) Evaluación integral global. Resulta del examen integral de los espacios urbanos y rurales, del que surgen nuevos problemas relativos a los vínculos existentes entre el campo y la ciudad.

3) Diagnóstico territorial. Se realiza un examen riguroso de las cualidades del territorio (descripción) y una evaluación de las actividades presentes y la organización espacial existente, con el fin de encontrar los problemas o situaciones indeseadas, así como las soluciones y escenario futuros posibles. Se hace uso de procedimientos de análisis y síntesis, basados en el uso de instrumentos cartográficos, estadísticos, de percepción remota, de consulta ciudadana, bibliográfica, de prospectiva estratégica, etcétera, que garanticen el diagnóstico de las potencialidades y limitaciones presentes en el territorio. Un buen diagnóstico implica una fundamentación teórica, metodológica y técnica, expresada en información de buena calidad, rigurosa y pertinente, producida y utilizada bajo objetivos bien claros.

4) Formulación. Incluye los objetivos, estrategias y acciones requeridas para inducir el orden territorial en los diferentes plazos adoptados.

1.2.4. Gómez Orea

Gómez Orea (2002), sostiene que la ordenación territorial es un proceso secuencial e iterativo que, orientado hacia objetivo de largo plazo, se desarrolla en ciclos de tres fases: análisis y diagnóstico territorial, planificación territorial y gestión territorial. Además de una fase preparatoria.

La etapa preliminar incluye al prediagnóstico que consiste básicamente en una primera aproximación al conocimiento de las características y funcionamiento de la zona, identificando: potencialidades, problemas más significativos, debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas que aparecen en el contexto exterior. Lo anterior con la finalidad de contar con un esbozo que permita la realización de otras tareas: como el contenido del plan, los alcances, la escala de trabajo, la metodología a seguir y la información relevante necesaria para su desarrollo.

El análisis y diagnóstico territorial, debe apoyarse en los conocimientos científicos y técnicos del territorio en estudio, se espera contar con la información de los elementos del sistema, la forma como evoluciona, los problemas y oportunidades; en él se aplican técnicas de análisis y síntesis para conformar una imagen de la situación actual, tendencias, valores, disfunciones y las posibilidades de cambio. Incluye el análisis y diagnóstico del medio físico; de la población y sus actividades, de los asentamientos humanos y la infraestructura y del marco legal e institucional.

Fase de Planificación territorial. Incluye a) la definición y análisis de objetivos: consiste en la expresión formal de la voluntad de resolver los problemas actuales, prevenir los futuros, aprovechar las oportunidades y satisfacer las demandas de la sociedad, así como de cumplir las directrices de

rango superior y las previsiones de niveles institucionales de rango inferior al del ámbito de estudio, así como el establecimiento de preferencia y jerarquía entre los objetivos; b) Identificación de propuestas o medidas: consiste en la búsqueda de soluciones dirigidas a conseguir los objetivos planteados; se trata de pensar en términos de conexiones entre problemas y entre los elementos que configuran el diagnóstico de cada uno de ellos, en la idea de que cada acontecimiento es un eslabón de una larga cadena de hechos susceptibles de ser unidos.

Fase de gestión. Contempla la puesta en marcha, el seguimiento y control, así como la evaluación ex post y la revisión del plan.

Para el desarrollo de este trabajo, se tomaron como base cuatro metodologías o enfoques, dando lugar a una nueva propuesta para abordar un ordenamiento. De esta revisión se concluye que las diversas propuestas coinciden en una estructura general, pero al final se tomaron varios aspectos de cada una de ésta y propongo una diferente.

CAPÍTULO II. MARCO JURÍDICO-ADMINISTRATIVO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL.

2.1. LA GESTIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO

La primera experiencia ambiental en México puede referirse a 1971, cuando se promulgó la Ley Federal para prevenir y controlar la Contaminación Ambiental, así como algunos ordenamientos relacionados con recursos naturales tales como aguas, uso y tenencia de la tierra, bosques, fauna, pesca y de asentamientos humanos referidos éstos últimos en la Ley General de los Asentamientos Humanos publicada en 1976 (Vargas, 2003 y SEMARNAP-INE, 2000b).

Paralelamente, en el ámbito internacional se realizó la Conferencia Internacional de Estocolmo, en 1972, en la que se puso de manifiesto la preocupación por la conservación del medio ambiente y su relación con el desarrollo económico; a partir de este evento, se instauraron diversas instituciones como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), estableciéndose también el Día Mundial del Medio Ambiente; por lo que México tuvo que adecuar y generar un marco legal que le permitiera estar acorde con las posturas internacionales.

En 1976 se creó la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), dos años más tarde se elaboró el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, con lo cual se establecieron las bases para enfrentar el problema del crecimiento urbano y el deterioro ambiental y generar las políticas urbano-ambientales en el ámbito nacional. Esta Secretaría sería la encargada de normar el desarrollo urbano y regional del país, así como regular el uso y la conservación de los recursos naturales.

En 1982 se promulgó la Ley Federal de Protección al Ambiente, con la que se empiezan a regular los problemas ambientales involucrados en la generación, evaluación, prevención y control de la contaminación. Con las reformas de 1984 a esta ley, se aborda por primera vez al Ordenamiento Ecológico.

Con la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, en 1982, se inició la elaboración de los Programas de Ordenamiento Ecológico y de evaluación de impacto ambiental. Un año más tarde se publica la Ley de Planeación cuyo objetivo es lograr un desarrollo integral de México acorde con las metas y políticas: sociales, culturales y económicas que se establecen en la Constitución (SEMARNAP-INE, 2000b).

En el ámbito internacional, en 1987, a solicitud de las Naciones Unidas, la Comisión Brundtland, redactó el Informe: "Nuestro Futuro Común", en el que se pone de manifiesto el problema ecológico y aparece por primera vez el concepto de desarrollo sustentable.

Para dar cabida y soporte a la solución de los problemas ambientales e incluir el aspecto de desarrollo sustentable, que se ponen de manifiesto en el ámbito mundial a través de reuniones internacionales, se reformaron algunos artículos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en los que se incluye la variable ambiental: desarrollo sustentable, contaminación ambiental, conservación de recursos naturales, protección al ambiente y se le otorga la facultad a los municipios y estados para formular y evaluar planes de desarrollo en el que se incluye al medio ambiente.

Como resultado de estas reformas, se publicó la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988, cuyos objetivos se centran en la Protección al ambiente y el equilibrio ecológico; además se sientan las bases para la descentralización de las cuestiones ambientales, al definir los mecanismos de concurrencia entre los tres órdenes de gobierno (Op. cit, 2000b). En este año se diseña el primer manual de Ordenamiento Ecológico, por la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

En 1992, en el marco de la Declaración de Río de Janeiro, sobre medio ambiente y desarrollo, se manifestó un consenso mundial para favorecer la cooperación internacional en materia de medio ambiente y desarrollo. Dando como resultado la llamada Agenda XXI, la cual trata de los problemas críticos contemporáneos y la evidente necesidad de prepararse para enfrentar los desafíos del desarrollo, en el siguiente siglo; en ella se parte de la intención de reafirmar al ser humano como centro para alcanzar un desarrollo sustentable, y garantizar la correcta interrelación entre sus componentes principales: social, económico y ambiental, bajo la premisa de que el medio ambiente es un factor crucial para perpetuar la vida humana sobre la tierra.

Ante tal situación, México se comprometió a integrar la variable ambiental y de desarrollo sustentable en la política de desarrollo nacional. La toma de decisiones institucionales, en materia de política ambiental, integra variables de desarrollo sustentable y medio ambiente, mejora los riesgos de evaluación de impacto y beneficios ambientales, de tal manera que se han logrado avances en legislación ambiental y en capacitación de expertos en gestión ambiental.

En 1995, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, crea los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable, en los que participan diversas instituciones públicas, académicas, organizaciones sociales y empresariales.

Con la reforma a la LGEEPA que se hizo en 1996, se da impulso a los siguientes aspectos: distribución de competencias, instrumentos de política ambiental, biodiversidad, contaminación ambiental, participación social e información ambiental, responsabilidades, procedimientos administrativos y sanciones, así como a la denuncia popular. Con esta reforma se enriquece el concepto de Ordenamiento Ecológico, ya que se define como un instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y de las actividades productivas vinculadas a él, con la finalidad de proteger al medio ambiente, así como aprovechar y conservar los recursos naturales. Se incorporaron disposiciones que garantizan los derechos individuales, de las instituciones, de organizaciones sociales y de las instituciones educativas para participar en la formulación de los ordenamientos ecológicos locales. Se reconoce también la capacidad de los Estados para reglamentar los procedimientos y coordinar la participación de otras entidades federativas y de autoridades municipales en materia de medio ambiente (Op. cit, 2000b).

Dados los cambios en la legislación ambiental y en la Constitución Política, se vio la necesidad de reformar otras leyes relacionadas con los recursos naturales, como la Ley Forestal reformada en 1997, en la que se adicionan disposiciones en materia de desarrollo sustentable y se le otorga la formulación y organización del inventario nacional forestal a la SEMARNAP. En este mismo año, se reforma el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales; en donde se le concede autoridad a los Consejos de Cuenca, integrados por representantes gubernamentales, sector público y usuarios de aguas nacionales. Ambas leyes regulan el uso de recursos directamente involucrados en el Ordenamiento Ecológico.

Una reforma más reciente (1999) al artículo 4° Constitucional, materializa la garantía de que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. En el artículo 25 de la misma, se establece la base constitucional del desarrollo sustentable. Y finalmente con la reforma al artículo 115; se otorga a los municipios la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en materia ambiental.

Otros instrumentos legales que fortalecen la política ambiental en México, son los reglamentos específicos que regulan algunos recursos o algún procedimiento a mayor detalle, que no se clarifica en las leyes generales, además se crearon las Normas Técnicas Mexicanas, que regulan las conductas de los agentes económicos sobre los objetivos sociales de calidad ambiental.

2.2. MARCO JURÍDICO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

2.2.1. Ámbito Federal

2.2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Uno de los artículos que se reformaron de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), es el cuarto, en el que se promueve el derecho de contar con un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

En el artículo 25 se otorga al Estado la rectoría para un desarrollo sustentable e integral, que fortalezca la soberanía nacional de manera democrática, mediante el fomento de crecimiento económico y una justa distribución de la riqueza, este se complementa con el artículo 26 indica que debe organizarse un sistema de planeación democrática en donde participen todos los sectores de la sociedad para que se incorporen las aspiraciones y demandas en los planes y programas de desarrollo. Además es el ejecutivo federal quien coordinará el proceso de planeación mediante convenios con los gobiernos estatales y la designación de los responsables de este proceso. Este artículo otorga soporte legal a la participación ciudadana en la elaboración, instrumentación y evaluación de los planes y programas nacionales, estatales, municipales y sectoriales.

El artículo 27 de la CPEUM, se refiere básicamente a la pertenencia de los recursos naturales y las formas de apropiación de los mismos, entre otros lineamientos, establece que las tierras y aguas comprendidas en el territorio nacional pertenecen a la nación y tendrá el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares e imponer las modalidades que dicte el interés público, así como de regular el aprovechamiento de los recursos naturales, con la finalidad de hacer equitativa la distribución de la riqueza pública.

En lo relativo a las expropiaciones, menciona que sólo podrán hacerse mediante indemnizaciones. En el caso concreto del PNNT, a partir de su declaración como parque nacional en 1936, no se han realizado las indemnizaciones correspondientes por lo que al interior del parque se encuentran tierras en propiedad privada y ejidal, que ha limitado el control del aprovechamiento de los recursos naturales que en él se realizan.

Con la reforma a este artículo, realizada en 1992, se eleva a rango constitucional al ejido y a la comunidad, otorgándole seguridad jurídica a los ejidatarios o comuneros que antes no tenían. Con esta reforma se pone fin a la intervención de las dependencias del sector público en la vida interna de los ejidos y comunidades, lo que implica en términos prácticos que ahora son dueños de la tierra y del uso de los recursos que se encuentran dentro. También se les dio amplio margen para que cada núcleo agrario defina sus reglas internas de convivencia, a través de un reglamento establecido en común acuerdo con los intereses y costumbres de la comunidad.

Este mismo artículo menciona que la nación dictará las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecerá las provisiones, usos, reservas y destinos de las tierras, aguas y bosques, con la intención de ejecutar obras públicas y planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En otro párrafo menciona que corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales que se encuentran dentro del territorio del país; que este dominio es inalienable e imprescindible y la explotación, uso o aprovechamiento de los recursos por los particulares o por las sociedades constituidas (ejidos o comunidades), no podrá realizarse sino mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal. El gobierno federal tiene la facultad para establecer reservas territoriales y suprimirlas.

Los recursos naturales que se encuentran dentro de un ANP, por tratarse un área con propósitos de conservación de la biodiversidad, técnicamente pertenecen a la nación, sin embargo este artículo está dando libre acceso a los recursos por la personalidad jurídica otorgada a los ejidos y comunidades; protegiendo su propiedad tanto para el asentamiento humano como para actividades productivas; es decir, falta delimitar claramente hasta donde pueden los ejidatarios usar los recursos y hasta donde el estado puede intervenir en la vida de los mismos. Cuando se decretó el PNNT como área de conservación, las localidades que se encuentran dentro ya estaban integradas y por lo tanto no fue posible excluirlas y tampoco limitar su crecimiento. No debe olvidarse que le corresponde a la Asamblea de ejidatarios o comuneros definir los límites de crecimiento urbano y las reservas territoriales para este fin. No debe olvidarse que le corresponde a la Asamblea de ejidatarios o comuneros definir los límites de crecimiento urbano y las reservas territoriales para este fin.

Como puede observarse dentro de estos artículos, se encuentran contradicciones para el uso de los recursos naturales, entre los que destacan la personalidad jurídica de los ejidos, las comunidades, los gobiernos locales, estatales y la participación social, lo anterior se refleja en la falta de un plan de manejo (quién debe hacerlo, cuando) que permita la protección del área natural protegida y hasta donde el gobierno debe intervenir y los poseedores de las tierras deben permitirlo, por ejemplo.

Se menciona también que esta ley regulará el ejercicio de los derechos de los comuneros sobre la tierra y de cada ejidatario sobre su parcela, pero en realidad se le está otorgando a los propios ejidatarios.

Por otro lado, el artículo 73, otorga al Congreso la facultad de establecer contribuciones sobre el aprovechamiento y explotación de los recursos naturales mencionados en el artículo 27. Así como la facultad para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en los ámbitos de sus competencias en materia de protección ambiental y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

El artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, otorga personalidad jurídica a los Municipios y libertad para manejar su patrimonio. Les otorga la facultad para participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; en la formulación de planes de desarrollo regional; participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia. Así como para celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales.

Es importante recordar que el Parque Nacional Nevado de Toluca es una ANP federal que su administración fue transferida al gobierno estatal en 1995, y abarca parte de diez municipios del Estado de México; por lo que se trata de un área que requiere de un ordenamiento regional.

Finalmente el artículo 124, menciona que todas las atribuciones y facultades que no estén expresamente concedidas a los funcionarios federales, se entienden reservadas a los Estados.

2.2.1.2. Ley Agraria

La ley agraria, es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia agraria y es aplicable a todo el país.

Los artículos 10, 11, y 52, sientan las bases para que sea la Asamblea, a través de un reglamento interno, quien regule la operación, la organización económica, social, laboral y la explotación de los recursos al interior del ejido. Así mismo el artículo 65 indica que a zona de urbanización de los poblados ejidales, podrá definirse por la asamblea de forma que resulte más conveniente, así mismo resolverá la delimitación de la reserva de crecimiento del poblado, conforme a las leyes en la materia.

El artículo 88, establece la prohibición de urbanización de tierras ejidales que se ubiquen en áreas naturales protegidas, incluyendo las zonas de preservación ecológica de los centros de población. Con respecto a esto es importante mencionar que la zona en estudio se trata de un área natural protegida y que los asentamientos humanos ya estaban establecidos cuando se decretó como tal, y que se le otorga libertad a la asamblea para que sea ésta la que defina hasta donde limitar el crecimiento de la localidad.

La expropiación de bienes ejidales y comunales, establecidos en el artículo 93, menciona que se puede realizar por el establecimiento, explotación o conservación de un servicio o función públicos; en la realización de acciones para el ordenamiento urbano y ecológico; creación y ampliación de reservas territoriales y áreas para el desarrollo urbano, la vivienda, la industria y el turismo; así como para promover y ordenar el desarrollo y la conservación de los recursos agropecuarios, forestales y pesqueros.

La creación del Parque Nacional Nevado de Toluca en febrero de 1936, no realizó propiamente dicha la expropiación de las tierras ejidales y particulares que comprenden el Parque y hasta la fecha no han sido indemnizados los afectados, a pesar de lo que se establece en esta legislación.

Los artículos 110 y 111 establecen la posibilidad de constituir sociedades de producción rural, con personalidad jurídica propia, con la intención de integrar recursos humanos, naturales, técnicos y financieros para el establecimiento de industrias, aprovechamientos, sistemas de comercialización y cualquier otra actividad económica en beneficio del ejido.

2.2.1.3. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos relativas a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda individuo a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; preservar, restaurar y mejorar el medio ambiente; proteger la biodiversidad, establecer y administrar las áreas naturales protegidas; regular el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles los beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; prevenir y

controlar la contaminación del aire, agua y suelo; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente; establecer los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y establecer medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley.

En el artículo 3° se define al Ordenamiento Ecológico como un instrumento de política ambiental. El artículo 5° establece las funciones de la federación en materia de medio ambiente y recursos naturales, así como de la aplicación de la política nacional en materia ambiental. La formulación de programas de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. La regulación y aprovechamiento sustentable, protección y preservación de los recursos forestales, el suelo, las aguas nacionales, la biodiversidad y demás recursos naturales de su competencia.

El artículo 11, establece la suscripción de convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos del Distrito Federal o de los Estados, con la participación, en su caso, de sus Municipios, asuman, en el ámbito de su jurisdicción territorial: la administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas, conforme a lo establecido en el programa de manejo respectivo; los cambios de uso de suelo de áreas forestales, obras en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación y actividades que por su naturaleza puedan causar desequilibrios ecológicos graves; así como actividades que pongan en riesgo el ecosistema; la protección y preservación del suelo, la flora y fauna silvestre, terrestre y los recursos forestales.

El artículo 15, establece los principios que la Federación deberá observar para la formulación y aplicación de la política nacional ambiental y la elaboración de las Normas Oficiales Mexicanas y otros instrumentos en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

En su artículo 18, se menciona que es el Gobierno Federal quién promoverá la participación de los distintos grupos sociales en la elaboración de los programas que tengan por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

El artículo 19, 19 Bis, 20 y 20 Bis establece los criterios que deberán atenderse en la elaboración de los programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio y las formas de operación y apoyo que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales deberá otorgar tanto a los Gobiernos de los Estado y Municipios para el desarrollo de los mismos. Así como las formas de participación en programas regionales, cuando el programa de ordenamiento abarque a más de una entidad federativa o más de un municipio.

Para los ordenamientos ecológicos regionales se deberá incluir al menos la descripción de sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales y las tecnologías utilizadas por los habitantes del área; se deberán determinar los criterios de regulación ecológica para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que se localicen en la región de que se trate, así como realización de actividades productivas y la ubicación de asentamientos humanos, y los lineamientos para su ejecución, evaluación, seguimiento y modificación.

Adicionalmente existen otros reglamentos de orden federal que sirven de marco legal en la elaboración de programas de ordenamientos ecológico, como es el caso del Reglamento de la Ley

General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico y en materia de Áreas Naturales Protegidas, entre otros. Y por otra parte las normas oficiales mexicanas.

2.2.1.4. Ley de Aguas Nacionales

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

En el artículo 5°, el Ejecutivo Federal promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de los estados y los municipios. La coordinación de la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica será a través de los Consejos de Cuenca, en cuyo seno convergen los tres órdenes de gobierno, y participan y asumen compromisos los usuarios, los particulares y las organizaciones sociales. Así mismo, fomentará la participación de los usuarios del agua y de los particulares en la realización y administración de las obras y de los servicios hidráulicos.

En el artículo 7, se declara de utilidad pública: la protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras.

El artículo 7 Bis, menciona que la incorporación plena de la variable ambiental y la valoración económica y social de las aguas nacionales deben considerarse en las políticas, programas y acciones en materia de gestión de los recursos hídricos.

Es preciso recordar que el PNNT es un área importante de recarga de los acuíferos de la cuenca del Río Lerma y de la cuenca del Río Balsas. Sin embargo el conflicto existente entre las diversas leyes para el aprovechamiento del recurso agua que se lleva a cabo al interior del parque, impide que haya una protección y cuidado reales de este recurso.

El artículo 9°, define que el Órgano Superior, desconcentrado de la Secretaría, con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación, en materia de gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración, regulación, control y protección del dominio público hídrico es "La Comisión", y tiene por objeto ejercer las atribuciones que le corresponden a la autoridad en materia hídrica. En el ámbito regional hidrológico, la autoridad la ejercen los Organismos de Cuenca.

El artículo 11 establece que las competencias de los Organismos de Cuenca, por su carácter especializado y atribuciones específicas que la presente Ley les confiere, actuarán con autonomía ejecutiva, técnica y administrativa, en el ejercicio de sus funciones y en el manejo de los bienes y recursos que se les destinen y ejercerán en el ámbito de la cuenca hidrológica. Sus actividades abarcan la coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre la Comisión Nacional del Agua y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal, y los

representantes de los usuarios de agua y de las organizaciones de la sociedad; son los responsables de formular y ejecutar programas para mejorar la administración del agua, el desarrollo de infraestructura hidráulica, así como apoyar en la conservación y restauración integral de las cuencas.

El PNNT, es parteaguas de dos Regiones Hidrológicas del País, por lo que el aprovechamiento del agua lo regulan dos Comités de Cuenca: El de la Cuenca del Río Lerma y El del Río Balsas.

En el artículo 14, se establece que “La Comisión” acreditará, promoverá y apoyará la organización de los usuarios para mejorar el aprovechamiento del agua y la preservación y control de su calidad, y para impulsar la participación de éstos en el ámbito nacional, estatal, regional o de cuenca.

El artículo 17, establece que es libre la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales superficiales por medios manuales para uso doméstico, siempre que no se desvíen de su cauce ni se produzca una alteración en su calidad o una disminución significativa en su caudal, en los términos de la reglamentación aplicable.

Dentro del PNNT, se encuentra una serie de cuerpos de agua, que han sido construidos con fines de explotación acuícola, lo que implica que se han desviado los cauces y se han modificado sus propiedades originales de temperatura una vez que se han utilizado para la producción de truchas. Los usuarios podrán obtener una concesión para tal uso, de acuerdo al artículo 20, 21, 21 bis, 22, 23, 23 Bis, 24 y 25 de la Ley de aguas nacionales.

En los artículos 28, 29 se establecen los derechos y obligaciones de los concesionarios del agua. En el 29 Bis las causas por la que una concesión amerita una suspensión, una extinción, revocación, restricción de uso y servidumbre.

El Artículo 48, establece que los ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios, así como los ejidos, comunidades, sociedades y demás personas que sean titulares o poseedores de tierras agrícolas, ganaderas o forestales dispondrán del derecho de explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que se les hubieren concesionado en los términos de esta Ley.

Artículo 55, regula la explotación, uso o aprovechamiento de aguas en ejidos y comunidades para el asentamiento humano o para tierras de uso común, lo que se efectuará conforme lo disponga el reglamento interior que al efecto formule el ejido o comunidad. En ningún caso la asamblea o el comisariado ejidal podrán usar, disponer o determinar la explotación, uso o aprovechamiento de aguas destinadas a las parcelas sin el previo y expreso consentimiento de los ejidatarios titulares de dichas parcelas, excepto cuando se trate de aguas indispensables para las necesidades domésticas del asentamiento humano.

En el Artículo 82, se establece que las actividades de acuicultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales no requerirán de concesión, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, otros usos permitidos y los derechos de terceros.

El artículo 96 BIS 2, considera competencia del Ejecutivo Federal las obras públicas que mejoren y amplíen el conocimiento sobre la ocurrencia del agua, en cantidad y calidad, en todas las fases del ciclo hidrológico, así como de los fenómenos vinculados con dicha ocurrencia; regulen y conduzcan el agua, para garantizar la disponibilidad y aprovechamiento del agua en las cuencas; controlen y sirvan para la defensa y protección de las aguas nacionales, así como aquellas que sean necesarias para prevenir inundaciones y sequías; permitan el abastecimiento, potabilización y desalinización,

cuya realización afecte a dos o más estados; o porque tengan importancia estratégica en una región hidrológica por sus dimensiones o costo de inversión.

Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, cualesquiera obras de infraestructura hidráulica que se requieran para su explotación, uso o aprovechamiento; y será su responsabilidad la administración y operación de estas obras, independientemente de la explotación, uso o aprovechamiento que se efectúe de las aguas nacionales, así lo establece el artículo 97.

2.2.1.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal corresponde a cada ámbito administrativo.

El artículo 5, establece que la propiedad de los recursos forestales comprendidos dentro del territorio nacional corresponde a los ejidos, las comunidades, pueblos y comunidades indígenas, personas físicas o morales, la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios que sean propietarios de los terrenos donde aquéllos se ubiquen y que los procedimientos establecidos por esta Ley no alterarán el régimen de propiedad de dichos terrenos.

El artículo 13, señala que es competencia del Estado elaborar, coordinar y aplicar los programas relativos al sector forestal de la entidad, con proyección sexenal y con visión de largo plazo; así como participar en la elaboración de los programas forestales regionales, de ámbito interestatal o por cuencas hidrológico-forestales; impulsar la participación directa de los propietarios y poseedores de los recursos forestales en la protección, conservación, restauración, vigilancia, ordenación, aprovechamiento, cultivo, transformación y comercialización de los mismos; regular el uso del fuego en las actividades relacionadas con las actividades agropecuarias. Asesorar y capacitar a los propietarios y poseedores forestales en la elaboración y ejecución de programas de manejo forestal, y en el desarrollo de su organización, así como en la creación de empresas sociales forestales, propiciando la integración de cadenas productivas y los sistemas-producto del sector.

El artículo 15, señala que es competencia de los Ayuntamientos celebrar acuerdos y convenios de coordinación, cooperación y concertación en materia forestal; participar en la planeación y ejecución de la reforestación, forestación, restauración de suelos y conservación de los bienes y servicios ambientales forestales, dentro de su ámbito territorial de competencia.

En el artículo 25, se menciona que en la celebración de convenios o acuerdos de coordinación, se tomará en consideración que los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los municipios en su caso, cuenten con los medios necesarios, para el desarrollo de las funciones que soliciten asumir.

El artículo 27, menciona que para dar cumplimiento a los objetivos del Sistema Nacional Forestal, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, se coordinará con otras Secretarías y con la Comisión Nacional Forestal para vincular a los Distritos de Desarrollo Rural con las Promotoras de Desarrollo Forestal, en la atención de los propietarios y poseedores forestales.

En el artículo 28, se establece que la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Federal de Electricidad también se coordinarán con la Secretaría, a fin de desarrollar acciones y presupuestos tendientes al manejo integral de las cuencas, así como para promover la reforestación en zonas con vocación natural que beneficien la recarga de cuencas y acuíferos, en la valoración de los bienes y servicios ambientales de los bosques y selvas en las cuencas hidrológico-forestales; así mismo, la Comisión y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, se coordinarán para la atención de los programas afines en materia forestal dentro de las áreas naturales protegidas.

Los artículos 29 y 30 consideran como área prioritaria del desarrollo Nacional al desarrollo forestal sustentable.

En su artículo 33 señala como criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola que: la utilización del suelo forestal debe hacerse de manera que éste mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación y la integración regional del manejo forestal, tomando como base preferentemente las cuencas hidrológico-forestales.

Con relación a la planeación del desarrollo forestal, el artículo 37, señala que se elaborarán programas regionales, atendiendo la geografía de las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales y considerando particularmente la situación que guarden los ecosistemas forestales y los suelos.

La zonificación forestal, se define en el artículo 48, como el instrumento en el que se identifican, agrupan y ordenan los terrenos forestales dentro de las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales.

El artículo 49, menciona que esta zonificación deberá realizarse con base en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos y en los programas de Ordenamiento Ecológico, y que deberá someterse su aprobación a la Secretaría. Los objetivos de las Normas Oficiales Mexicanas en Materia Forestal, se establecen en el artículo 55.

Las vigencias de las autorizaciones y obligaciones de los titulares para el aprovechamiento de los recursos forestales, se establecen en los artículos 60 y 62.

Es importante recordar que el PNNT no cuenta con un programa de manejo autorizado por la Secretaría, por lo que no existe un control real de dichas autorizaciones y tampoco de la vigencia de las mismas.

El artículo 76, establece que en el caso de áreas naturales protegidas, los aprovechamientos forestales deberán presentar una manifestación de impacto ambiental.

Con relación a las plantaciones forestales comerciales, el artículo 85 las prohíbe en sustitución de la vegetación primaria nativa actual de los terrenos forestales; y en artículo 86, se establece que en terrenos temporalmente forestales y preferentemente forestales se promoverá de manera primordial la utilización de especies nativas que tecnológicamente y económicamente sean viables.

Para el aprovechamiento de recursos no maderables se requiere un aviso por escrito a la autoridad competente, de acuerdo a lo establecido en el artículo 97. Así mismo el artículo 100, menciona que no se otorgarán autorizaciones si el aprovechamiento pudiera poner en riesgo las poblaciones respectivas y las funciones ambientales de los ecosistemas, incluyendo suelo, agua y paisaje.

En el artículo 104, se menciona que el aprovechamiento de recursos y materias primas forestales para uso doméstico, las actividades silvopastoriles en terrenos forestales y las de agrosilvicultura se sujetarán a lo que establezca el Reglamento de la presente Ley y a las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría.

La delimitación de las unidades de manejo forestal, estará a cargo de la Comisión, en coordinación con las entidades federativas tomando como base preferentemente las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales, de acuerdo con el artículo 112.

En cuanto a las autorizaciones de cambios de uso del suelo, el artículo 117, establece que la Secretaría sólo podrá autorizarlos en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

El artículo 127, menciona que cuando se presenten procesos de degradación o desertificación, o graves desequilibrios ecológicos en terrenos forestales o preferentemente forestales, la Comisión formulará y ejecutará, en coordinación con los propietarios, programas de restauración ecológica con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para la recuperación.

El artículo 129, establece que para fines de restauración y conservación, la Secretaría, escuchando la opinión técnica de los Consejos y de la Comisión Nacional del Agua, declarará áreas de protección en aquellas franjas, riberas de los ríos, quebradas, arroyos permanentes, riberas de los lagos y embalses naturales, riberas de los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones, áreas de recarga y los mantos acuíferos, con los límites, extensiones, ubicaciones y requerimientos pertinentes, sobre la base de criterios, indicadores o a la Norma Oficial Mexicana. Y en artículo 131, se menciona que la reforestación que se realice con propósitos de conservación y restauración, las actividades de forestación y las prácticas de agrosilvicultura en terrenos degradados de vocación forestal no requerirán de autorización y solamente estarán sujetas a no causar un impacto negativo sobre la biodiversidad.

2.2.2. Ámbito estatal

2.2.2.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México

El artículo 18 establece que son las autoridades estatales quienes ejecutarán programas para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales del Estado y evitar su deterioro y extinción, prevenir y combatir la contaminación ambiental y que la legislación y las normas que al efecto se expidan pondrán énfasis en el fomento de una cultura de protección a la naturaleza, al mejoramiento del ambiente, al aprovechamiento racional de los recursos naturales y a la propagación de la flora y de la fauna existentes en el Estado.

2.2.2.2. Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México

Esta Ley es de orden público, interés social y de observancia general en todo el territorio del Estado de México, y tiene por objeto: Regular el ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponden a las autoridades estatales y municipales del Estado, en el ámbito de sus respectivas competencias; garantizar el derecho de toda persona, dentro del territorio de la Entidad, a vivir en un ambiente sano y equilibrado, adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; regular el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración de los elementos naturales, de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos con la preservación de los ecosistemas; y establecer los criterios ambientales para el manejo de recursos naturales, la prevención y control de la contaminación del agua, aire y suelo, ordenando ecológicamente el territorio estatal

El artículo 2, considera de orden público al Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México; la participación social de toda persona, individual o colectivamente, en toda actividad, pública o privada, que tenga por objeto la preservación o restauración del equilibrio ecológico o la protección del ambiente; la protección y preservación de las áreas naturales.

Las facultades del Ejecutivo Estatal en materia ambiental se establecen en el artículo 6, entre las que destacan por su aplicación en el presente trabajo: la formulación, conducción y evaluación de la política y los criterios ambientales y ecológicos en el Estado; la celebración de convenios con los municipios para transmitir a éstos las facultades de administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia estatal; regular el aprovechamiento sustentable y la prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal o de las nacionales que le estén asignadas, sin perjuicio de las facultades de la Federación; formular, expedir y ejecutar los programas ecológicos para el territorio del Estado de México con la participación de las dependencias de la Administración Pública local y de los municipios, respecto de los asentamientos humanos.

El artículo 7 establece las competencias de los Ayuntamientos en materia ambiental, entre éstas: formular y expedir los programas de Ordenamiento Ecológico Municipal de su territorio, en congruencia con lo señalado por el Ordenamiento Ecológico del Estado, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo, establecidos en dichos programas.

Es importante mencionar que el PNNT está integrado por territorios de diez municipios y que para el caso de un Ordenamiento Ecológico o elaboración de su plan de manejo corresponde al conjunto de

municipios su planteamiento.

En el artículo 10, se listan los principios bajo los cuales se rigen la formulación y conducción de la política ambiental en los términos previstos por esta Ley.

En los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18, se describen las consideraciones para el planteamiento y regulación del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado; los diferentes niveles de ordenamiento; los contenidos que deberán contemplarse para su elaboración; las autoridades e instancias responsables de su ejecución; las bases y procedimientos para la formulación, aprobación, expedición, evaluación y su modificación.

El artículo 39 establece que toda zona del territorio del Estado de México será considerada objeto de preservación, restauración y protección. Es importante mencionar que el PNNT no cuenta con un programa de manejo.

El artículo 40, define que un uso o aprovechamiento es socialmente necesario, cuando se pretenda obtener la satisfacción de la demanda, real y directa en la entidad, de un elemento natural no susceptible de obtenerse de otra fuente dentro del territorio del Estado de México o cuando la realización de toda actividad tienda a mejorar de manera efectiva las condiciones económicas, culturales, educativas, de salud y, de bienestar de las comunidades asentadas en el área natural protegida, siempre que los habitantes participen de manera directa en la toma de decisiones y realización de las actividades, usos o aprovechamientos pretendidos.

También se declararán las reservas territoriales para urbanización que se consideren necesarias, cuyo único uso posible será el de casa habitación o de servicios directamente relacionados con el mismo; asimismo, se considerarán las presiones que se pudieran llegar a ejercer sobre los ecosistemas y el medio ambiente por la demanda de elementos naturales para satisfacer las necesidades de la población ahí asentada.

En la sección segunda de esta Ley, relativa a las categorías y regímenes de Protección Especial de las Áreas Naturales, se mencionan las categorías de Parques Estatales, Municipales, Privadas, de Centros de Población, entre otros; las restricciones; las declaratorias, administración y manejo de las mismas, pero no se describen las atribuciones, derechos y obligaciones en la administración de parques nacionales competencia de la Federación que han sido transferidos al Gobierno del Estado.

Una vez decretada un área natural protegida, la Secretaría formulará el programa de manejo correspondiente, dando participación a los habitantes, propietarios y poseedores de los predios en ella incluidos, a las demás dependencias competentes, los municipios, así como a organizaciones sociales, públicas o privadas, y demás personas interesadas; así lo establece el artículo 62. Mientras que el 63 define los contenidos que deberán integrarse en este plan de manejo.

El artículo 64 menciona que una vez que se cuente con el programa de manejo respectivo, la Secretaría podrá otorgar a los gobiernos de los municipios, así como a ejidos, comunidades agrarias, pueblos autóctonos, grupos y organizaciones sociales y demás personas físicas o morales interesadas, la administración de las áreas naturales protegidas a que se refiere esta Ley.

El artículo 69, establece que El Ejecutivo Estatal podrá promover ante la Federación el establecimiento o modificaciones de áreas naturales protegidas reservadas a la Federación, así como convenir con ésta la transferencia y manejo de las áreas naturales.

Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos, se establece en los artículos 75, 76, 77 y 78 de esta Ley. Con relación a la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo y sus recursos, los criterios que deberán observarse se encuentran en el artículo 79.

2.2.2.3. Ley Agrícola y Forestal del Estado de México

El artículo 1 de esta Ley, indica que las disposiciones de ésta son de orden público e interés social y sus objetivos son: establecer las bases para promover el desarrollo de las actividades agrícolas y forestales en la entidad; fomentar el mejoramiento de las condiciones de la producción agrícola y forestal, mediante el aprovechamiento racional de los recursos naturales, la transferencia de los resultados de la investigación científica y técnica, la organización y capacitación de los productores, la elaboración de procedimientos de comercialización, el otorgamiento de estímulos para la producción y la promoción de obras de infraestructura y de inversiones; y determinar las acciones de coordinación entre las autoridades estatales, municipales y las organizaciones sociales, así como la participación de los productores, en el proceso agrícola y forestal.

Las atribuciones del Ejecutivo Estatal, se establecen en el artículo 7, entre las que se encuentran: impulsar y coordinar con las dependencias federales y ayuntamientos del desarrollo de actividades de la materia; celebrar convenios en la materia con la federación, municipios, así como con otras instituciones públicas y personas físicas o morales de los sectores social y privado.

Son atribuciones de los Ayuntamientos: fomentar la participación de las organizaciones de productores agrícolas y forestales en los beneficios derivados de esta Ley; participar en la planeación y elaboración de programas para el fomento de la actividad agrícola y forestal; concurrir con las autoridades estatales en la determinación de disposiciones y programas para regular el mejoramiento y conservación de recursos naturales destinados a actividades agrícolas y forestales; coadyuvar en la vigilancia de las áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal o federal; entre otras.; como lo establece el artículo 8.

En el artículo 12, se establece que es El Ejecutivo del Estado quien promoverá la participación de los municipios, de las organizaciones sociales y de los productores, en la planeación y en la elaboración de programas y acciones para el desarrollo y fomento de la actividad agrícola y forestal, procurando el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos naturales de la entidad.

Y que será la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, en coordinación con las dependencias federales, estatales y municipales, y con la participación de las organizaciones de productores, quienes determine las zonas económico-agrícolas y la regionalización de cultivos, para el mejor aprovechamiento de los recursos del suelo, agua y vegetales, así como para la elaboración y ejecución de los programas y acciones de fomento agrícola y forestal, de acuerdo al artículo 13.

Con relación a la conservación y mejoramiento de los recursos destinados a las actividades agrícolas y forestales, los artículos 15, 16 y 17 establecen las atribuciones de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario para: la elaboración de programas necesarios para regular el mejoramiento, conservación, restauración y uso racional de los recursos naturales destinados a actividades agrícolas y forestales; para la promoción de la investigación y la realización de estudios de riesgo o deterioro del suelo y del agua y de los que permitan la preservación del material genético de las especies vegetales; así como en la compactación de superficies agrícolas y forestales, cualquiera

que sea el régimen de propiedad, para integrar unidades productivas que permitan la ejecución de programas específicos.

El artículo 22, señala que la Secretaría coadyuvará en el cuidado de las áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal, municipal o federal.

2.2.2.4. Código administrativo del Estado de México

2.2.2.4.1. Libro Cuarto. De la conservación ecológica y protección al ambiente

El artículo 1 tiene por objeto regular las acciones a cargo del Estado y los municipios en materia de conservación ecológica y protección al ambiente en el marco de las políticas establecidas para el desarrollo sustentable.

Los artículos 14, 15 y 16, especifican los tipos de ordenamientos ecológicos que deben elaborarse, así como las características, contenido de los mismos y las instancias involucradas en su elaboración.

Los tipos y características de las áreas naturales protegidas que competen al Gobierno del Estado y municipios, así como las prohibiciones, se desglosan en los artículos: 24, 25, 26, 27 y 28.

Los requisitos de las declaratorias para el establecimiento, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas, así como los convenios necesarios para el manejo de las mismas, se especifican en los artículos del 29 al 41 de este lineamiento.

El artículo 42, establece la voluntad de las personas para destinar sus predios a las acciones de conservación ecológica de los ecosistemas y su biodiversidad representativos del Estado. Para tal efecto, solicitarán a la Secretaría de Medio Ambiente la expedición del certificado que reconozca sus predios como área voluntaria de conservación ecológica.

El artículo 52, menciona que es responsabilidad de la Secretaría del Medio Ambiente, emitir dictámenes de factibilidad en materia ambiental de conformidad con lo que establezca el programa de Ordenamiento Ecológico.

El artículo 116, menciona que es atribución del Ejecutivo Estatal, por conducto de la Secretaría del Medio Ambiente y las demás dependencias públicas, promover la participación corresponsable de la sociedad en planeación, ejecución y evaluación de la política ambiental y de recursos naturales, la cual deberá fomentar, de forma fundamental, la protección al ambiente y el equilibrio de los ecosistemas.

2.2.2.4.2. Libro Noveno. Del fomento y desarrollo agropecuario, acuícola y forestal

Los artículos 1 y 2 de este libro, tienen por objeto regular el fomento y desarrollo de las actividades agropecuarias, acuícolas y forestales; así como lograr en la entidad un incremento sostenido de las actividades agropecuarias, acuícolas y forestales para contribuir al desarrollo rural del Estado.

En el artículo 7, se señala que el impulso del desarrollo agropecuario, acuícola y forestal tendrá presente en todo momento el desarrollo sustentable de la producción primaria, bajo criterios de

conservación, recuperación, rehabilitación y uso óptimo de los suelos, el agua, los bosques y demás recursos naturales, así como de prevención y mitigación del impacto ambiental de las actividades productivas en los ecosistemas y la biodiversidad.

Son facultades de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, promover proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico en materia agropecuaria, acuícola y forestal; que la realización de la investigación y desarrollo tecnológico sea de carácter multidisciplinario e interinstitucional; la creación, desarrollo y vinculación de agrupaciones, patronatos, fundaciones, institutos y fideicomisos que impulsen la investigación y desarrollo tecnológico de las áreas agropecuarias, acuícolas y forestales en la entidad; de acuerdo al artículo 9.

La Ley establece que son atribuciones de la Protectora de Bosques del Estado de México, la protección, conservación, reforestación, fomento y vigilancia de los recursos forestales; realizar el estudio dasonómico que permita clasificar los bosques y suelos de vocación forestal en el territorio estatal; formular y actualizar permanentemente el inventario forestal; proponer, para el fomento y desarrollo de los recursos forestales, el establecimiento de áreas de reserva para proteger la biosfera, así como de zonas de protección forestal para la conservación de los ecosistemas; realizar trabajos de reestructuración y reforestación, defensas de suelos y otros encaminados a proteger y utilizar con mayor provecho los bosques, los suelos y las aguas; realizar programas de investigación para el desarrollo de los recursos y especies forestales y para el perfeccionamiento de sus técnicas, sistemas y procedimientos; entre otros.

2.3. MARCO ADMINISTRATIVO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

2.3.1. Ámbito Federal

2.3.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Dentro de este Plan se resalta la importancia del medio ambiente y de la sustentabilidad, lo cual se constituye como uno de los principales retos que enfrenta México para la competitividad y el desarrollo económico y social; que se refleja como el eje transversal de las políticas públicas.

La sustentabilidad ambiental es un criterio rector en el fomento de las actividades productivas; la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas, tomará en cuenta el impacto y riesgo ambientales, así como el uso eficiente y racional de los recursos naturales; se promoverá una mayor participación de todos los órdenes de gobierno y de la sociedad en su conjunto.

Uno de los principales retos que tiene esta administración, es que México sea un participante activo en el desarrollo sustentable internacional, por lo que se ha suscrito en diversos acuerdos de alcance mundial, entre los que destacan el Convenio sobre Diversidad Biológica; la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto; el Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes; el Protocolo de Montreal, la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación; la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; entre otros. El país ha participado en los esfuerzos de cooperación internacional en la construcción de la agenda ambiental internacional, impulsando los principios de equidad y responsabilidad común.

Esta agenda comprende temas fundamentales como la mitigación del cambio climático, la reforestación de bosques y selvas, la conservación y uso del agua y del suelo, la preservación de la biodiversidad, el Ordenamiento Ecológico y la gestión ambiental. Estos temas pueden atenderse desde tres grandes líneas de acción: aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, protección del medio ambiente, y educación y conocimiento para la sustentabilidad ambiental.

2.3.1.2. Programa Estratégico Forestal para México 2025

Se fundamenta en el Acuerdo Interinstitucional en Materia Forestal, firmado entre los Gobiernos de México y Finlandia el 22 de febrero de 1999. Fue integrado mediante una cooperación técnica del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), convenida con la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), para sufragar parcialmente el costo de su elaboración. Los recursos provinieron del Fondo Fiduciario de Cooperación Técnica Finlandés para Servicios de Consultoría, que administra el BID. Adicionalmente, el Gobierno de Finlandia acordó que la SEMARNAP aportara otra parte de los costos de su elaboración (CONAFOR, 2001).

El Programa Estratégico Forestal para México 2025 (PEF), tiene como objetivos: impulsar y fortalecer el desarrollo sustentable de los recursos naturales en los ecosistemas forestales a través de acciones de conservación, protección, restauración, fomento y producción para el bienestar de la sociedad, basados en ajustes de las políticas, instituciones y legislación, así como en la propuesta

de un programa de inversiones. El propósito es aprovechar las estrategias establecidas para formular planes y programas operacionales de corto, mediano y largo plazos, encaminados al uso sustentable de los recursos forestales (CONAFOR, 2001).

La visión del PEF, se resume en las siguientes premisas: Las personas que habitan así como los dueños y poseedores de terrenos en las zonas forestales, habrán mejorado su calidad de vida, pues contarán con más y mejores empleos.

Se reducirá la tasa de deforestación, millones de hectáreas de suelos degradados habrán sido restauradas y se logrará el rescate de cuencas a través de programas de reforestación y restauración de suelos. Se contará con un sistema nacional de áreas naturales protegidas integrado y fortalecido, lo que disminuirá la presión sobre la biodiversidad.

Se habrá fortalecido la corresponsabilidad entre sociedad y gobierno en la definición y aplicación de las políticas forestales; una vez efectuadas las reformas jurídicas, se contará con una normatividad accesible, sencilla y eficaz que se aplicará de manera coordinada entre los tres órdenes de gobierno, en el contexto de un auténtico federalismo forestal.

Disminuirá la tala clandestina y otras actividades ilícitas y se contará con el ordenamiento territorial para establecer el uso del suelo de acuerdo a su vocación natural.

Después de realizar un diagnóstico sobre el estado que guardan los bosques y selvas de México se estableció una estrategia basada en ocho principios, que permitirá un manejo forestal sustentable:

- ✓ Uso adecuado de los terrenos de vocación forestal (TVF) con el objeto de mejorar la calidad de vida de los mexicanos.
- ✓ El combate a la pobreza de los propietarios y poseedores de TVF.
- ✓ El dueño de TVF, es beneficiario directo de los derechos, beneficios y responsabilidades por el buen manejo del bosque.
- ✓ La actividad forestal debe ser un negocio rentable.
- ✓ Los sectores social y privado representan el motor del desarrollo forestal.
- ✓ El estado debe funcionar como promotor y facilitador de las condiciones para el desarrollo forestal.
- ✓ Toda la cadena productiva debe ser competitiva.
- ✓ La integridad y el equilibrio ecológicos deben ser respetadas.

Cada una de estas estrategias pretende dar atención al manejo forestal sustentable en tres escenarios: manejo básico, manejo I y manejo II. Adicionalmente el programa cuenta con una serie de objetivos, estrategias y líneas de acción prioritarias por actividad, las cuales se listan a continuación: a) atención a los problemas fundamentales; b) control y disminución de la presión externa sobre los recursos forestales; c) desarrollo de los recursos forestales; d) producción maderable y no maderable (dentro de esta actividad se encuentra el aprovechamiento forestal); y e) los servicios ambientales.

Concretamente para el aprovechamiento forestal se tienen entre los principales objetivos: Lograr el aprovechamiento integral de los recursos forestales; elevar la calidad de vida de los habitantes de

estas zonas; satisfacer las necesidades de abasto, en la cantidad y calidad requeridas por la industria forestal, sin exceder la capacidad productiva de los ecosistemas; incrementar el capital natural de los ecosistemas forestales; modernizar la tecnología y los sistemas de la fase extractiva.

Algunas de las estrategias propuestas son: asegurar que los programas de manejo forestal se conviertan en instrumentos efectivos de planeación, control, operación y seguimiento de los aprovechamientos, la protección y restauración forestales; apoyar la capacitación y adiestramiento de los trabajadores que laboran en las actividades de extracción e industrialización y el fortalecimiento de la infraestructura vial en regiones forestales.

Las principales líneas de acción prioritarias que se proponen son: desarrollar un programa nacional de investigación, validación y transferencia de tecnología sobre técnicas y planeación de la extracción; promover una mayor participación de la banca privada en el financiamiento de proyectos de aprovechamiento forestal; introducir ajustes en los programas de manejo para facilitar la cuantificación de sus metas y la evaluación de sus resultados; impulsar y fortalecer las actividades de organización para la producción de los sectores social y privado.

2.3.1.3. Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006

Uno de los objetivos primordiales de este Programa es promover el desarrollo sustentable de los ecosistemas forestales, mediante acciones de conservación, protección, restauración, fomento y producción a fin de promover el bienestar de la sociedad; aplicando seis políticas generales a saber: adoptar un *enfoque holístico* donde se tomen en cuenta las interrelaciones que existen entre agua, aire, suelo, recursos forestales y los componentes de la diversidad biológica para lograr un manejo integral de los recursos naturales en el territorio nacional; a través de *tareas compartidas* por diversas secretarías e instituciones del gobierno federal, que serán responsables de promover el desarrollo sustentable en sus actividades y programas a través de acciones específicas y metas cuyo desempeño pueda medirse periódicamente; aplicando una *nueva gestión*, lo que implica cambiar el enfoque estratégico de la gestión ambiental, impulsar un nuevo federalismo con una normatividad clara, eficiente y de vanguardia, para detener y revertir la degradación de los ecosistemas, buscando una relación y diálogo respetuoso entre las autoridades federales, las estatales y municipales, una acción conjunta y coordinada para que la gestión ambiental sea eficaz y eficiente.

Promover entre los usuarios de los recursos naturales y de los servicios ambientales que reconozcan su *valor económico y social* por su uso racional; con *apego a la legalidad* y combate a la impunidad ambiental; con la *participación social* y atendiendo la *rendición de cuentas*.

La estrategia para lograr lo anterior es contar con un plan general de largo plazo que dé rumbo y contemple grandes definiciones (Plan Estratégico Forestal 2025).

Se establecen también como estrategias las siguientes: establecer mecanismos de coordinación, integración de políticas y comunicación y; desarrollar capacidades en los estados, municipios y sociedad civil en materia de conservación y ANP; impulsar y consolidar el modelo del Programa de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS) en ANP o equivalente a sus áreas de influencia; tener un programa permanente de sinergia institucional con otros sectores de la sociedad y del gobierno; fortalecer las acciones de inspección y vigilancia del medio ambiente y los recursos naturales.

También se establecieron algunas acciones y metas que pudieran impactar en la calidad de vida de la población a través de programas que incentiven la reconversión de terrenos de uso agropecuario con vocación forestal; de la ampliación de la capacidad de cobertura de diagnóstico y control sanitario de la superficie forestal; mejorar los programas de silvicultura para favorecer la supervivencia de la reforestación natural y artificial; así como fortalecer los programas orientados a la restauración y conservación de suelos y aguas conforme lo establece el artículo 115 constitucional.

Para promover las plantaciones comerciales mediante del desarrollo de proyectos integrales de aprovechamiento de corto, mediano y largo plazo entre propietarios e inversionistas y operar programas que motiven el desarrollo de la silvicultura como una actividad rentable bajo principios de sustentabilidad; se requiere de programas de Ordenamiento en primer lugar y planes de manejo de cada área natural protegida que dirijan esas actividades y esos proyectos, que concreten lapsos de tiempo, responsabilidades y zonas concretas para uso y/o conservación de los recursos naturales y naturalmente promoviendo la participación social en la toma de decisiones, supervisión y evaluación de programas y procesos forestales, así como dar cuenta permanente de ellos.

2.3.1.4. Programa Nacional Forestal 2001-2006

Algunas de las metas planteadas en el Programa Nacional Forestal 2001-2006, es el diseño de un sistema de información nacional forestal que dé confiabilidad, transparencia y favorezca la toma de decisiones en el sector; el desarrollo del sistema de planeación forestal (5 macro regiones, 13 regiones hidrográficas y 32 entidades federativas) que garanticen el manejo forestal sustentable en el corto, mediano y largo plazos; así como crear una estructura sólida de investigación que garantice el desarrollo del sector en condiciones competitivas y de sustentabilidad.

En la cuestión de manejo forestal, se tiene contemplado: Elevar la producción y productividad de las áreas bajo manejo forestal; mejorar la calidad de las masas forestales mediante la correcta aplicación de técnicas silvícolas; lo anterior a través de la adecuación de las normas de elaboración, ejecución y seguimiento de programas de manejo forestal; la actualización de los manuales de aplicación de los diversos métodos de ordenación forestal existentes en el país; y la consideración en los programas de manejo de producción de bienes maderables y no maderables; creando las condiciones adecuadas para que los dueños y poseedores de tierras forestales realicen procesos de valor agregado a sus recursos en función del volumen total de árbol de acuerdo a la especie forestal.

En el renglón de Aprovechamiento forestal maderable, se consideró aumentar la rentabilidad del aprovechamiento forestal maderable; lograr el aprovechamiento integral de los recursos forestales maderables sin exceder la capacidad de carga de los ecosistemas e incrementar el capital natural de los ecosistemas forestales. Para lograr lo anterior, es necesario contar con planes de manejo y programas de ordenamiento de áreas forestales, considerados como instrumentos de planeación y seguimiento de los aprovechamientos, protección y restauración forestal, que dirijan las actividades de aprovechamiento forestal sustentable, y la coordinación de las diversas instituciones encargadas de incentivar a los poseedores, otorgar los permisos de aprovechamiento, organizar a los diversos actores sociales y dar seguimiento a lo establecido en estos planes de manejo.

En la sección de Investigación y desarrollo tecnológico, las metas son: establecer y coordinar el

programa nacional de investigación y desarrollo tecnológico que requieren el aprovechamiento sustentable y la conservación de los recursos forestales; lograr que los esfuerzos y las acciones interdisciplinarias e interinstitucionales en materia de investigación y desarrollo tecnológico se articulen de una manera eficaz y eficiente; y transferir oportuna y eficazmente los conocimientos y tecnologías que produzcan mayores ingresos a los propietarios forestales.

2.3.1.5. Programa de trabajo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas 2001-2006

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, inició labores en junio de 2000, con la finalidad de consolidar y hacer funcionar el Sistema de Áreas Naturales Protegidas existente en el país, así como la administración de las mismas. Se estableció como misión conservar el patrimonio natural del país, a través de las ANP y de los Programas de desarrollo rural sustentable (PRODERS) en regiones prioritarias; y como visión: articular y consolidar un sistema con cobertura nacional de Regiones prioritarias para la conservación.

Entre sus principales objetivos se encuentran: Conservar el patrimonio natural de México y los procesos ecológicos a través de ANP y PRODERS, asegurando una cobertura y representatividad biológica; promover el uso de los ecosistemas, bienes y servicios con criterios de sustentabilidad, involucrando a grupos indígenas y rurales en el diseño y operación de las actividades productivas.

Para lograr sus objetivos, se establecieron estrategias, de las cuales sólo se mencionarán las relacionadas con este trabajo de investigación: Elaboración y adecuación de programas de manejo de ANP; integración de esfuerzos con instituciones académicas y de investigación, así como de los gobiernos en sus distintos niveles y ONG's, para incorporar personal especializado en la administración de ANP. Y por el lado de los PRODERS, promover la aplicación de ordenamiento territorial a nivel micro regional y comunitario.

Se establecieron once procesos y doce proyectos estratégicos que dan línea para la consecución de los objetivos, metas, acciones e indicadores planteados para esta administración: entre los procesos relacionados con estos temas se encuentran: Integración de las ANP en el Ordenamiento Ecológico del territorio; fomento de la participación social y atención a contingencias y proyectos especiales de ANP. Dentro de los proyectos destacan: Consolidar el Sistema Nacional de ANP; inspección y vigilancia en ANP en coordinación con la PROFEPA.

2.3.1.6. Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001-2006

La visión que como país se planteó en este Programa, requiere formular políticas, estrategias e instrumentos de planeación que permitan integrar eficientemente el desarrollo urbano con el desarrollo regional e incidir en la mejora de la calidad de vida de la población; fundada en el fortalecimiento del federalismo, respeto a la soberanía de los estados y la autonomía de los municipios.

El Programa se basa en los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y en los de la Secretaría de Desarrollo Social. Las políticas establecidas en este plan permitirán potencializar la capacidad económica, disminuir las desigualdades sociales, conservar los recursos naturales e impulsar la dotación y ampliación de la vivienda, infraestructura de servicios y equipamiento social y productivo en regiones, ciudades y localidades rurales, para garantizar la mejora de la calidad de vida de los mexicanos.

La Ordenación del Territorio se plantea como una política de Estado, en la que se pretende establecer un marco de colaboración interinstitucional orientada a lograr una efectiva coordinación y la adopción de una visión integral con enfoque estratégico y de sustentabilidad.

Dentro de sus objetivos estratégicos, se plantean: Integrar un sistema Urbano Nacional en sinergia con el desarrollo regional en condiciones de sustentabilidad; implementando estrategias, entre las que se destaca la de diseñar, proyectar, promover, normar y articular una política de Estado de Ordenación del Territorio y de Acción Urbana-Regional.

2.3.2. Ámbito Estatal

2.3.2.1. Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011

Dentro de la vertiente Desarrollo Sustentable, se encuentra la Estrategia 1: *Integración de la variable ambiental en las actividades productivas*, que promueve una alianza ambiental con todos los municipios, los sectores productivos, instituciones académicas y organizaciones sociales para consolidar la cultura de protección al medio ambiente; también se fortalecen los procesos de planeación ambiental con la participación social, elaborando y actualizando los programas de Ordenamiento Ecológico estatal, regionales y municipales, así como los programas de manejo de las áreas naturales protegidas.

En la Estrategia 2: *Programas de conservación, prevención, preservación, protección, remediación y restauración de las áreas naturales protegidas y zonas forestales*, se estimula el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; el fortalecimiento del control y vigilancia de áreas naturales protegidas; así como su protección de los santuarios del agua, disminuyendo la tala clandestina, los cambios de uso de suelo y los incendios forestales.

La Estrategia 6: *Remediación y restauración de sitios alterados*, menciona que se impulsarán acciones tendientes a la restauración, remediación, recuperación y rehabilitación del equilibrio ecológico, con la finalidad de evitar el cambio climático, frenar la desertificación, erosión y salinización del suelo, incrementar la recarga de acuíferos, conservar el suelo y evitar la desaparición de la flora y fauna de la entidad.

En la estrategia *Manejo sustentable del suelo*, se propone fomentar en los sectores productivos que realicen actividades de exploración o manejo de depósitos del subsuelo, el cumplimiento en la restauración del suelo y subsuelo afectados, reforestar y regenerar los entornos volcánicos, así como las estructuras geomorfológicas dañadas. También se propone promover programas de conservación, protección y restauración de la calidad de los suelos mediante técnicas bioagroecológicas.

Con relación al recurso agua, se tienen contempladas algunas líneas de acción como: Fortalecer las acciones para garantizar la disponibilidad del agua, frenar la degradación, sobreexplotación y contaminación de cuencas y acuíferos; desarrollar un programa integral de restauración y protección de cuencas hidrológicas; promover los santuarios del agua y desarrollar sus planes de manejo; monitorear la calidad del agua en los acuíferos, cuerpos de agua y corrientes; establecer un programa intensivo de conservación y recuperación de suelos como estrategia a largo plazo para evitar la pérdida de la capa vegetal y el asolvamiento de la infraestructura hidráulica.

En este sentido el PNNT juega un papel muy importante en cuanto a la recarga de acuíferos y protección de cuencas hidrológicas; así como el asolvamiento de zonas bajas.

2.3.2.2. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 1999

Es un instrumento de política ambiental, cuyo objetivo es inducir, desde el punto de vista ambiental, el uso del suelo y las actividades productivas de la entidad, con la finalidad de lograr la protección al ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales, partiendo del análisis en el deterioro y potencialidades de los mismos.

Este ordenamiento se orienta al fomento del crecimiento ecológico y social de la región, a elevar el nivel de vida de la población y al aprovechamiento racional de sus recursos naturales, es un instrumento de aplicación práctica que dirige las actividades productivas hacia el desarrollo sustentable de la entidad.

Dentro de los objetivos particulares, persigue integrar un diagnóstico que identifique la situación actual de los subsistemas natural, social y económico, así como las áreas de atención prioritaria en el Estado de México; delimitar unidades ecológicas con base en la regionalización establecida por la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte y el Instituto Nacional de Ecología; aplicar las políticas ambientales de conservación, protección, restauración y aprovechamiento en las 602 unidades ecológicas determinadas y conformar un sistema de información geográfica para apoyo del Ordenamiento Ecológico.

Es importante resaltar que se trata de un Ordenamiento Ecológico Estatal, lo que implica que la escala de trabajo para realizarlo fue 1:250 000 y que las unidades ambientales que se determinaron para el PNNT no necesariamente coinciden con los resultados de este trabajo, ya que la escala de la información base generada fue 1:50 000.

CAPÍTULO III. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA

Propuesta metodológica

Se propone una metodología para realizar un Ordenamiento Ecológico Territorial y los alcances de este trabajo de tesis, son llegar al diagnóstico integrado como base para el mismo.

Dadas las complejas relaciones que se desarrollan en la realidad, se requiere de estudios con enfoque sistémico que permita detectar las interacciones entre el medio físico, el sistema productivo y la estructura socioeconómica que se dan en el territorio y éste a su vez, dependerá del contexto histórico que lo llevó a la situación. Por supuesto que cada territorio tiene su propio comportamiento y cada región posee sus propias particularidades.

La metodología que se propone toma como base cuatro metodologías, aunque tres de ellas se aplican en el ámbito nacional o regional y sólo una en el ámbito municipal (no sobre una ANP); sin embargo, por la manera como abordan el problema, representan un soporte importante para la aplicación en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Parte de esta propuesta fue presentada en el Coloquio de Investigación (2007), que la Universidad Autónoma del Estado de México realiza anualmente.

La metodología base fue la que propone el SEMARNAP-INE (2000a), por tratarse del caso mexicano (aunque nacional) y por ser la única propuesta de Ordenamiento Ecológico del Territorio. La que propone el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997), se eligió por tratarse de una propuesta municipal, lo que implica un mayor detalle en la información requerida y el nivel de resultados, que está más cerca de la zona de estudio, así como por ser un país latino quién la propone. La de Gómez (2002), por tratarse de metodologías exitosas en ámbitos más detallados (provinciales), pero que se han llevado a cabo en territorio español. Finalmente la propuesta de Pujadas y Font (1998) por el detalle de aplicación de las técnicas de valoración, de diagnóstico y de selección de alternativas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), juegan un papel primordial en el desarrollo de esta metodología, pues sin esta herramienta, difícilmente podría manejarse la gran cantidad de información que implica el desarrollo de una propuesta de ordenamiento. Pues es a través de los SIG, que podrán obtener los mapas síntesis y armar diversos dentro del PNNT.

Para el caso mexicano, hasta mayo de 2005, se habían concluido 25 Ordenamientos y podrían concluirse 7 más en este mismo año. Por otro lado, SEDESOL ha realizado estudios mesorregionales y hasta la fecha, tiene avances en las regionales Sur-Sureste y Centro-Occidente.

En el caso de Programas de Ordenamiento Ecológico Estatal (POEE) que liderea la SEMARNAT, actualmente 22 entidades federativas ya cuentan con procesos de ordenamiento ecológico: 7 ya se han decretado, 3 estudios técnicos ya se han concluido y 12 se encuentran en proceso de elaboración (SEMARNAT, SEDESOL, 2005).

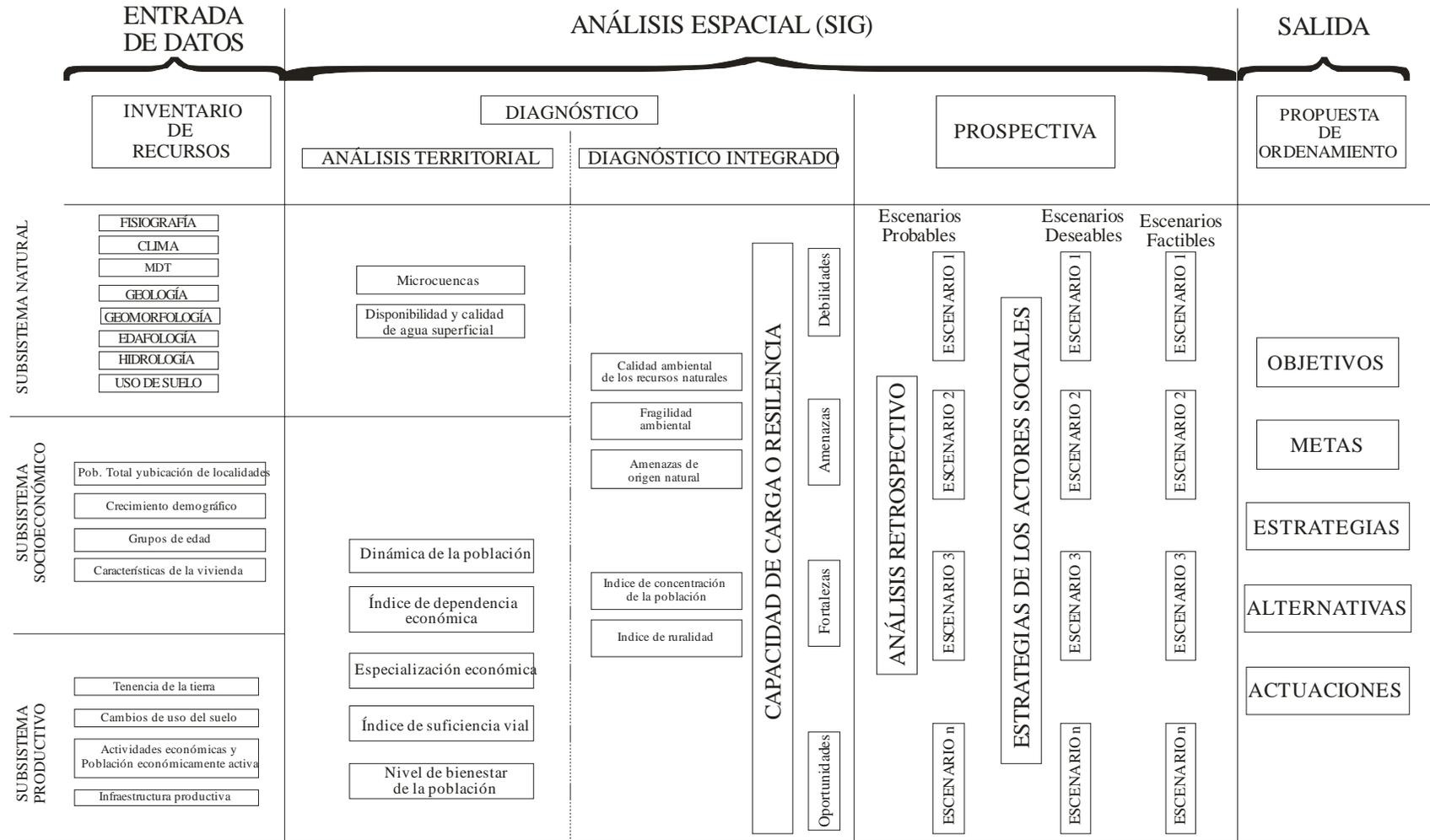
Recientemente la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales junto con la Secretaría de Desarrollo Social integraron un esquema metodológico para la elaboración de Ordenamientos Municipales cubriendo tanto los objetivos ecológicos como los territoriales, y en términos de la

legislación ambiental se aplica dentro del nivel local cuya base cartográfica se propone sea 1:50 000 y, con un horizonte de planeación recomendable de 10 años. Esta propuesta está regida por 7 principios que permite que este tipo de ordenamientos se vaya ajustando a los cambios experimentados en el territorio: 1) que se aborde al municipio de una manera holística; 2) que se consideren las políticas de desarrollo sectoriales; 3) que intervengan y participen todos los sectores sociales; 4) que se consideren tendencia de uso y ocupación del territorio; 5) que distribuyan las actividades, servicios e infraestructura de manera equilibrada en el territorio municipal; 6) se respete la sustentabilidad ambiental y; 7) que sea flexible, de tal manera que se adapte continuamente a las circunstancias de cada momento (SEMARNAT - SEDESOL, 2005).

El INE considera el estudio de tres subsistemas: a) natural, que incluye al suelo, la vegetación y el agua, por ser los recursos básicos para la actividad productiva; b) socioeconómico, que analiza la influencia de la sociedad en el estado de los recursos naturales y, c) productivo, se refiere a la forma de uso de suelo, se distinguen los sistemas de producción que se desarrollan en el territorio. Esto permite obtener un diagnóstico integrado mediante la articulación de la información, con énfasis en los elementos explicativos sobre el funcionamiento y problemática ambiental del sistema, para determinar las propuestas de planeación de uso del suelo acorde con la política de sustentabilidad.

Las fases de la metodología que se propone son tres: diagnóstico, prospectiva y propuesta de ordenamiento; este trabajo llega hasta el diagnóstico integrado, como base para las fases de prospectiva y la propuesta misma. Adicionalmente es importante aclarar que las fases de gestión, instrumentación, evaluación y seguimiento, queda fuera del alcance de esta propuesta, debido a que estas fases dependen de las instituciones públicas responsables, así como del seguimiento y evaluación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Propuesta Metodológica para un Ordenamiento en Áreas Naturales Protegidas



Fuente: Elaboración Propia con base en las metodologías utilizadas en esta propuesta.

3.1. DIAGNÓSTICO

Es una síntesis espacial y una jerarquización con la que se explicará la estructura territorial y su dinámica a partir de una síntesis situacional, de frente a las opciones de desarrollo territorial. Los resultados de éste dirigen la fase prospectiva y son la base para el diseño de estrategias, políticas y acciones que regularán el uso de la tierra, que compatibilizarán las actividades económicas, con el desarrollo sustentable, por supuesto con la participación social como eje rector.

Incluye: a) generación de información base; b) análisis territorial, que consiste básicamente en obtener el inventario de los recursos con que cuenta la zona en estudio, para identificar la disponibilidad de recursos, sus formas de uso y manejo, así como la presión que ejerce la población sobre los recursos a través de sus actividades productivas; y c) diagnóstico integrado para evaluar la situación de los recursos naturales, de la población y las actividades; y determinar la calidad ecológica, que consiste en resumir las condiciones naturales de los ecosistemas y se basa principalmente en los parámetros de deterioro que produce la utilización del suelo para actividades agropecuarias, forestales y la infraestructura urbana; la fragilidad del medio ambiente, es decir, cuál es la capacidad del medio natural para soportar los fenómenos de impacto, sobre todo los de carácter antrópico, basada en las fortalezas propias de sus componentes, la capacidad y velocidad de regeneración del medio; así como la capacidad de acogida (carga o resiliencia) del mismo, que para cada unidad del paisaje depende de su valor, potencialidad, fragilidad, riesgos naturales y está condicionada por las afectaciones del suelo, degradaciones y amenazas existentes y previsibles; se identifican las formas de apropiación de los recursos y se concluye con la identificación de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del medio ambiente, para dar paso a la siguiente etapa.

3.1.1. Generación de información base

Para obtener el diagnóstico integral de cualquier zona de estudio es necesario contar con la información que sirva de base para ello. Dentro de la metodología para el Ordenamiento Territorial o Ecológico la etapa más importante, de la que se desprenden las demás, es precisamente el diagnóstico. Como se ha mencionado anteriormente, la fase de diagnóstico está dividida en tres subsistemas a considerar, de los cuales se requiere la recopilación de datos y generación de información cartográfica.

3.1.1.1. Subsistema natural

Para llegar a una caracterización biofísica de cada una de las cuencas que integran el PNNT, es preciso generar la cartografía de cada componente natural y posteriormente aplicarla para el análisis de cada una. Para obtener estos mapas se propone seguir una metodología específica que se detalla a continuación:

Cuadro 3. Información cartográfica base para el análisis territorial del subsistema natural.

<i>Tema</i>	<i>Atributos</i>	<i>Nivel jerárquico de los atributos</i>
<i>Fisiografía</i>	Pendiente Modelo digital de elevación Pisos hipsométricos	Diferenciadores Base para cálculo de otros atributos
<i>Clima</i>	Piso bioclimático Régimen de humedad Temperatura Precipitación	Diferenciadores Base para cálculo de otros atributos
<i>Geología</i>	Litología Estructura geológica Tectónica Edad geológica Edad litológica del material parental	Diferenciadores Caracterizadores
<i>Geomorfología</i>	Geoformas Morfoestructura Grado y densidad de disección Morfogénesis Morfodinámica	Diferenciadores Caracterizadores Pueden definir o caracterizar
<i>Edafología</i>	Unidades de suelo	Pueden definir o caracterizar Base para cálculo de otros atributos
<i>Hidrología</i>	Cuencas hidrológicas Red de drenaje Cuerpos de agua Manantiales	Base para cálculo de otros atributos
<i>Uso de suelo y vegetación</i>	Zonas erosionadas Zonas de asentamientos humanos Cambio de usos de suelo (35 años) Uso del suelo en 1970 Uso actual del suelo (2 000 y verificación de campo 2 005) Deforestación	Caracterizadores Base para cálculo de otros atributos
<i>Fauna</i>	Listado de especies	

Fuente: Elaboración propia, con base en la metodología del IGAC (1997) y SEMARNAT, SEDESOL (2005)

a) Fisiografía

Para obtener el modelo digital del terreno, es preciso contar con curvas de nivel del mayor detalle posible, en este caso cada 10 metros. Preferentemente se debe cubrir el área de estudio (PNNT) con un rectángulo con las curvas de nivel correspondiente. Lo anterior para garantizar que en la interpolación a través de los polígonos de Thiessen no existan grandes huecos de información que deformen el modelo.

Una vez que se obtiene el modelo digital del terreno transformando el archivo vectorial (curvas de nivel) a raster, en ambiente ArcView se genera el mapa de pendientes y se reclasifican en los rangos de pendiente que para cada caso en particular se necesite. Este mapa se encuentra en formato raster, lo que complicaría para el análisis espacial que posteriormente se hará con el resto de los mapas. Por lo que es necesario transformarlo a formato vector y editarlo.

Este modelo es la base también para generar el mapa de pisos altimétricos o mapa hipsométrico.

b) Clima

El clima es un conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre (García, 1989), determina en alto grado el tipo de vegetación, de suelo y por ende el uso de la tierra. Es uno de los factores de mayor jerarquía en la determinación de paisajes. El análisis climático en el proceso de zonificación ecológica, requiere tomar en cuenta la temperatura, la precipitación, la distribución de las lluvias, régimen de humedad y disponibilidad de agua. La clasificación de climas, se basa en la propuesta de Köppen, modificada por García (2004), en la cual se utilizan datos de temperaturas medias mensuales y precipitación total mensual y anual de las estaciones que se encuentran dentro y en los límites del ANP, con datos de por lo menos 30 años. Una vez que se han elaborado los mapas de isotermas e isoyetas, se realiza la clasificación del clima para obtener el mapa.

c) Modelo Digital del Terreno

Un modelo digital del terreno (MDT) se define como una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua. Una variante de estos modelos puede ser el Modelo Digital de Elevación (MDE) que describe la altimetría de una zona mediante un conjunto de datos acotados (Felicísimo, 1994).

Para la generación de un MDT se requiere de los archivos digitales de curvas de nivel a escala 1:50,000 que produce el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y trabajarlo en un software que permita la manipulación de la información. Adicionalmente es necesario calibrar ese modelo con puntos obtenidos mediante el Posicionamiento Global por Satélite (GPS) distribuidos por todo el territorio del ANP, corregidos diferencialmente con las estaciones fijas del mismo INEGI, cercanas al área de la que se trate. Lo anterior requiere al menos dos equipos receptores de alta precisión.

Una vez obtenido el MDT, es posible generar mapas de pendientes ya sea en porcentaje o en grados, así como el mapa de pisos altimétricos o hipsométrico, mapas de orientación e iluminación. Esta información complementada con una simulación de la trayectoria solar permite conocer la cantidad acumulada de las horas de radiación directa que puede recibir un lugar determinado; definir las zonas de mayor o menor insolación, mayor o menor humedad y relacionar estos datos con vegetación, cultivos, requerimientos para definir los tipos de utilización de tierra (TUT), suelos, geología o geomorfología entre otros (Op. cit, 1994).

Las aplicaciones que pueden tener en el ámbito de la hidrología superficial es la determinación de líneas de flujo, es decir, la simulación simple del proceso de escorrentía superficial. En suma, los MDE son un instrumento de alto valor para realizar análisis de este tipo complementados con datos de campo.

d) Geología

Para la elaboración de la carta geológica del ANP se recopila la cartografía existente, analizando los resultados de los trabajos de investigación que se han desarrollado en torno a la misma.

La carta topográfica digital permite, a través de rasgos topográficos ubicar con precisión la información contenida en esquemas geológicos.

A través de la fotointerpretación se verifican los rasgos geológicos reportados en las investigaciones realizadas, integrando la información en un mapa geológico a partir del límite de la zona en estudio. Lo anterior permite validar la información existente en cuanto a contactos litológicos y localización de fallas y fracturas en forma más detallada, ya que con fines de ordenamiento es necesario contar con información específica sobre riesgos geológicos.

La información obtenida por medio de la fotointerpretación, en este caso, escala 1:37 000, se transfiere a ortofotos digitales, a escala 1:20 000 o mayor.

Una vez definidas las unidades litológicas y los rasgos estructurales dominantes se organiza el trabajo de campo, se establecen los puntos de verificación, cubriendo la totalidad de las unidades detectadas en gabinete y se elabora el mapa geológico.

e) Geomorfología

La cartografía geomorfológica en la actualidad constituye una de las herramientas fundamentales del Ordenamiento Territorial, la información que proporciona se convierte en el medio para resolver problemas específicos en la zona de estudio, a través del conocimiento de la génesis, morfología, distribución del relieve, evolución y la dinámica actual es factible emplear la información en el desarrollo de trabajos interdisciplinarios, que conduzcan a la solución integral y no parcial de la problemática de una zona de estudio (Espinosa, 2001).

La carta geomorfológica se emplea como base para la zonificación, a través del conocimiento de la génesis, morfología, distribución del relieve, evolución y dinámica actual es posible conocer a detalle la dinámica específica de cada una, permitiendo proponer soluciones puntuales a la problemática detectada, por ejemplo: procesos de erosión fluvial, geliflaxión, reptación, caída de rocas, desplomes y zonas de depositación e inundación, entre otras; lo que permite predecir los usos adecuados del suelo, medidas de control de erosión, zonas de riesgo para los pobladores y fundamentalmente para los visitantes.

Se ha elaborado cartografía geomorfológica a diferentes escalas, los trabajos generales se encuentran a escala 1:100 000 y 1:250 000, los cuales abarcan la cuenca del Río Lerma, o solo una parte del PNNT con información muy generalizada. Algunos estudios relativos a la geomorfología son: la carta geomorfológica general del Nevado de Toluca, escala 1:100 000 (Aceves, 1996); la geomorfología de la carta Nevado de Toluca escala 1:50 000 (Vilchis, 2001) y la carta geomorfológica de la ladera NE del Nevado de Toluca, escala 1:20 000 (Espinosa, 2001).

Hasta ahora no se ha generado un mapa específico con las características morfológicas del PNNT, por lo que de acuerdo al manejo que debe tener un área protegida, es necesario la elaboración de la carta geomorfológica para resolver la problemática que esta carta permite identificar.

La elaboración de la carta geomorfológica por sí sola permite abordar las características cualitativas de la zona en estudio, por lo que es necesario elaborar la cartografía morfométrica, la cual es un soporte para ratificar o rectificar el análisis cualitativo.

La elaboración de la carta geomorfológica se basa en:

La Recopilación de la información bibliográfica, base para realizar el análisis y edición cartográfica de parámetros morfométricos y morfológicos. *Análisis del relieve* a través del comportamiento de las curvas de nivel. *Análisis de los sistemas de drenaje* y su relación con la litología, los rasgos estructurales por los cuales escurre, así como la clasificación por órdenes de drenaje que permita identificar la dinámica del drenaje por subcuencas. *La Fotointerpretación* determina el detalle de la información obtenida hasta la etapa anterior, a través de la utilización de fotografías aéreas escala 1:37 000 o mayor.

Una vez obtenida la información anterior, es necesario elaborar otras cartas que permitirán la definición precisa de las unidades geomorfológicas del ANP: a)Hipsométrica; b)Órdenes de drenaje; c)Configuración del drenaje; d)Densidad de disección; y e)Profundidad de disección. Trabajo de campo, para verificar la información, realizar la corrección de los límites de unidades y la redacción de la leyenda final, así como la edición de los mapas.

e. 1) Densidad de la disección

Este instrumento de análisis cartográfico, ha permitido identificar la áreas de susceptibilidad erosiva, de depósito y otras en las cuales el material subyacente es más resistente, la base es la medición longitudinal de las corrientes que se encuentran en una unidad de superficie en este caso, un kilómetro cuadrado, lo cual permite identificar las zonas afectadas por erosión intensa y aquellas en las que se da una depositación.

Después de medir los segmentos de afluentes por cada unidad de superficie, y registrarlos de manera independiente, se pueden comparar los datos resultantes. Una vez obtenidos los valores se establecen rangos, asignando un color a cada uno. Se colorea el área de cada cuadro con el tono correspondiente al valor del rango asignado, con ello se identifican las zonas que comparten similitud entre los procesos.

e. 2) Energía del relieve

Esta carta sirve para expresar la intensidad relativa de la actividad endógena en relación con la exógena, con el fin de localizar de forma areal la mayor acción tectónica de la zona, y de aquellas secciones en las que los procesos erosivos tienen mayor actividad, ya sea por el tipo de materiales o por su debilidad estructural, también contribuye a la identificación de áreas en las cuales el material muestra resistencia a la erosión. Los pasos para la elaboración de esta carta son los siguientes:

a) Se divide la zona de estudio en unidades de superficie, para este caso son matrices de un kilómetro cuadrado, se puede emplear la cuadrícula UTM de la carta 1:50 000. b) Se toman en cuenta las curvas maestras y auxiliares de cada cuadro restándole a la cota máxima la mínima y

colocando el valor resultante en el centro de cada uno de los cuadros. c) Se establecen los rangos, de acuerdo al grado de detalle que se quiera la información, en este caso 9.

f) Edafología

El enfoque holístico del desarrollo y planificación plantea que se tomen en cuenta la calidad, la potencialidad y la fragilidad de los suelos, así como su diversidad. Sólo desde la localización espacial de los distintos suelos, se podrán poner en concordancia los requerimientos de los diversos usos, con las aptitudes de los distintos suelos y, de este modo, se podrán tomar decisiones fundamentadas, al asignar usos óptimos a los suelos de un territorio determinado.

El objetivo de un levantamiento de suelos reside en describir las características y propiedades de los suelos de un área establecida, clasificarlos y situar los límites en un mapa, lo que permitirá entender su organización espacial para constituir un modelo simplificado de la realidad.

La metodología para levantamientos edafológicos desarrollada por Elbersen, et al (1986), será la utilizada para el levantamiento de suelos de 4° Orden, es decir, en el ámbito general o de reconocimiento y la escala de representación 1:50 000.

La ejecución de un levantamiento de suelos se divide en las siguientes etapas, varias de las cuales se realizan en forma casi simultánea:

Etapla preparatoria. Una vez definida el área y el objetivo del estudio se procede a la adquisición de la cobertura de fotografías aéreas y cartografía disponibles, en lo posible las más recientes y de mejor calidad, en una escala acorde con el nivel de levantamiento.

Fotointerpretación preliminar. En esta segunda etapa se lleva a cabo el análisis fisiográfico de toda la cobertura fotográfica, se elabora una leyenda preliminar de fotointerpretación y se seleccionan las posibles áreas de muestreo y/o los transectos para el muestreo de campo.

Reconocimiento en campo. El trabajo debe iniciarse con un recorrido general de la zona para familiarizarse con sus vías y paisajes, así como para comprobar el valor general de la delimitación de unidades en la etapa de la interpretación y para confirmar la validez de la ubicación de los transectos.

Establecimiento de la leyenda edáfica. La leyenda de campo debe ser flexible para poder adaptar el mapa de los suelos a todas las variaciones que se encuentren en el campo durante el levantamiento sistemático, además de servir para identificar los perfiles por unidad taxonómica. Esta leyenda debe describir las unidades de mapeo, su contenido edáfico en porcentajes, la posición relativa de sus componentes y su localización en relación con las unidades de mapeo colindantes, también es necesario describir la naturaleza de los límites entre dichas unidades.

Mapeo sistemático. Consiste en hacer observaciones ordenadas según el sistema de mapeo y de acuerdo al patrón de distribución de los suelos. En cada observación se identifica la unidad taxonómica. Por medio de varias observaciones se determina la unidad de mapeo y su delimitación, la que se transfiere y verifica en el mapa o en la fotografía.

Procesamiento de las Muestras en Laboratorio. El procedimiento para el análisis de suelos con el propósito de evaluar los parámetros que permitan clasificarlos de acuerdo al sistema

FAO/UNESCO/ISRIC versión 1994, consta de las siguientes fases: Preparación de la muestra, determinación de las variables químicas y físicas e interpretación de los resultados. (SEMARNAP, 2000). El análisis físico y químico de los perfiles se realizarán de acuerdo a las metodologías específicas indicadas en las Normas Oficiales Mexicanas.

Compilación del mapa y del informe. La compilación del mapa consiste en transferir la información de líneas y símbolos de suelos, de las fotografías aéreas a un mapa base. El mapa debe tener una leyenda topográfica y una leyenda fisiográfica-edáfica, que pueda involucrar además la parte interpretativa (SEMARNAP, 2001). La leyenda de campo es un borrador de la leyenda fisiográfico-edáfica que aparece en el mapa. Para cada paisaje fisiográfico se deben indicar las unidades de mapeo que se encuentran en él y la caracterización taxonómica de los suelos componentes de esas unidades de mapeo. Se puede agregar información acerca de porcentajes y posiciones de los miembros (Elbersen, et al, 1986).

La información de suelos representada en un mapa puede tener un enfoque analítico ya que es posible representar una o más características del suelo, lo que puede dar lugar a mapas isopléticos (de conductividad eléctrica, pH, entre otros), mapas coropléticos o cartogramas (Textura de horizonte superficial). Al aumentar el número de atributos a representar en un mismo mapa, la lectura se complica, por lo que debe pasarse a un enfoque de síntesis, con métodos para evaluar los suelos que combinen un conjunto de características en cada unidad cartográfica.

g) Hidrología

La cuenca hidrológica conjuntamente, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.

Para analizar las órdenes de la red hidrológica del ANP, se delimitan las subcuencas que lo integran, también se determinan las relaciones existentes entre los causes y los materiales por donde pasan, así como la evolución del modelo del cause en todo su recorrido. Para la clasificación de las órdenes de las corrientes, se ha utilizado la metodología de Strahler-Schumm (citado en Parras, et al, 2003), la cual considera corriente de primer orden aquella que no tiene ningún tributario, de segundo orden la formada por la unión de dos de primer orden y así sucesivamente, es decir, se basa en la ordenación de las corrientes de agua, aumentando el orden en función del crecimiento del número de tributarios, de tal manera que el número de corrientes de orden sucesivamente inferior aumenta en progresión geométrica (Parras, et al, 2003).

La base para la delimitación de subcuencas y de las microcuencas fueron los mapas topográficos escala 1:50 000 (INEGI, 1997-1998), se incorporó el marco hidrológico del INEGI de la carta de aguas superficiales escala 1:250 000 (SPP, 1983), que comprende dos Regiones Hidrológicas, tres Cuencas y siete Subcuencas, así mismo se le añadió el nombre a las microcuencas en función de los nombres de las corrientes principales dentro de cada subcuenca tributaria, mediante recorridos de campo apoyados con ortofotos escala 1:20 000, se ajustaron los parteaguas, comprobando la orientación del flujo de los escurrimientos.

h) Uso de suelo y vegetación

Con base en la fotointerpretación a escala 1:37 000, se identifican los diferentes usos de suelos y tipos de vegetación. Las fotografías aéreas deben ser pancromáticas y de vuelo reciente para obtener el uso y vegetación actual al año del vuelo; la diferencia entre el número de años del vuelo con respecto a la fecha del ordenamiento, marcará la intensidad de los recorridos de campo para la verificación de límites en cada uso, de tal forma que mientras menos años existan entre esas fechas, menor será el número de recorridos de campo.

i) Fauna

Para el caso de este apartado, la investigación biológica está fuera del alcance de este trabajo, debido a requiere de tiempo y altos costos para la observación de campo, muestreo y clasificación en el laboratorio, lo cual prolongaría de manera significativa la generación de esta información. Por lo anterior sólo se realizó una revisión bibliográfica y documental que permite tener una idea general de la fauna que pudiera encontrarse en el Parque.

3.1.1.2. Subsistema social

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 1997), menciona que el análisis del subsistema social, busca convenir los intereses de los actores sociales para maximizar la estabilidad del sistema, es decir estos elementos interrelacionan para la adaptación, apropiación y transformación de la naturaleza y de la sociedad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Información base para el análisis territorial del subsistema social.

<i>Tema</i>	<i>Atributos</i>	<i>Resultados del análisis</i>
<i>Población total y Ubicación espacial de las localidades</i>	Total de hombres y mujeres	Índice de marginación por localidad Índice de ruralidad
<i>Crecimiento demográfico</i>	Características de la población Población económicamente activa Grupos de edad Analfabetismo	Índice de dependencia económica
<i>Características de la vivienda</i>	Total de vivienda Habitantes por vivienda	Nivel de bienestar

Fuente: Elaboración propia, con base en la metodología de SEMARNAT - SEDESOL (2005)

a) Población total y ubicación espacial de las localidades

La ubicación geográfica de las localidades se digitaliza directamente sobre ortofotos digitales escala 1:20 000 lo que permite definir cuanto han crecido espacialmente y las tendencias de crecimiento. Esta información está vinculada con los datos estadísticos de los censos de población, en los que se encuentran variables sociodemográficas que describen las localidades.

b) Crecimiento demográfico

Se realiza utilizando la información proporcionada por los últimos cuatro censos de población, con los cuales será posible obtener un análisis histórico y la proyección de crecimiento que pudiera presentarse en cada localidad.

c) Características de la vivienda

Esta información se toma directamente de los datos que proporciona el INEGI a través de los censos. Se adiciona a la base de datos vinculada a las localidades espacialmente referenciadas. Lo anterior permite realizar operaciones de análisis y consulta a través de los SIG.

3.1.1.3. Subsistema productivo

Se deben considerar los bienes o servicios que produce la sociedad, las actividades y sectores económicos más importantes, las formas de producción y los fines para los que se producen, el grado de apropiación entre los distintos grupos sociales, el destino del capital y las formas de relación de grupos sociales, a través de los parámetros que se detallan en el Cuadro 5:

Cuadro 5. Información base para el análisis territorial del subsistema productivo.

<i>Tema</i>	<i>Atributos</i>	<i>Resultados del análisis</i>
<i>Tenencia de la tierra</i>	Ejidal Comunal Privada Federal	Posibilidades de inversión y protección
<i>Cambio de uso de suelo</i>	Cambios en la vegetación y el uso del suelo Sucesión de comunidades vegetales Deforestación y erosión Sustitución de áreas naturales y antrópicas	Utilización de los recursos
<i>Actividades económicas</i>	Sectores	Determinación de la aptitud territorial para las actividades productivas y para cada zona de asentamientos humanos. Especialización económica Características de la población que pudiera emplearse dentro del ANP
<i>PEA ocupada por sector</i>	Sectores Grupos quinquenales de edad Población Económicamente activa	
<i>Infraestructura productiva</i>	Caminos e infraestructura Unidades de producción	Accesibilidad y fragilidad

Fuente: Elaboración propia, con base en la metodología de SEMARNAT, SEDESOL (2005).

a) Tenencia de la Tierra

La obtención de este mapa requiere visitar las diferentes instancias que generan este tipo de información para compilar los datos necesarios como: el Registro Agrario Nacional (RAN), INEGI a través del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares (PROCEDE), Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT) y los Ayuntamientos que integran el PNNT.

Este mapa es de suma importancia debido principalmente a que el uso y cuidado de los recursos naturales así como las posibilidades de inversión y cambios de uso del suelo están directamente relacionados con el tipo de tenencia de la tierra.

b) Cambios de uso de suelo

Un estudio de esta naturaleza permite conocer la dinámica que ha tenido un territorio, ya que es a partir de éste que se puede conocer la pérdida de biodiversidad, el deterioro ambiental y el grado de explotación que se ha realizado sobre una superficie concreta.

Para elaborar este mapa es necesario digitalizar la carta de uso de suelo 1:50 000 de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, 1976), ahora INEGI. Por otro lado, se realiza la fotointerpretación de fotografías aéreas a la escala adecuada según la superficie del área de estudio, es indispensable que la fecha del vuelo sea lo más reciente posible; la propuesta es que se tenga un análisis de 35 años y posteriormente se realiza el análisis del cambio de uso de suelo en este periodo.

c) Actividades económicas y Población económicamente activa por sector

La información relativa a estas variables se toma de los censos económicos y de población y vivienda del INEGI (1970, 1980, 1990, 1995, 2000 y 2005) y se concentra en una base de datos que estadísticamente se analiza y se utiliza para explicar su comportamiento espacial.

d) Infraestructura productiva

Una vez ubicadas espacialmente las localidades y digitalizados todos los caminos de la zona en estudio, directamente sobre las ortofotos digitales y auxiliados de la carta topográfica 1:50,000, se procede a realizar recorridos de campos que permitan clasificar e identificar cada elemento previamente digitalizado en gabinete, para obtener un inventario de la infraestructura con la que cuenta el ANP (caminos y unidades de producción), además se relaciona la información de tenencia de la tierra y actividades productivas a las que se dedica la población.

La parte social y productiva, se realizó con base en el análisis de las variables contenidas en los censos de población y vivienda, así como de los censos económicos y agropecuario y ejidal del INEGI, considerando el comportamiento histórico de cada variable, para predecir el posible comportamiento a mediano y largo plazo. Adicionalmente se utilizó la propuesta de "Regionalización

socioeconómica automatizada del Parque Nacional Nevado de Toluca y su relación con el deterioro ambiental", presentada por Candeaux (2005); lo que permite sumar esta información a la regionalización obtenida en la parte del subsistema natural.

3.1.2. Análisis Territorial

El diagnóstico integrado comprende el análisis del territorio, es decir, el análisis de los atributos del medio natural, social y productivo, con la finalidad de lograr un desarrollo proporcional a las posibilidades tanto ambientales como a las necesidades de los habitantes dentro del PNNT, así como de los que reciben directamente los servicios ambientales que proporciona el mismo.

Debe realizarse un análisis integral de los factores y procesos formadores y modeladores del paisaje: geomorfología, geología, hidrología, clima, suelos y vegetación, así como la dinámica del paisaje y las transformaciones ecosistémicas derivadas de su interacción que se reflejan en el territorio como potencialidades y limitaciones, es decir la zonificación ecológica.

3.1.2.1. Unidades del paisaje

Las unidades de paisaje que se utilizarán como base para la caracterización del medio biofísico son las microcuencas; sin embargo, tratando de seguir la metodología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 1997), se tomará en cuenta el orden de los factores y elementos que determinan los niveles jerárquicos de la información geográfica ambiental:

El primer nivel jerárquico es el que se define por el piso bioclimático y el piso altitudinal, reconocido por las variaciones de clima y vegetación, por el régimen de humedad, balance hídrico y disponibilidad de agua en el suelo; seguido de la fisiográfica, es decir la unidad genética del relieve. Posteriormente para continuar con la caracterización se considerará la litología (material parental), la edad geológica y la edad litológica de este material; luego, la geoforma dada por el modelado del terreno y la orogénesis; el siguiente nivel de información es el definido por el grado y densidad de la disección, forma del relieve y pendiente, procesos geomorfológicos actuales y el contenido edáfico (profundidad, drenaje, limitantes del suelo); finalmente el que define la cobertura vegetal y estructura de la vegetación, así como el tipo florístico de la vegetación y el uso actual del suelo. Se adicionan a esta caracterización la tenencia de la tierra, las vías de comunicación y las localidades que se encuentran en cada microcuenca.

Una vez obtenida esta caracterización, se procede a sumar la información socioeconómica y productiva, para determinar los usos del suelo y las implicaciones que han tenido sobre el territorio.

El manejo de toda esta información sería imposible si no se contara con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten el manejo, almacenamiento y manipulación de un gran volumen de información digital en tiempos relativamente cortos y con procedimientos relativamente sencillos, que de otra manera (manual) implicaría una inversión de tiempo y recursos elevados. Una de las virtudes de los SIG, es la relativamente sencilla actualización de la información, lo que a la larga implica la optimización de recursos en este proceso.

Se asume que toda la información descrita en la primera parte de esta sección se realizó a través de la digitalización y la estandarización de la misma, lo cual permite ubicar espacialmente (sistema de coordenadas, proyección cartográfica y sistema geodésico) cada uno de los rasgos del territorio y vincularlo con una base de datos de atributos que caracterizan a esas unidades espaciales. La base de datos integra la información social, económica y productiva de las localidades y las unidades territoriales, cuya clave para vincularla con la información cartográfica es la referencia espacial de cada atributo.

Para poder referenciar la información que se ha obtenido en las etapas anteriores, es necesario realizar la limpieza de los archivos y generar la topología correspondiente, entendiendo por ésta la parte de las matemáticas que se encarga del estudio de la posición relativa de los objetos, independientemente de su forma, localización topográfica y tamaño (Franco y Valdez, 2003), lo cual facilita el análisis espacial dentro de los SIG, debido principalmente a que evita la duplicidad de información, facilita la captura y almacenamiento de los datos en la computadora, así como la exportación e importación de información referenciada.

Asimismo es posible tener control de las unidades mínimas cartografiables que se tomarán de referencia para la generalización de la información, con base en la escala de salida que se pretenda utilizar.

El análisis de toda esta información, se realiza utilizando las herramientas de dibujo cartográfico del software Autocad Map como primer paso; el almacenamiento de los atributos se hará en tablas y bases de datos en Excel y Access y finalmente la parte del análisis espacial, se realiza en el software ArcView GIS, el cual permite la manipulación de la información espacial y la obtención de nueva información a través de las herramientas de consulta y análisis con las que cuenta.

3.1.2.2. Disponibilidad y calidad de agua superficial

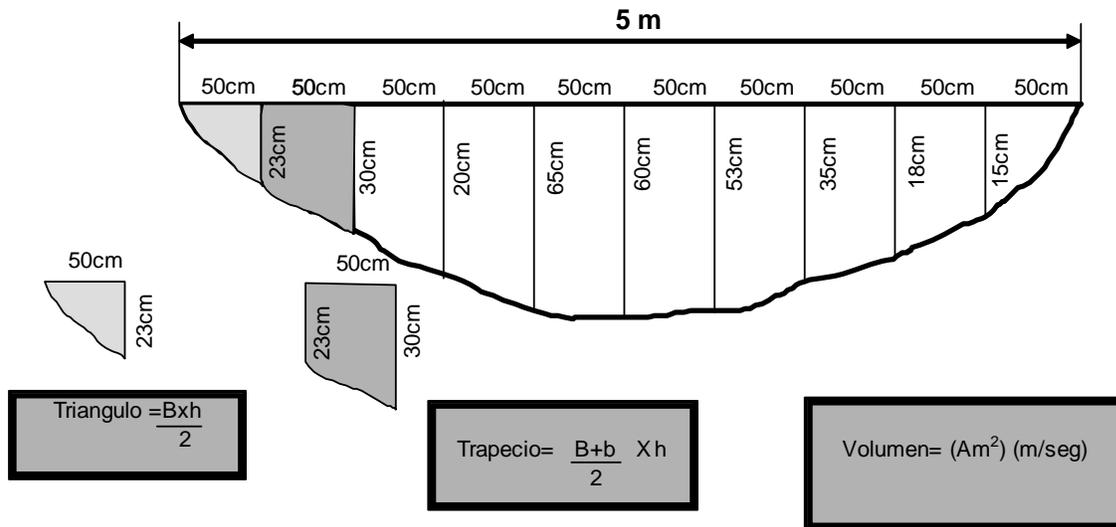
Para obtener la estimación del agua que produce el ANP, es necesario realizar el acopio de la información documental existente del mismo, así como de estudios similares en otras zonas; y se aplican las siguientes metodologías:

De acuerdo al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) la escala 1:50 000 permite obtener la caracterización del territorio con suficiente detalle para realizar planeación del territorio con el fin de establecer el manejo de zonas homogéneas e identificar las zonas que requieran estudios a más detalle por la complejidad que presentan o un nivel mayor de explotación o manejo intensivo. La estimación de producción de agua superficial del PNNT, se hizo con base en las microcuencas.

Una vez delimitadas las microcuencas, se determina la corriente más importante a la cual se le mediría el caudal para obtener el volumen de agua. El muestreo debe realizarse preferentemente en dos periodos (sequía y lluvias) para la obtención de muestras y su posterior análisis en el Laboratorio y así determinar la calidad del agua.

El método utilizado para el cálculo de volumen de arroyos, fue el propuesto por el Departamento de Agricultura de la FAO (1997), el cual consiste en la medición de la media de la corriente (calculando la velocidad que tarda en recorrer una distancia conocida una pelota de unicel de 5 centímetros de diámetro) y del área de la sección transversal del canal, aplicándose la siguiente fórmula:

Figura 2. Volumen en m³/seg = área (m²) X velocidad (m/s)



Fuente: Rojas, E., Valdez, M., Mireles, P., Reyes, A. y Pastor, J. (2008).

En campo se determinaron los parámetros: pH, turbidez, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto que es posible obtener con el medidor de Calidad de Agua Modelo U10 número de serie 60 2003, que deberá ser calibrado por una instancia autorizada para ello. Asimismo se toman muestras de agua para sólidos totales y 14 parámetros más para aquellas cuencas que en su trayecto cruzaran comunidades rurales antes de salir del parque, se corren estos mismos 14 análisis al menos a dos cuencas que no atravesaran poblaciones (muestras testigos): demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), arsénico, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, plomo, coniformes fecales, carbono orgánico total (COT), cloruros, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), nitratos, nitritos, cromo total, las muestras fueron tomadas de acuerdo a la NMX-AA-014. Posteriormente se trasladan al laboratorio donde serán procesadas, bajo las siguientes metodologías cuadro 6:

Cuadro 6. Metodologías empleadas para el análisis de las muestras de agua

PARÁMETROS	NORMA
pH	NMX-AA-008-SCFI-2000
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000
Turbidez	NMX-AA-038-SCFI-2001
Oxígeno disuelto (DO)	NMX-AA-012-SCFI-2001
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2000
Sólidos y Sales	NMX-AA-034-SCFI-2001
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO.5)	NMX-AA-028-SCFI 2001
Demanda química de oxígeno (DQO)	NMX-AA-030-SCFI 2001
Cadmio	NMX-AA-51-SCFI-2001
Cromo hexavalente	NMX-AA-044-SCFI-2001
Mercurio	NMX-AA-51-SCFI-2001
Plomo	NMX-AA-51-SCFI-2001
Coliformes totales, coliformes fecales	NMX-AA-042-SCFI-2001
Carbono orgánico total (COT)	CE-CCA-001-89
Cloruros totales	NMX-AA-073-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	NMX-AA-039-SCFI-2001
Determinación de nitratos	NMX-AA-079-SCFI-2001
Nitritos y Nitratos	NMX-AA-099-SCFI-2006
Cromo total	NMX-AA-51-SCFI-2001

Fuente: Mireles, P., Valdez, M.E. y Pastor, J. (2007).

Los límites establecidos por las normas mexicanas para cada uno de los parámetros medidos se establecen en el Tabla 2:

Tabla 2. Parámetros, aplicación y límites para los análisis de aguas

Parámetro	Aplicación	Límites
pH	Indicativo de condiciones del medio que influye en las reacciones bioquímicas. Indicativo de la presencia de ácidos o bases.	8.5 máximo para poder eliminar microorganismos por cloración
Conductividad eléctrica	Aproximación del contenido de sólidos disueltos.	Agua pura: 0.055 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Agua destilada: 0.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Agua de montaña: 1.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Agua para uso doméstico: 500 a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Máximo para agua potable: 10 055 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Agua de mar: 52 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
Turbidez	Medida indirecta del contenido de material en suspensión. Seguimiento de procesos como filtración. Evaluación de la calidad de efluentes	25 unidades de turbiedad nefelométricas (NTU) O su equivalente en otro método.
Oxígeno disuelto	Capacidad de un cuerpo receptor para sostener la vida acuática.	Es aceptable cuando es mayor a 5 mg/l
Temperatura	Indicativo de las velocidades de las posibles reacciones bioquímica.	Inferir a 40° C
Salinidad	Indicativo de la presencia de ácidos o bases.	2 000 micro mhos/cm.
Sólidos	Orientación para método de tratamiento	1 000.00 mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) ₅	Medir la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar el material contaminante biodegradable.	DBO ₅ ≤ 3. Excelente. No contaminada. 3 < DBO ₅ ≤ 6. Buena calidad. Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable Con indicios de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de auto depuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.
Demanda química de Oxígeno (DQO)	Medir la cantidad de oxígeno que se requiere en una reacción química para oxidar el material orgánico contaminante.	DQO ≤ 10. Buena calidad. Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable. 20 < DQO ≤ 40. Aceptable. Con indicios de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de auto depuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente 40 < DQO ≤ 200. Contaminadas. Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.
Cadmio	Evaluar la contaminación por metales pesados	0.005 mg/l
Cromo hexavalente	Evaluar la contaminación por metales pesados	0.05
Mercurio	Evaluar la contaminación por metales pesados	0.001 mg/l
Plomo	Evaluar la contaminación por metales pesados	0.025 mg/l
Coliformes fecales	Evaluar la contaminación orgánica	No detectable en NMP/100ml
Carbono orgánico total (COT)	Evaluar la contaminación orgánica y efectuar el seguimiento del procesamiento del agua.	Se considera aceptable cuando es menos de 3
Cloruros	Evaluar la contaminación	250 mg/l
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	Evaluación del contenido de detergentes en el agua.	Los principales problemas que provocan estos compuestos, en concentraciones muy bajas, son la producción de espuma y la impartición de sabor. Por ello, el estándar de 0,5 mg/l representa un factor de seguridad de 15 000 veces en relación con su toxicidad.
Nitrato	Evaluar la contaminación o la posibilidad de aprovechamiento	10.00 mg/l
Nitritos	Evaluar la contaminación o la posibilidad de aprovechamiento	0.05 mg/l
Cr total	Evaluar la contaminación por metales pesados	0.05 mg/l

Fuente: Rojas, E., Valdez, M., Mireles, P., Reyes, A. y Pastor, J. (2008).

3.1.2.3. Dinámica de la población

Se refiere a los cambios cuantitativos que experimenta la población a lo largo del tiempo, esto puede medirse a través de la tasa de crecimiento medio anual, expresada en porcentaje de la población del año inicial (SEMARNAT-INE-UNAM, 2005). Para lo cual se necesita el total de población por localidad de los últimos 30 años considerando los levantamientos censales cada diez años y los conteos de población cada cinco años, elegidos a partir de la fecha en que se esté realizando el ordenamiento. Se aplica la siguiente fórmula:

$$T_c = \left[\left(\sqrt[t]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \right) \right] \times 100$$

Donde:

T_c= Tasa de crecimiento medio anual de la población

P¹= Población inicial en el periodo de referencia

P²= Población final en el periodo de referencia

T=Número de años comprendidos en el periodo de referencia

3.1.2.4. Índice de dependencia económica

Mide el grado de dependencia o carga que en promedio tiene que soportar cada persona disponible para la producción de bienes. Es decir, es la relación entre el porcentaje de población económicamente activa e inactiva. Lo anterior permite inferir el potencial de fuerza de trabajo susceptible de ser incorporada a las actividades productivas (SEMARNAT-INE-UNAM, 2005).

Se agrupa a la población de 0 a 14 años (edad escolar), de 15 a 64 (edad propia para trabajar) y población mayor a 65 años (edad improductiva). Aplicando la fórmula siguiente:

$$C_d = \left[\frac{P_{0-14} + P_{>65}}{P_{15-64}} \right] \times 100$$

Donde:

C_d = coeficiente de dependencia

P₀₋₁₄ = Población de 0 a 14 años

P₁₅₋₆₄ = Población de 15 a 64 años

P_{>65} = Población de más de 65 años

3.1.2.5. Especialización económica

El coeficiente de especialización económica, es un método estadístico que permite conocer el grado de especialización o concentración de una actividad económica en una unidad especial con respecto a otra más amplia (SEMARNAT-INE-UNAM, 2005). Es posible conocer esta especialización con la siguiente fórmula:

$$CI = \frac{(P_{ij}) / (P_j)}{(P_{it}) / (P_t)}$$

Donde:

CI = Coeficiente de localización o especialización

P_{ij} = Población ocupada en actividades primarias

P_{ij} = Población ocupada en actividades secundarias

P_{ij} = Población ocupada en actividades terciarias

P_j = Población total municipal *

P_{it} = Población ocupada por sector de actividad económica a escala nacional **

P_t = Población ocupada total a escala nacional **

* Generalmente las ANP no consideran los límites municipales ni estatales, se toman datos de las localidades.

** Se toma la población total de los municipios que integran el ANP para hacer el comparativo.

3.1.2.6. Índice de suficiencia vial

El indicador para calcularlo es la red vial, que se reconoce como factor de integración territorial y facilitadora de flujos y movimientos espaciales entre localidades y entre éstas y el entorno. Se utiliza el coeficiente Engel (SEMARNAT-INE-UNAM, 2005), cuyo procedimiento se basa en la relación de la longitud total de vías existentes, la superficie total del ANP y su población total. Mientras más bajo sea el índice, menor es la capacidad de infraestructura vial. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Ie = \frac{kvm}{\sqrt{(SP) \times 100}}$$

Donde:

Ie = Índice de suficiencia vial

Kvm = longitud en kilómetros de las carreteras y vías férreas del ANP (fórmula original: entidad)

S = Kilómetros cuadrados de superficie del ANP (fórmula original: municipal)

P = Número de habitantes

3.1.2.7. Nivel de bienestar de la población

La influencia que la población ejerce sobre el medio natural se deriva en gran parte por las condiciones de vida de la población. Para abordar este aspecto se toma como base la metodología empleada en el documento "Niveles de bienestar en México" del INEGI, citado por el Instituto Nacional de Ecología (2005), la cual considera cuatro temáticas: a) Calidad de la vivienda, b) Características de ocupación, c) Aspectos educativos y d) Niveles de urbanización (SEMARNAT-INE-UNAM, 2005).

3.1.3. Diagnóstico integrado

3.1. 3.1. Calidad ambiental de los recursos del Parque

Es un resumen de las condiciones del medio natural, refleja el mantenimiento de los elementos y procesos del medio ambiente dentro de una unidad natural específica; de manera que, cuando se introduce un agente de presión que deteriora cierto recurso, se modifica la estructura de los elementos y ciertos procesos se modifican, alterando también la calidad de los recursos (SEMARNAP-INE, 2000a). Lo anterior se obtiene relacionando las condiciones actuales del medio natural con las actividades productivas y las características de la población.

3.1. 3.2. Fragilidad ambiental

Se considera como la capacidad intrínseca de la unidad territorial a enfrentar agentes de cambio, basado en la fortaleza de los componentes y en la capacidad y velocidad de regeneración del medio. La fragilidad territorial se determina por la correlación entre la sensibilidad conjunta de los componentes naturales, principalmente la relación relieve-pendiente-suelo-vegetación. En este sentido cualquier cambio de origen natural o antrópico repercute directamente sobre el ambiente y lo modifica de manera irreversible (SEMARNAP-INE, 2000a).

Se evalúa el relieve en función de la estabilidad y penestabilidad, apoyado en la pendiente del terreno y algunos parámetros relacionados con el clima, se toma como base el MDE. Otro parámetro a considerar es el suelo, en el sentido de la erodabilidad y la posibilidad de cambio de las características físicas y químicas. Finalmente se analiza a vegetación en función de la capacidad de regeneración, complementada con criterios de pendiente y resistencia a incendios forestales. En este último análisis se excluyen las áreas agrícolas y pecuarias.

Se elabora un árbol de decisión para cada uno de los componentes y posteriormente se integra en una matriz considerando tres niveles de fragilidad por parámetro y después se suman para obtener el mapa de fragilidad final (SEMARNAP-INE, 2000a).

3.1. 3.3. Amenazas de origen natural

Se mide en función de los riesgos geológicos e hidrológicos; a partir de los mapas de fallas y fracturas y el de escurrimientos superficiales, aplicando un buffer dentro de los sistemas de información geográfica. Se considera un riesgo geológico a todo aquel proceso, situación o suceso en el medio geológico, natural, inducido o mixto, que puede generar daño económico o social para alguna localidad (Parras, et al, 2003).

3.1. 3.4. Índice de concentración de la población

Es una medida sintética que valora algunos aspectos de la población referentes a su grado de aglomeración a lo largo, en este caso, del PNNT. Lo anterior se realiza a través de los siguientes indicadores: a) porcentaje de población que vive en localidades consideradas urbanas; en este caso, se trata sólo de localidades rurales, ya que de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2000, las localidades no rebasan los 2500 habitantes; b) Porcentaje de población inmigrante; c) porcentaje de población ocupada en actividades terciarias y, d) Tasa de crecimiento de la población de 1970 a 2000 (SEMARNAP-INE, 2000a).

$$\% \text{ Pob Inmigrante} = \left(\frac{\text{Población inmigrante (nacida en otra entidad)}}{\text{Población total del ANP}} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Pob ocup Act Ter} = \left(\frac{\text{Población ocupada en act. terciarias}}{\text{Población ocupada total del ANP}} \right) \times 100$$

3.1. 3.5. Índice de ruralidad

Sintetiza las características de la población que vive más ligada al campo y se encuentra distribuida en localidades menores a 5000 habitantes. La construcción del mismo se realiza aplicando el método de componentes principales y los intervalos de clase o rangos con análisis de cluster. Lo anterior a partir de: a) Porcentaje de población rural; b) Porcentaje de población inmigrante y, c) Porcentaje de población ocupada en actividades primarias (Op. cit, 2000a).

$$\% \text{ Población Rural} = \left(\frac{\text{Población que vive en localidades menores a 5000 hab}}{\text{Población total del ANP}} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Población ocupada en Act. Primarias} = \left(\frac{\text{Población ocupada en act. primarias}}{\text{Población ocupada total del ANP}} \right) \times 100$$

3.1. 3.6. Capacidad de carga o resiliencia del Parque Nacional Nevado de Toluca

Expresa la relación de las actividades sobre el territorio y se considera un método para lograr la integración de ambos aspectos. La capacidad de carga se entiende como la medida en que el territorio cubre los requerimientos locacionales de la actividad y los efectos de ésta sobre el medio; indica y representa el mejor uso que puede hacerse del territorio teniendo en cuenta el punto de vista de las actividades que en él se puedan dar y el del medio. Representa la forma en que cada punto del territorio puede utilizarse en beneficio del hombre sin que sufra alteraciones inaceptables en sus características y sus valores (Gómez, 2002). Una de las formas más fáciles para determinar la capacidad de carga, es la representación de unidades del paisaje en un mapa, vinculado a una matriz de doble entrada, en una de ellas se integran las unidades territoriales y en la otra las actividades a considerar en el plan y se define la capacidad de carga de las unidades para cada actividad con diferentes términos: muy alta, alta, media, baja y muy baja. O vocacional, compatible con limitaciones, compatible sin limitaciones e incompatible.

3.2. PROSPECTIVA

En esta etapa, se identifican las tendencias de comportamiento ambiental; partiendo de la historia económica regional, de la integración territorial con su dinámica poblacional y los puntos críticos de deterioro ambiental. Se concluye con diversos escenarios probables, en función del análisis retrospectivo; integrando las estrategias de los diversos actores sociales, se llega a escenarios deseables y a los factibles. Lo anterior implica el uso de técnicas de análisis prospectivo cuyo insumo es información precisa y detallada que garantice mayor precisión de los resultados obtenidos, de acuerdo al tamaño de la zona en estudio. Se utiliza como base el análisis FODA y se contrasta con los objetivos de los residentes del PNNT.

3.3. PROPUESTA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL

Se genera a partir de la inclusión de los acuerdos entre los diferentes actores y los escenarios deseables y factibles, en esta etapa se incluyen los objetivos, las estrategias, alternativas y las instancias involucradas; también se indican las políticas ambientales a implementarse en cada unidad de paisaje y actividades a corto, mediano y largo plazo.

La parte medular de un ordenamiento es la fase propositiva, en la cual se identifican las unidades de gestión ambiental (UGA) o las unidades de paisaje, en las cuales se podría aplicar alguna de las cuatro políticas ambientales, establecidas en la LGEEPA (2003): a) *aprovechamiento*, que promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite el cambio total de la Unidad donde se aplica; esta política trata de mantener por un periodo definido la función y la capacidad de carga o resiliencia de los ecosistemas que contiene; b) *restauración*, promueve la aplicación de actividades para recuperar o minimizar las afectaciones producidas por procesos de degradación en los ecosistemas contenidos en la cada Unidad, trata de establecer las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales para que más adelante pueda cambiar a otra política ambiental; c) *conservación*, promueve la permanencia de ecosistemas originales, es decir, trata de mantener la forma y función de los ecosistemas, al mismo tiempo que se utilizan los recursos existentes en la unidad y; d) *protección*, promueve la permanencia de ecosistemas nativos debido a sus atributos de biodiversidad o particularidad para mejorar el ambiente y controlar su deterioro (SEMARNAP-INE, 2000a).

CAPÍTULO IV. DIAGNOSTICO INTEGRADO PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO.

4.1. DIAGNÓSTICO

4.1.1. Subsistema Natural

a) Fisiografía

La regionalización fisiográfica de América del Norte, se deriva del Acuerdo del Tratado de Libre Comercio e incluye regiones ecológicas en los tres primeros niveles. En el caso del Estado de México, en su parte central (región en la que se encuentra el Nevado de Toluca), el primer nivel corresponde a la región Sierras templadas; el segundo nivel comprende al Sistema Neovolcánico Transversal y el tercer nivel corresponde a las Sierras con pradera de alta montaña y sin vegetación aparente (Gaceta de gobierno, 1999). Sólo se tomaron en cuenta estos tres primeros niveles debido a que el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, se realizó con información escala 1:250 000 y para el caso de PNNT se está considerando como escala base la 1:50 000.

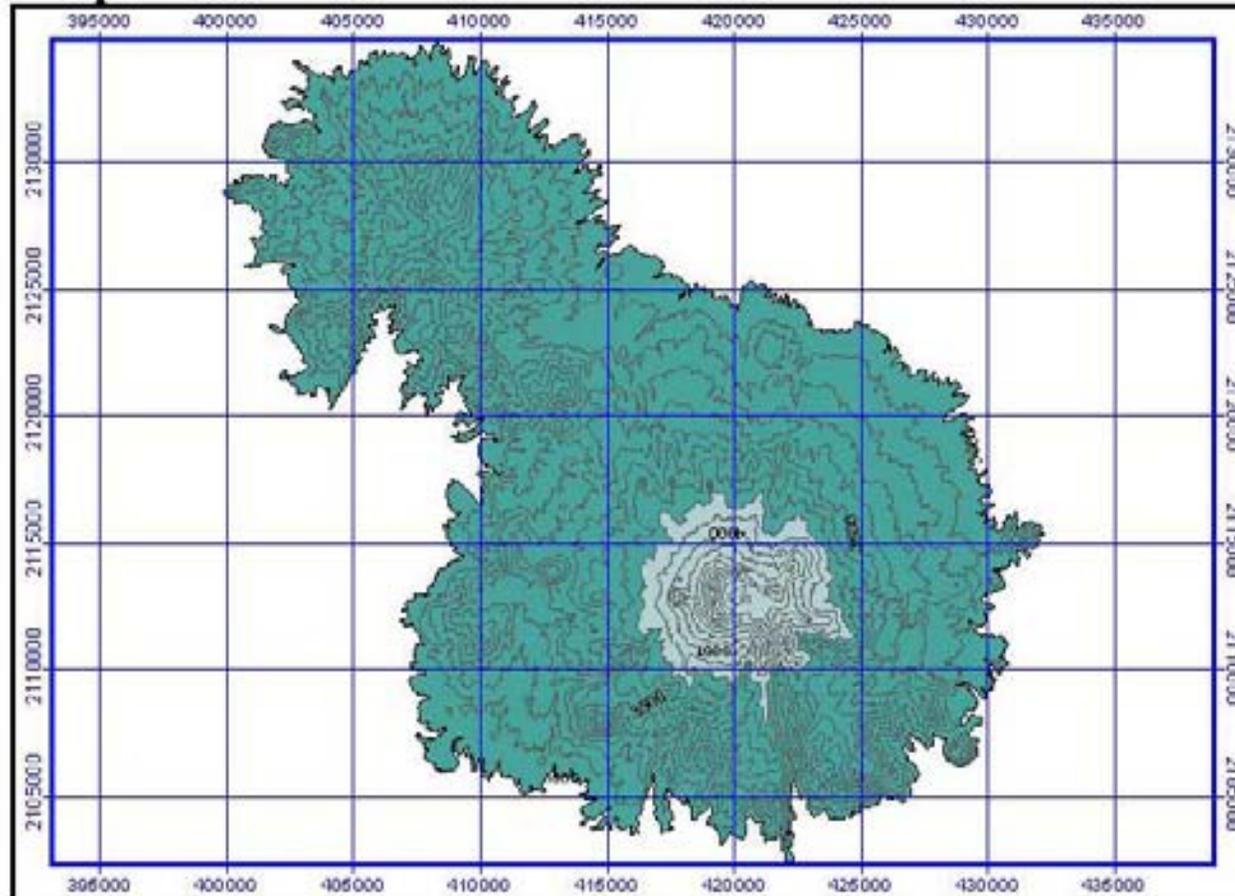
b) Clima

El Parque Nacional Nevado de Toluca como unidad volcánica, influye notablemente en el clima de las zonas adyacentes, su vertiente sur es más cálida por la insolación que recibe, su temperatura máxima es de 17°C y la mínima 6°C, en comparación con la ladera norte donde las heladas y las nevadas son más frecuentes debido a los flujos gélidos que provienen del norte, con temperatura máxima y mínima de 15° y 2°C, respectivamente.

De acuerdo a la carta de climas (CONABIO, 1997), según el sistema de clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García, existen dos unidades de clima en el Nevado: la primera se localiza en la cumbre del volcán E(T)HC(w₂)ig; frío de altura, con régimen de lluvias en verano y temperatura media anual que fluctúa entre los -2° y 5°C, y temperatura del mes más frío sobre 0°C y la del mes más caliente entre 0° y 6.5° C. La relación precipitación temperatura (P/T) es mayor a 55.3. El porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual se encuentra entre 5 y 10.2. Es isotermal, con oscilación menor de 5° C. Presenta el mes más caliente antes del solsticio de verano (antes de junio).

La segunda unidad es Cb'(w₂)(w)ig; es un clima semifrío subhúmedo con verano fresco largo, con lluvia en verano, con coeficiente P/T mayor a 55.0, con precipitación invernal inferior al 5% y temperatura media anual entre 5° y 12° C, temperatura del mes más frío entre -3° y 18° C. La temperatura media del mes más caliente es menor de 22° C. Es isotermal, con oscilación menor de 5° C. Presenta el mes más caliente antes del solsticio de verano (antes de junio). Por lo que la marcha de la temperatura es tipo Ganges.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Climas

- E(T) HC (w2) ig
Clima Frío de altura
con lluvias en verano
- C(w2)b' Clima Semifrío,
subhúmedo con lluvias
en verano

Curvas de nivel



Fuente: Mirales, P., Valdez, M.E.,
Reyes, A., Sánchez, I. y
Martínez, R. (2007).

Mapa 1

De acuerdo a los datos proporcionados por el Observatorio Meteorológico Nacional, las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro de los límites del parque reportan los siguientes datos de temperatura y precipitación:

Tabla 3. Temperatura y precipitación de las estaciones meteorológicas del PNNT

NOMBRE	ALTITUD	T_MAX (° C)	T_MIN (° C)	PRECIPITACIÓN mm
NEVADO DE TOLUCA	4 120	8.15	-0.46	1 214.5
SAN JOSE DEL CONTADERO	3 045	15.69	2.68	905.6
CAJONES	3 035	17.48	6.38	1 360.1

Fuente: Mendiola, S.N. y Ledesma, M.L. (2007).

En cuanto a la precipitación, la superficie que ocupa el PNNT se encuentra, de acuerdo a la Conabio (1997), entre los 800 y 1 000 mm de lluvia anual. En relación a la temperatura, la isoterma 12° C coincide con el límite inferior del parque, es decir la cota 3 000 msnm, mientras que la isoterma 6° C se encuentra a 3 900 msnm.

De acuerdo con Ávila las nevadas en el Parque Nacional Nevado de Toluca, en el periodo 1964 – 2006, se distribuyeron como sigue:

Tabla 4: Nevadas en el PNNT

Periodo	Días con nieve
1964 – 1969	88
1970 – 1979	351
1980 - 1989	270
1990 - 1999	198
2000 - 2006	128

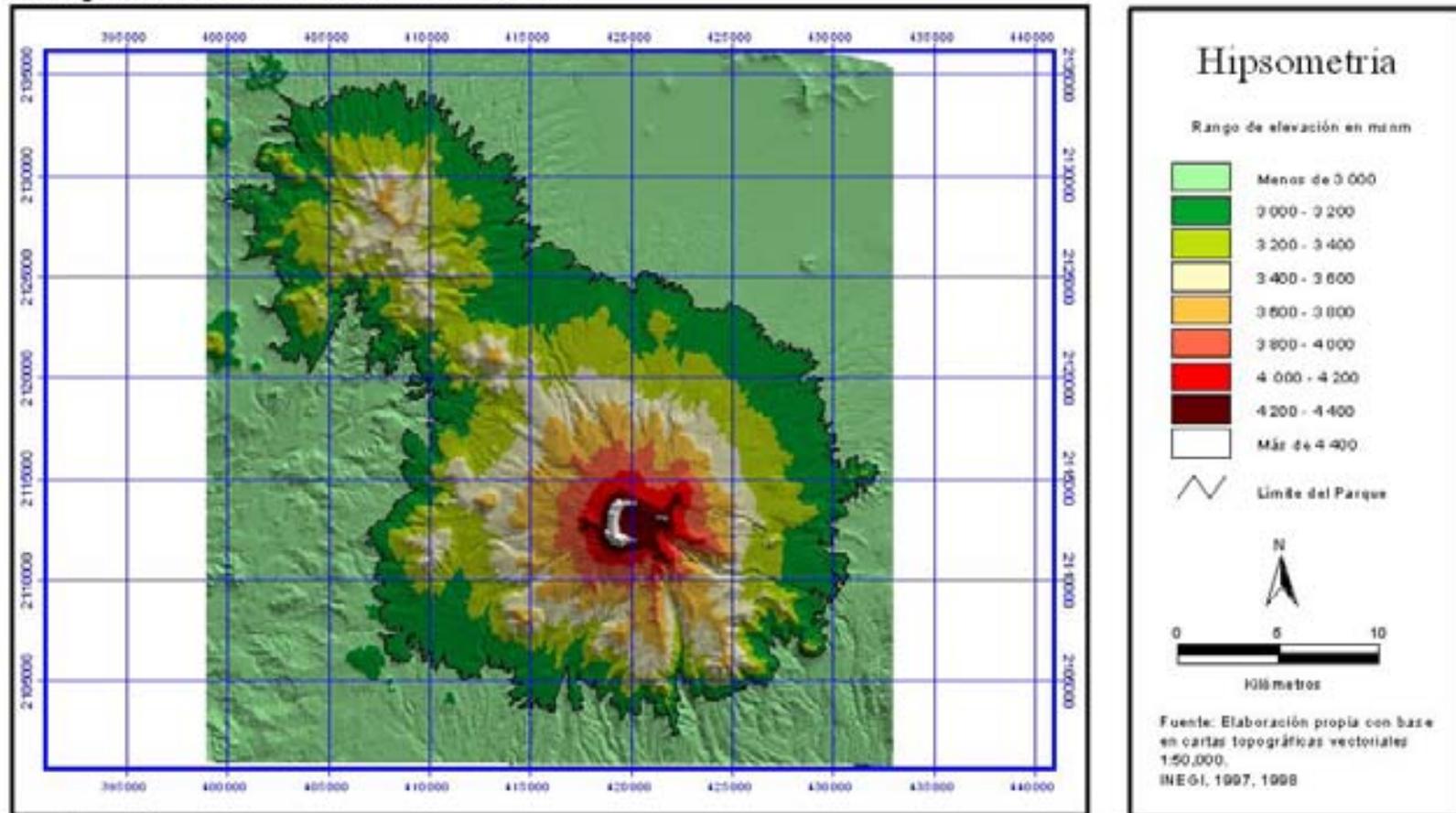
Fuente: Ávila (2008) a partir de datos de la CONAGUA.

c) Modelo Digital del Terreno

La hipsometría del Parque Nacional Nevado de Toluca, está constituida por dos niveles: montaña que abarca la mayor parte de la superficie del parque e incluye la estructura del edificio volcánico y finalmente los domos y conos cineríticos distribuidos en toda la superficie del mismo.

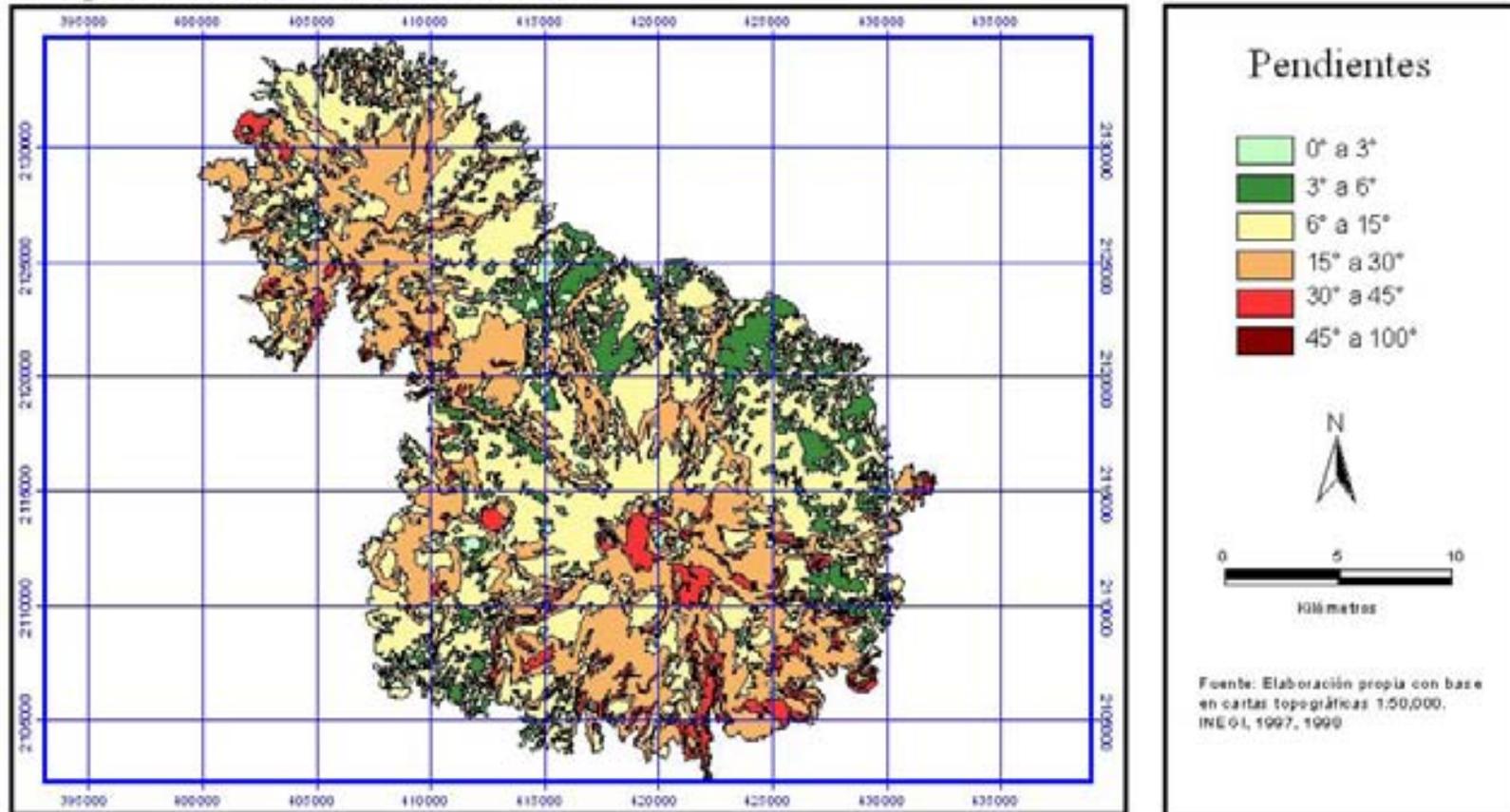
En cuanto a las pendientes, que es un mapa derivado de este modelo, se encontró que las pendientes que más predominan son las que van del rango de 6° a 15° y de 15° a 30°.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 2

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 3

d) Geología

El Volcán Nevado de Toluca y el volcán San Antonio, están emplazados en la intersección de tres sistemas de fallas principales, el más antiguo es el de Taxco-Querétaro; el San Antonio y el más reciente, el Tenango. El primero conserva una dirección NNW-SSE; el segundo WSW-ENE y el más reciente W-E (García-Palomo, 1998).

Las zonas de debilidad cortical mencionadas, son la causa principal de la localización de la actividad volcánica poligenética en el PNNT.

Muestran un comportamiento complejo, dentro del parque y se considera el dominio de fallas normales; el sistema Taxco-Querétaro, da lugar a la fosa tectónica de Coatepec, el Pilar Porfirio Díaz (Ixtapan de la Sal) y la Fosa de Villa Guerrero, al Sur del Parque Nacional, localizándose solo una pequeña porción de estos sistemas tectónicos por arriba de la cota 3 000. En el sistema San Antonio entre la falla San Miguel y la Falla Zacango, se forma la fosa de San Miguel al W del parque, siguiendo la dirección dominante del sistema. El sistema de fallas Tenango, inicia al E del Volcán Nevado de Toluca, constituye la zona de debilidad más reciente y de la actividad volcánica holocénica, constituye el inicio del sistema volcánico Chichinautzin.

La más antigua actividad ígnea identificada dentro del PNNT, incluye Andesitas con piroxeno y olivino fuertemente intemperizadas, correspondientes al Mioceno, este basamento aflora al NW del Volcán San Antonio; al W del cerro Gordo; al SW y S del Coatepec y; al sur de la colada Tenango. Las andesitas están afectadas por fallas con dirección dominante SW-NE; se encuentran recubiertas por los depósitos más recientes del Nevado de Toluca. De acuerdo a los materiales emitidos, también se manifestaron fases eruptivas plinianas, culminando con un colapso del cono hacia el SW.

La base del volcán Nevado de Toluca, está constituida por lavas andesítico-dacíticas se ubican a inicios del pleistoceno, entre 1.2 y 1.5 m.a. (Cantagrel, et al, 1981), constituyen la mayor parte del Nevado, corresponden a derrames lávicos en bloque, están recubiertos por la formación Pómez Toluca inferior y superior.

Los domos correspondientes a esta unidad, así como las fallas y valles fluvio-glaciares constituyen los afloramientos más importantes. También se encuentra alrededor del poblado de Raíces y en el camino a Coatepec. A este evento volcánico sigue un periodo de intensa erupción fluvial caracterizada por profundos valles, sujetos a un fuerte control estructural, fuera del parque, los cuales alimentan el río San Jerónimo y Chontalcoatlán, principalmente.

Los domos son producto de derrames lávicos muy viscosos, por lo que la lava recorre cortas distancias y se acumula formando semiesferas, características del PNNT. Constituye la mayor parte de las erupciones secundarias del parque, corresponde a dos épocas distintas, entre 100 000 y 38 000 años. Al formarse la caldera del Nevado de Toluca, se emplazan domos de composición andesítico y dacítica a través de las zonas de debilidad cortical. Los domos llegan a presentar hasta más de 100 metros de espesor y las coladas que generan normalmente son de bloque.

Los domos dacíticos de olivino y hornblenda, se concentran en torno al cráter del volcán, el domo central conocido como el ombligo, está formado por dacita, biotita y plagioclasa; el derrame espeso al NE lo constituyen una corriente lávica de rocas ácidas de hornblenda y dacita; y el Cerro Gordo, está compuesto por dacita bandeada con olivino y hornblenda (Bloomfield, 1977).

Producto del sistema de fallas y fracturas San Antonio con orientación SW-NE entre el Nevado de Toluca y el Volcán San Antonio, se emplazan una serie de domos andesítico-dacíticos y edificios volcánicos de composición básica, que de acuerdo a García-Palomo (1998), se pueden ubicar en el plioceno, sin que exista un fechamiento preciso.

La unidad más extensa es la constituida por flujos de lahares y pumita, se encuentra recubriendo gran parte de los materiales originales, corresponde a erupciones principalmente de tipo pliniano.

Los flujos piroclásticos de composición pumicítica y dacítica, corresponden a 60 000 años, se produjeron también derrames de lava de composición dacítica. Posterior a este evento la reactivación del volcán culmina con el colapso del cono, formando una caldera de 3.5 km de diámetro (Cantagrel, 1981 citado por Aceves, 1998).

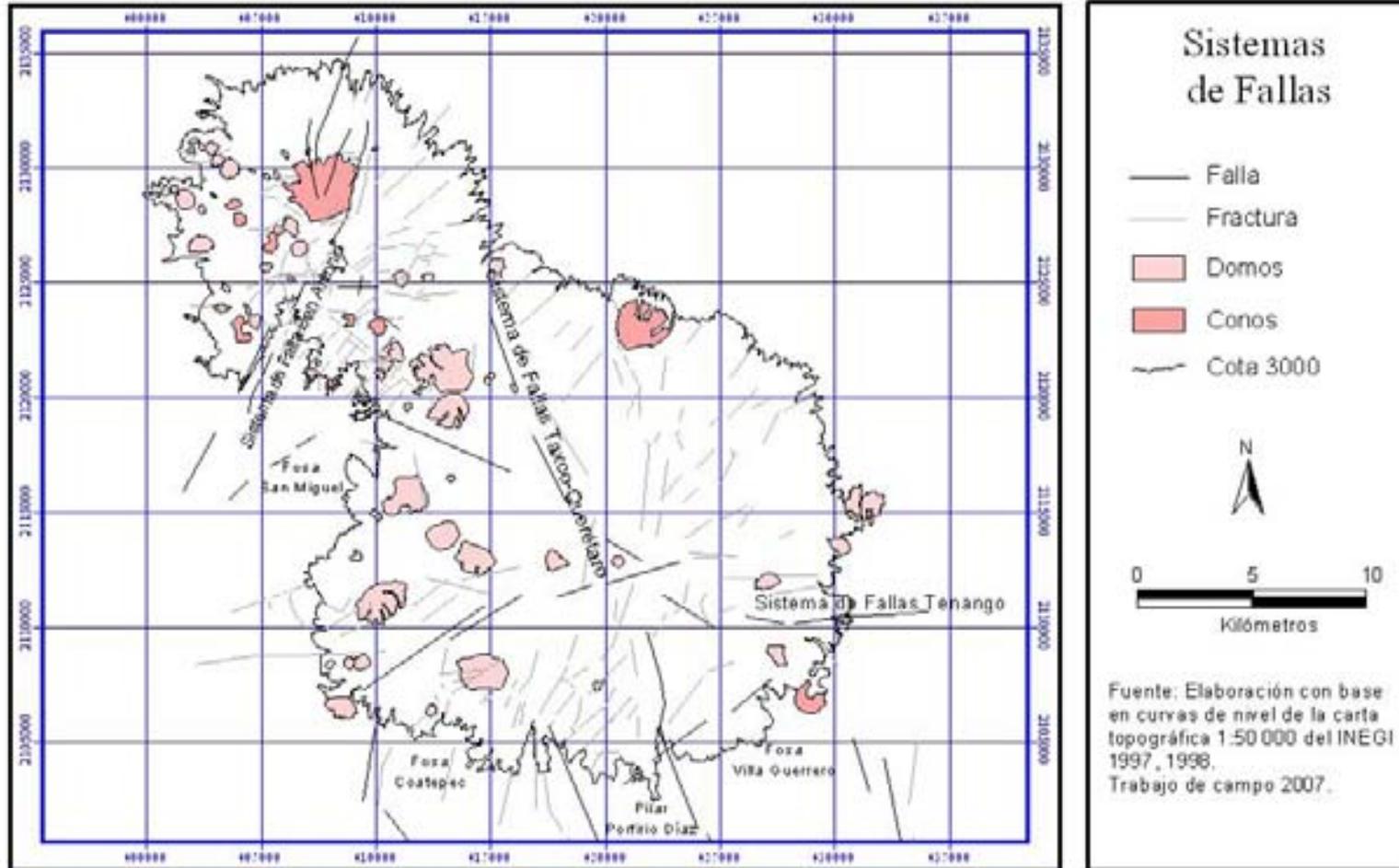
Las últimas erupciones plinianas de alto impacto se presentaron hace 24 000 años la formación Pómez Toluca Inferior y hace 11 600 años la formación Pómez Toluca Superior; afectaron principalmente el E y NE del volcán Nevado de Toluca, llegando sus depósitos hasta la Sierra de las Cruces y al SE de la Cuenca de México. Las otras erupciones se concentran principalmente hacia el E, SE y S del Nevado, cubriendo depósitos morrénicos producto del descenso de los hielos hasta los 3 000 msnm (Mooser, 1968 citado en Aceves, 1998). De acuerdo a García-Palomo (1998), los depósitos más recientes corresponden a 3 500 años, fecha obtenida por medio de carbono catorce.

Cuadro 7: Leyenda de la carta geológica.

Unidad Litológica	Edad	Localización
Areniscas	Mesozoico	Al E del Volcán San Antonio, afloran en el arroyo La Garrapata y Buenavista. Por debajo de las brechas y conglomerados, fuertemente intemperizadas, se identifican por su color naranja intenso producto de la oxidación. Constituyen el basamento sedimentario a nivel regional. Ar
Brechas sedimentarias	Holoceno	Constituyen depósitos marginales a los escurrimientos, predominan al NE y SE del PNNT, en el arroyo la Garrapata existe una unidad representativa a esta escala. Está constituida por arenas y cantos rodados entre 3 y 10 cm de diámetro, se mezclan algunos bloque mayores a los 30 cm. Bs
Depósitos aluviales	Holoceno	Producto de los derrames lávicos, se formaron pequeñas cuencas endorréicas, siendo rellenadas por aluvión fino, se encuentran dispersas dentro del parque, así como en el cráter del volcán. Al
Andesitas	Mioceno	Esta unidad corresponde a 2 etapas distintas, constituye el basamento que marca el inicio de la actividad volcánica, afloran al NE del volcán San Antonio, se encuentran fuertemente intemperizadas. A.
	Pleistoceno	El cuerpo principal del Volcán Nevado de Toluca, esta formado por andesitas más recientes, por lo que muestran un menor grado de intemperismo, hace aproximadamente 1.5 millones de años; esta unidad aflora en las cercanías de la localidad Raíces, en cañadas y escarpes al N y SE del volcán. La mayor parte de esta unidad se encuentra cubierto por los depósitos brechados de las últimas erupciones del Nevado de Toluca. Entre hace 100 000 y 38 000 años, al formarse la caldera del Nevado de Toluca, se emplazan domos de composición andesítico y dacítica. ADa El último domo en emplazarse fue el ombligo, hace 11 500 años.
Tobas y Brechas volcánicas ácidas	Pleistoceno	Hace 60 000 años, son producto principalmente de flujos piroclásticos, ocupan la porción S del parque, a partir del cráter. (Q)Bva. Es la Unidad dominante, corresponde a la formación Pómez Toluca Inferior, entre hace 24 000 y 20 000 años, producto de flujos piroclásticos, materiales de caída aérea y lahares pumicíticos. El depósito más reciente de esta unidad corresponde a la formación Pómez Toluca Superior. Cubre el N, NE y E del PNNT. También se encuentran rellenando planicies producto de depósitos de lahares y flujos piroclásticos. (Q)BvaT.

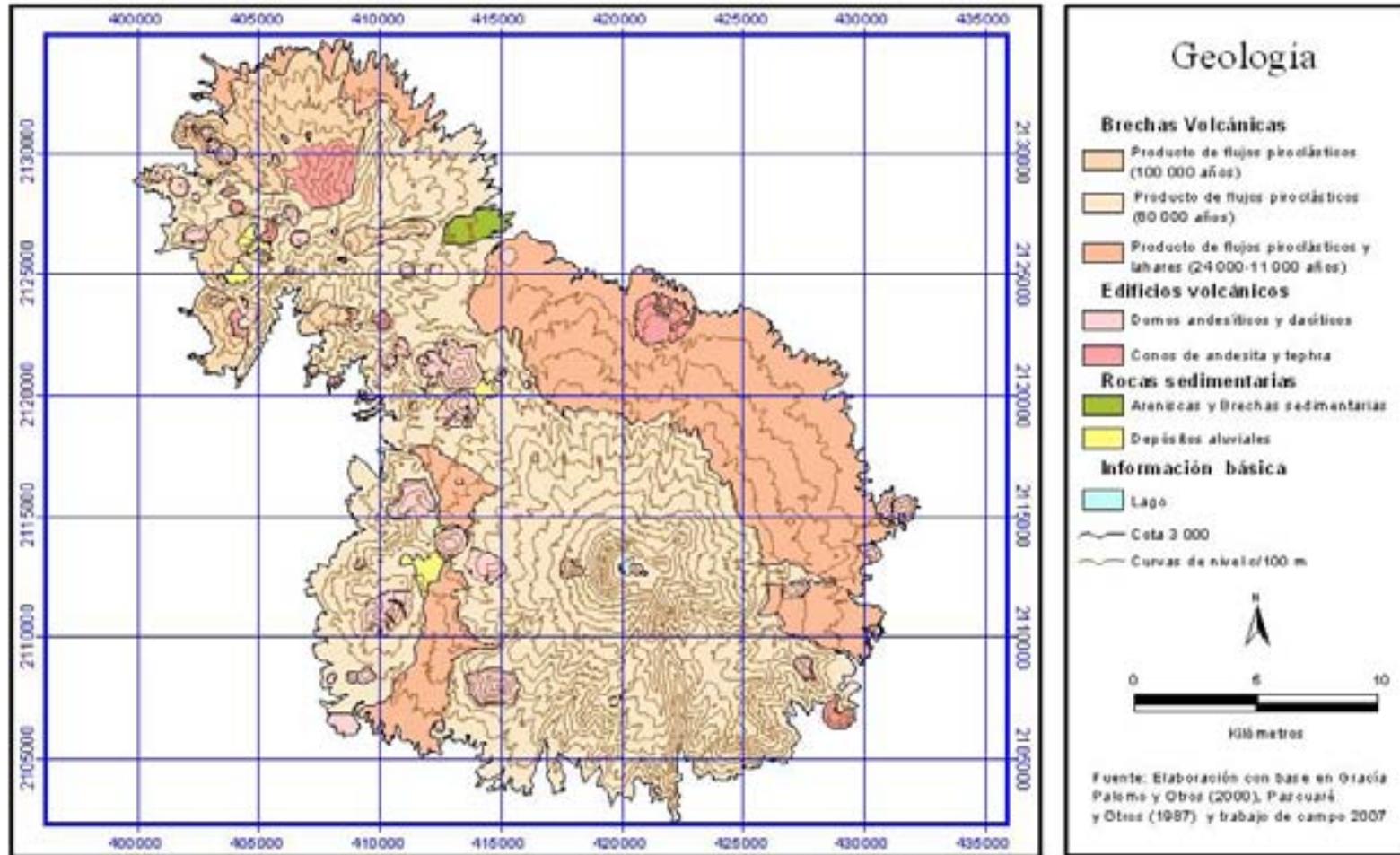
Fuente: Elaboración propia con base en resultados de investigación.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 4

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 5

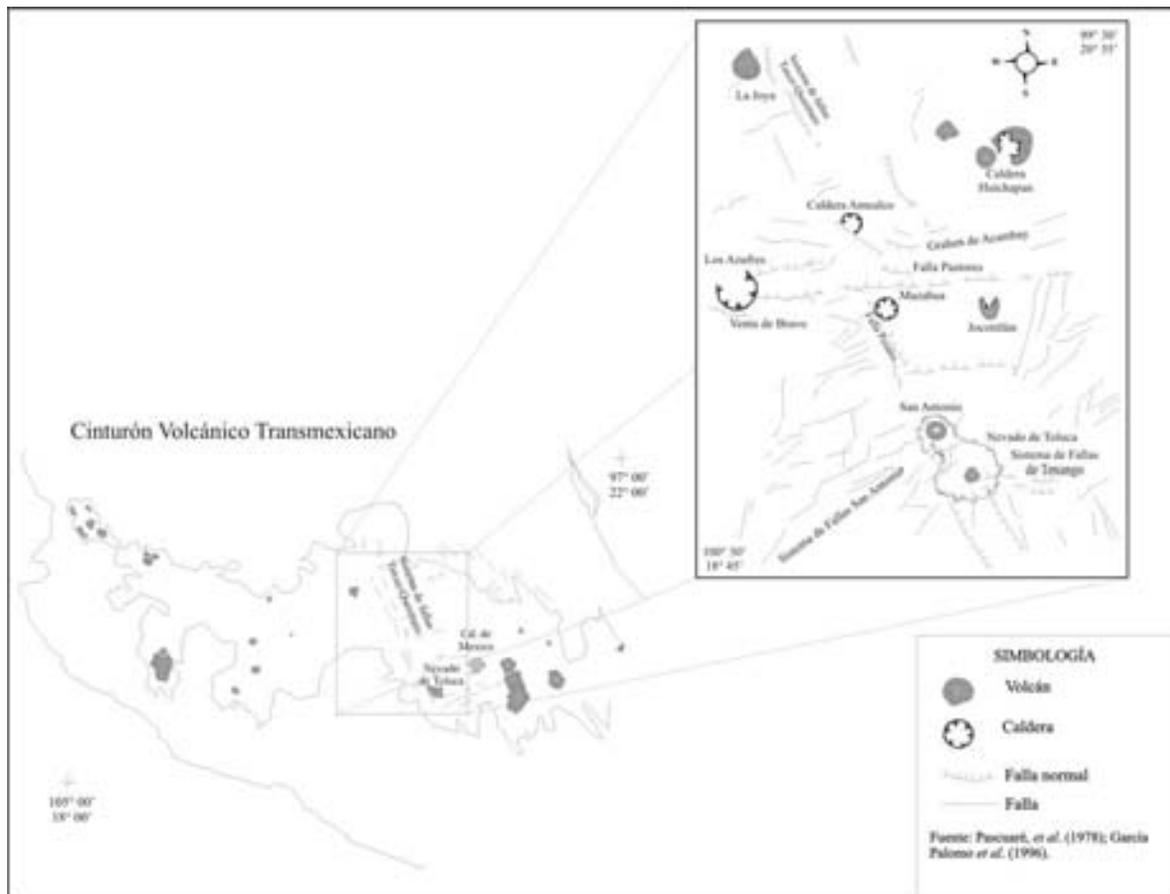
e) Geomorfología

Parte de la información de este apartado, fueron presentados en el XI Encuentro de Geógrafos de América Latina, en marzo de 2007.

El Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) está integrado por dos grandes estructuras volcánicas: el Nevado de Toluca y el San Antonio, se encuentra sobre el cruce de tres sistemas de fallas, que en orden cronológico son: Sistema Taxco-Querétaro, Sistema San Antonio y Sistema Tenango. Por tal motivo las direcciones estructurales se sobreponen y aparecen en cartas, fotos aéreas y en campo como patrones compuestos por fallas de diferentes edades y sentidos de movimiento.

El conjunto está formado por rocas volcánicas intermedias. El volcán San Antonio es la unidad más antigua por lo que la erosión ha provocado mayor disección. Las pendientes más fuertes se encuentran en la parte alta del Volcán Nevado de Toluca y sobre escarpes de fallas del sistema San Antonio.

Figura 3. Sistema de fallas asociado al PNNT



Fuente: Reyes, A. Valdez, M.E. y Mireles, P. (2007).

Entre los volcanes San Antonio y Nevado de Toluca la manifestación superficial del sistema de fallas es escasa. Las direcciones medidas en campo indican en promedio 160° . Asociadas con este sistema se encuentran fallas con orientación de 1° a 5° , sugiriendo movimiento horizontal derecho.

En la ladera Sur del Nevado de Toluca aparece un conjunto de fallas y zonas de transcurrencias derechas, indicadas por fallas *en-echelon*, con orientación entre 170° y 4° . Junto con las demás fallas visibles en fotos aéreas y marcadas en cartas, dichas fallas tienen orientaciones principales de 6° y 142° (Vilchis, 2001).

Al NNW del Volcán San Antonio, dentro del afloramiento de rocas volcánicas intermedias del Terciario, en el Cerro Colorado, afloran esquistos del basamento. Este afloramiento fue probablemente causado por actividad del sistema Taxco-Querétaro, ya que aparece dentro de un bloque levantado.

El sistema volcán San Antonio y volcán Nevado de Toluca están sobre fallas orientadas NE-SW hasta ENE-WSW. Las fallas principales de este sistema son: falla San Antonio, San Miguel y Zacango, entre las dos primeras se encuentra el graben San Miguel, ocupado por el complejo de Domos y Conos del Plioceno. En el lado NW del graben aflora la secuencia volcánica de San Antonio del Mioceno Superior y en el lado SE la Secuencia Andesítica y Dacítica del Nevado de Toluca del Plioceno/Holoceno respectivamente. Asociadas a éstas aparecen fallas *en-echelon* orientadas NEN-SWS (García-Palomo, et al, 2000).

El sistema de fallas San Antonio aparece también en la ladera Norte del volcán San Antonio, junto con las fallas del sistema Taxco-Querétaro, conservando una dirección entre 50° y 65° .

En general la evolución que han tenido los edificios volcánicos Nevado de Toluca y San Antonio (García-Palomo, 1998) se dio de la siguiente manera:

JURÁSICO-CRETÁCICO TEMPRANO. Esquistos y filitas metamorizadas forman el basamento del Sistema Volcánico Transversal. En el área de estudio afloran en pequeñas cantidades en los alrededores de San Andrés de Gama y Tequisquiapan al SW del volcán Nevado de Toluca. Dichas rocas corresponden a la Secuencia Volcanosedimentaria y metamórfica de Ixtapan-Teloloapan.

MIOCENO. Las rocas volcánicas de Mioceno Superior forman el edificio volcánico del Cerro San Antonio. Fueron denominadas como Secuencia Volcánica San Antonio, compuesta de flujos lávicos y piroclásticos. En el SW y SE del volcán Nevado de Toluca aflora la secuencia Máfica compuesta por flujos de basaltos y brechas basálticas.

PLIOCENO. Afloramiento de rocas volcánicas entre los volcanes San Antonio y Nevado de Toluca, se localizan en pequeñas cantidades en la ladera Noreste y Noroeste del San Antonio y sobre la ladera Este del Nevado de Toluca. Estos afloramientos están formados por Domos y Conos de composición intermedia.

CUATERNARIO. Rocas volcánicas de Plioceno forman el volcán Nevado de Toluca. El complejo más antiguo (Secuencia Andesítica del Nevado de Toluca) forma el edificio principal y se compone de lavas andesíticas de edades entre 1.6 y 1.23 millones de años. El más reciente (Secuencia Dacítica del Nevado de Toluca) compuesto de depósitos piroclásticos localizados en los flancos, principalmente el lado Noreste en forma de abanico coalescente y Suroeste donde llena grabenes orientados NE-SW. El complejo fue depositado durante los últimos 100 000 años (García-Palomo, et al, 2000), con las erupciones más grandes hace 25 000 años (depósito de Pómez Toluca Inferior: PTI) y hace 11 600 años (depósito de Pómez Toluca Superior: PTS de una mayor extensión) (Bloomfield y Valastro, 1977). Las últimas pequeñas manifestaciones volcánicas en el Nevado de Toluca fueron fechadas hace 3 300 años (García-

Palomo,1998), que sugiere la continuación de depósitos de la Secuencia Dacítica del Nevado de Toluca hasta el Holoceno. Tomando en cuenta la disposición de las rocas de diferentes edades, que forman el conjunto estructural volcánica San Antonio-Nevado de Toluca, se puede suponer, que en este caso también aparece migración de la actividad volcánica hacia el Sur.

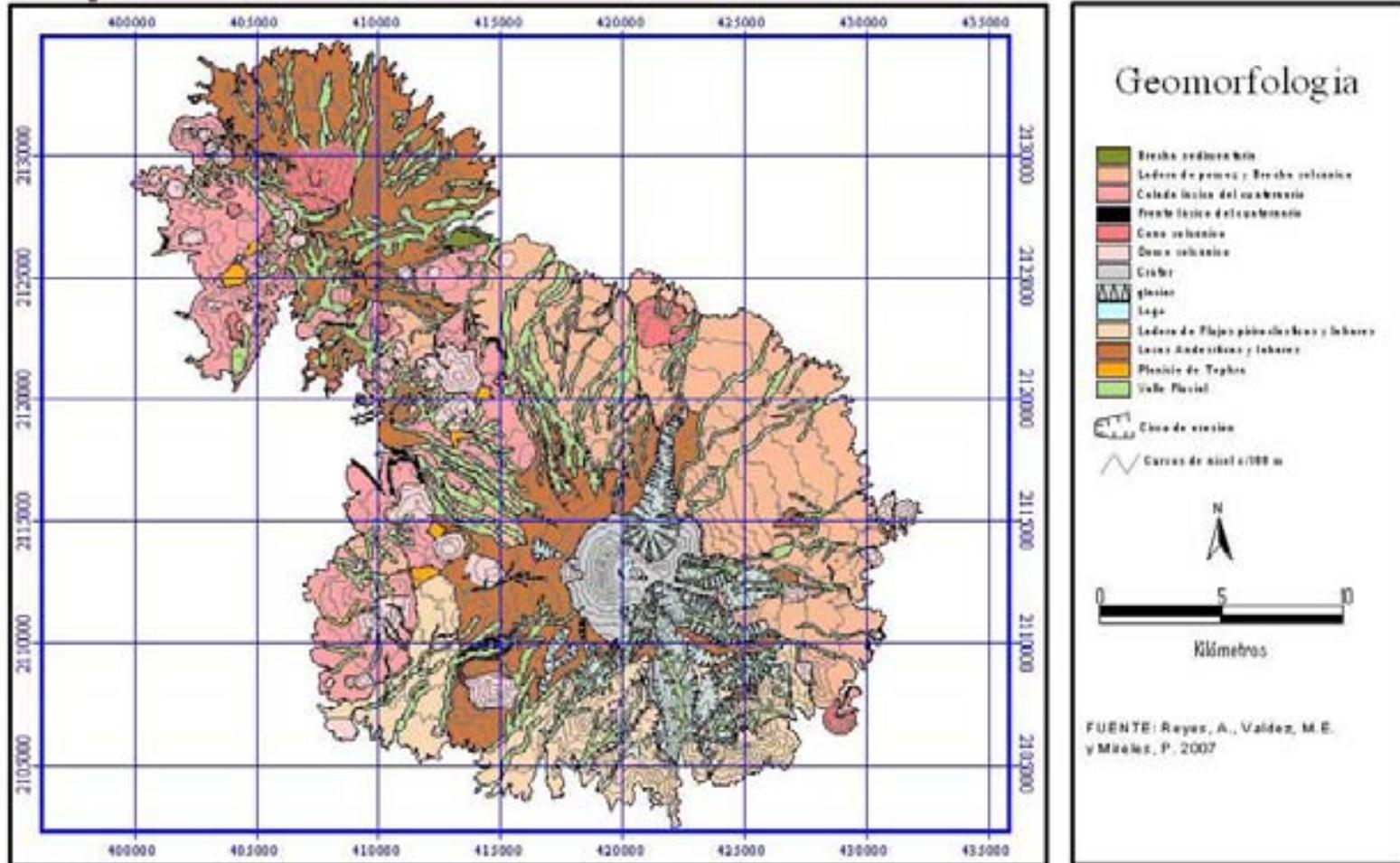
La evolución geológica del Nevado de Toluca, como la estructura más importante del PNNT se integra en cuadro 8:

Cuadro 8: Evolución volcánica del Nevado de Toluca

<i>Fase</i>	OCURRENCIA DEL EVENTO	ACTIVIDAD	MORFOLOGIA
I	Hace 1 600 000 de años	Formación del edificio volcánico o estructura primitiva, que se emplaza sobre el sistema de alineamientos NW-SE, y se relaciona con los subsistemas SW-NE y E-W.	Estratovolcán con pendientes que oscilan entre los 30° y 45°; la altura del edificio se estima que supera poco más de 5 000 metros. Se caracteriza por poseer una amplia chimenea y un cráter abierto hacia el Este.
II	Entre 60 000 y 36 000 años	Se presenta una intensa actividad en la cual la energía eruptiva se identifica con emanaciones de carácter peleano que rompen parte de estructura superior del cráter del edificio. La actividad se acompaña del desarrollo de avalanchas e importantes flujos de cenizas; así como de un colapsamiento que da origen a la caldera.	Se forma la caldera como producto de las explosiones, originando la destrucción de la parte superior del cono. La amplitud de la depresión formada en su eje mayor supera más de un kilómetro. Se crean importantes depósitos de sedimentos sobre las laderas generados por las avalanchas piroclásticas y las cenizas de flujo y de caída.
III	Entre 36 000 y 24 000 años	Durante este periodo no se registra actividad volcánica.	Se crean condiciones de biostasia que permiten la formación de suelos en los flancos del volcán y las llanuras periféricas. Se desarrolla un sistema fluvial que reconoce los alineamientos tectónicos.
IV	Hace 24 000 años	Se reactiva violentamente, es la primera erupción pliniana, genera depósitos de pómez de caída hacia el E del edificio volcánico, principalmente. Estos flujos fueron denominados como la Formación PTI.	Las antiguas geoformas heredadas por la glaciación y la escorrentía fluvial, quedan sepultadas por los depósitos de la erupción pliniana; en esta fase se reconoce la formación de un paleosuelo.
V	Entre 24 000 y 11 600 años	Durante este periodo no se registra actividad volcánica.	Se presenta el retrabajo erosivo de antiguas formas y depósitos de sedimentos.
VI	Hace 11 600 años	Después de 12 400 años de inactividad, el Nevado se reactiva con una erupción pliniana, más violenta que la primera; los depósitos de este evento se conocen como Formación PTS, caracterizada por el espesor de los sedimentos y su lejanía con respecto a la fuente de emisión, algunos de ellos a más de 70 kilómetros de distancia en columnas estratigráficas que superan los 2 metros de espesor. Los mayores depósitos se localizan al NE del volcán.	Queda definida la forma actual del cráter, así como el piedemonte y la planicie localizada al este del edificio. Se produce otro paleosuelo. Para este periodo, se identifica la presencia del hombre en las márgenes del volcán, en la porción que comprende Amanalco de Becerra.
VII	Hace 11 500 años	Se forma un domo al interior del cráter, el cual, marca el final de la actividad eruptiva del Nevado	Se exhibe la morfología actual, se desarrollan suelos de origen volcánico y procesos erosivo-acumulativos de origen glacial, fluvio-glacial y fluvial.
VIII	Hace 3 300 años	Últimas pequeñas manifestaciones volcánicas del Volcán Nevado de Toluca. Sugieren la secuencia Dacítica del Volcán Nevado de Toluca, hasta el Holoceno	Forman el conjunto volcánico estructural San Antonio-Nevado de Toluca, con migración de la actividad volcánica hacia el Sur.

Fuente: Reyes, A. Valdez, M.E. y Mireles, P. (2007)

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 6

Para la carta geomorfológica del Parque Nacional Nevado de Toluca se consideraron las siguientes unidades:

Lavas andesíticas y lahares

Constituyen el basamento de las dos principales estructuras volcánicas del Parque Nacional, el Nevado de Toluca y el San Antonio, corresponden a la secuencia andesítica y se ubican de 1.6 a 1.2 millones de años. Los depósitos del Volcán Nevado de Toluca, afloran al NW, W y SW del parque, su morfología se caracteriza por roca fuertemente intemperizada, con predominio de pendientes convexas; la secuencia de volcán San Antonio aflora al NE del mismo. La altitud fluctúa entre los 3 000 y 3 600 m. sobre esta unidad evolucionaron las demás formas existentes, se encuentran en su mayor parte sepultadas por flujos piroclásticos de las erupciones plinianas y depósitos glaciares, esta unidad se caracteriza por la presencia de valles glaciares y fluviales muy profundos, quedando al descubierto los afloramientos andesíticos, muy fracturados, por lo que el drenaje está controlado estructuralmente.

Domos y conos volcánicos

Los domos dacíticos y andesíticos, así como los conos volcánicos de escoria, se encuentran principalmente hacia el NW, W, SW y E del Volcán Nevado de Toluca, correspondiendo a las zonas de debilidad cortical.

Al W del Volcán San Antonio se encuentra un campo de conos y domos volcánicos, que corresponde al sistema de fracturas San Antonio y al basamento andesítico del mioceno. Este campo volcánico corresponde al cuaternario, se identifican claramente sus cráteres, derrames y frentes lávicos, así como una configuración de drenaje poco desarrollada.

Una zona representativa se encuentra al poniente del Volcán Nevado de Toluca, mantiene una dirección SW-NE. Se desarrollaron dentro del Graben de San Miguel, el cual es un complejo de domos, conos y derrames del plioceno de composición ácida e intermedia, principalmente dacitas y andesitas. A esta secuencia corresponde el volcán Gordo, el Prieto, Calotepec, la Calera y la Ciervita, principalmente.

Otra serie de domos se localiza en la ladera ESE del Nevado de Toluca, se caracterizan por su composición andesítica, son de edad pliocénica. Sobresale el volcán Cuescontepec, con un cráter en forma de herradura y un derrame orientado hacia el NE. Fuera de los límites del parque, cambia a dirección S, es parte del sistema Chichinautzin, su composición es básica, se ubica en el Cuaternario entre los 38 590 y los 8 440 años, es el único edificio volcánico de este sistema dentro del parque.

Frentes y coladas lávicas del cuaternario

La composición de éstas varía entre las Basálticas-andesíticas; las más fluidas se asocian a los campos volcánicos monogenéticos cuaternarios de la Sierra del Chichinautzin, mientras que los segundos se encuentran localizados al pie de estructuras piroclásticas y conos de lava, su edad varía entre el Pleistoceno y Holoceno; dichos derrames se encuentran controlados estructuralmente por un sistema de fracturas conjugado en dirección NW-SE.

Pertencen a los frentes abruptos de coladas lávicas de composición intermedia y básica; éstos se presentan con mayor frecuencia en la parte NW y W del edificio y en los campos lávicos adyacentes al volcán; se caracterizan por tener desniveles de hasta 50 metros. Al SE resalta el derrame y frente lávico del Cuescontepec.

Laderas de Pómez y Brechas volcánicas

Las dos erupciones plinianas del Volcán Nevado de Toluca, geológicamente corresponden a la formación Toluca Pómez Inferior y Toluca Pómez Superior, se localizan principalmente al E, NW y N del volcán Nevado de Toluca, debido a la fragilidad de los materiales están fuertemente disectados, configurando inicialmente un sistema radial, posteriormente cambia a paralelo, ya que los materiales presentan baja resistencia a la erosión y la pendiente es uniforme, entre 6 y 15°.

Laderas de flujos piroclásticos y Lahares

Se encuentran distribuidos en su mayoría hacia el N y NE, y solo sobresale una unidad hacia el SE. Están formados por brecha volcánica, con capas delgadas de pómez, corresponden a la misma antigüedad que la unidad anterior, de hecho se encuentran mezcladas. En la ladera SE, se muestran dos grandes formaciones triangulares, una corresponde al colapso las Palomas y la otra al del volcán Cieneguillas, presentan bloques de pómez y dacita, tienen un espesor de 10 a 15 m (Aceves, 1998).

Planicies de tefra

Son pequeñas áreas asociadas a transporte fluvial violento de material volcánico, caracterizado por estar poco redondeado debido a que la fuente del mismo se encuentra cerca, se distribuyen alrededor de las dos estructuras volcánicas del PNNT.

Cráter del Volcán Nevado de Toluca

Esta unidad es de origen Cuaternario, la morfología actual data de aproximadamente 60 000 años (Aceves, 1998), con una geología compuesta por rocas ígneas extrusivas intermedias, al igual que las unidades anteriores se encuentran cubierta de pumita y su modelado muestra rasgos eminentemente glaciares, en su labio se encuentran dos domos dacíticos, fuertemente alterados: el pico del Águila y el del Fraile. Al término de la última fase pliniana (11 500 años), se emplaza un domo (el ombligo) dacítico, que genera un derrame brechado de la misma composición hacia el NE, el cráter se encuentra abierto hacia el NE, evidencia de su última erupción pliniana, la cual se identifica por la forma de herradura del cráter del volcán Nevado de Toluca, evidencia de la dirección de las últimas erupciones producto de una falla que marca la zona de debilidad del mismo.

El diámetro mayor es de 4.5 km y el menor de 3.5 km localizado dentro de los 4200-4680 msnm con pendientes de 6° a más de 45°, dando como resultado una dominancia de drenajes de primer orden

originados a partir del borde de esta unidad, los principales son los arroyos Pichontagüi, el Jabalí, Chiquihuitero, Cano y Grande.

Circos y valles glaciares

Las formas de origen glaciar corresponden al pleistoceno y holoceno, en la actualidad el modelado solo es periglacial, pero quedan las formas resultantes de los antiguos glaciares, las principales son los valles, las morrenas, los glaciares de roca; procesos al parecer inactivos en la actualidad, el cráter se encuentra afallado y de él se desprenden cuatro grandes valles glaciares, hacia el N, E y S del Volcán Nevado de Toluca.

Como consecuencia de la reducción de las dimensiones del Volcán Nevado de Toluca y los cambios climáticos que han ocurrido, los procesos periglaciares que predominan en la actualidad son fundamentalmente la gelifracción y geliflujión, provocando el movimiento de los materiales en pendientes de más de 30°. La evidencia de estos procesos es la presencia de conos de derrubios y coladas de bloques.

Circos y valles fluviales

Los circos y valles se encuentran distribuidos por todo el parque, en el caso de los circos modelan rápidamente la cabecera al retomar los valles glaciares en la conformación de su valle, aunado a la fragilidad de los depósitos de la formación pómez nevado inferior y superior; la mayor densidad de valles se localiza al S; N y NW de la zona de estudio, los valles más profundos oscilan entre los 200 y 400 m. se localizan al S del PNNT, sufren fuerte control estructural, han logrado remover los materiales de las últimas erupciones del Nevado de Toluca y dejan al descubierto el basamento andesítico, en los valles se encuentran rupturas de pendiente de más de 45°, lo que evidencia fuerte control estructural, tal es el caso del Río San Gaspar y Chichihuitero, al S del parque. La porción NW y W del parque muestra una baja densidad de valles, debido a que es la unidad de coladas lávicas y conos corresponde al cuaternario y sus materiales son altamente permeables, por lo que la red de drenaje muestra un bajo grado de organización.

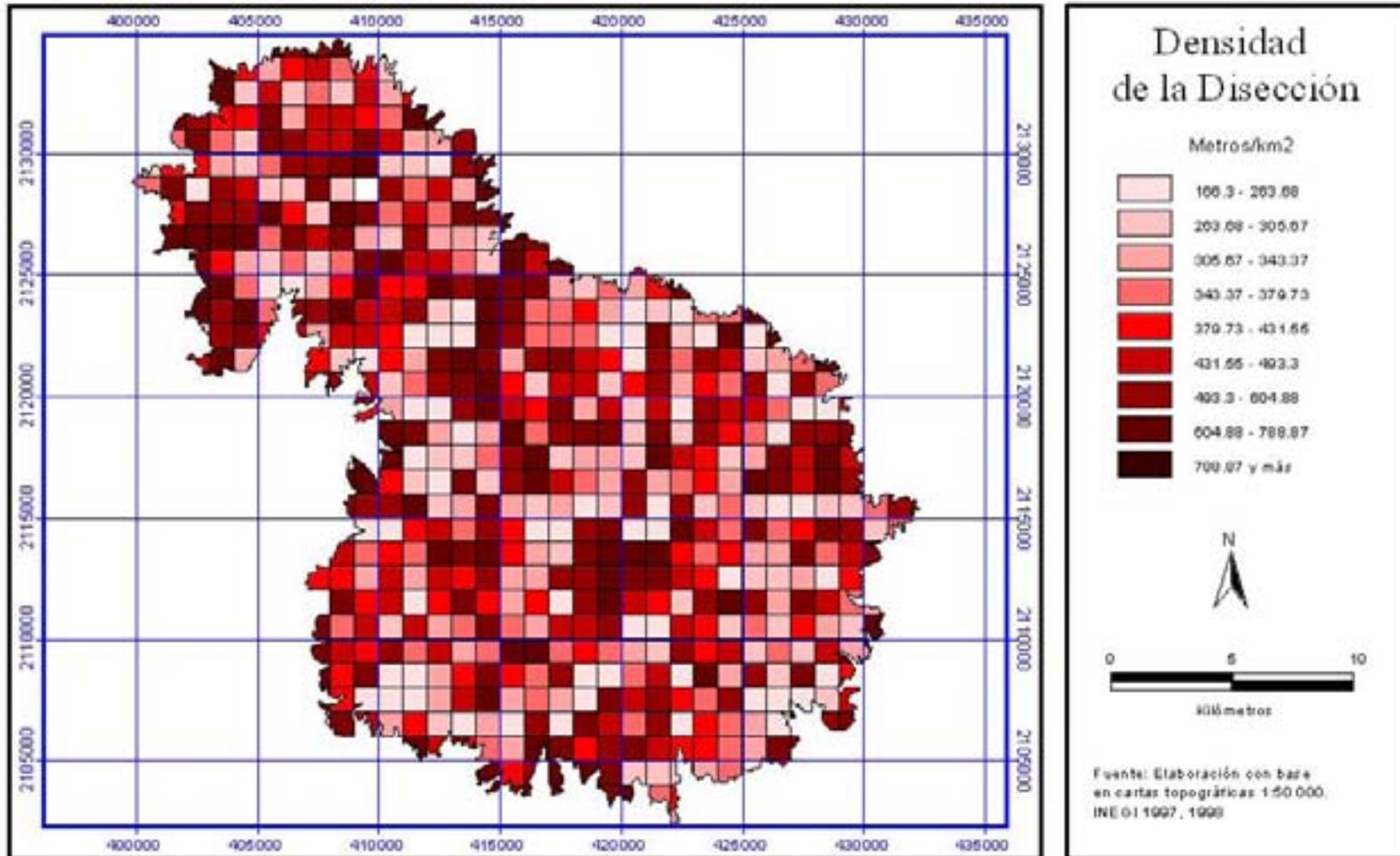
e.1) Densidad de la disección

La densidad de disección es heterogénea en el PNNT, los valores más altos indican el dominio de corrientes de primer orden y fuerte control estructural, en el mapa se puede observar como los valores más altos, de 604 m a 15 000 m, (también se puede expresar en km, de 0.604 a 15 km/km²), forman una línea SE-NE, corresponde al sistema de fracturas Taxco- Querétaro. En el volcán San Antonio se manifiestan los mismos valores al poniente de esta estructura, en el cual se manifiesta control estructural provocado por el sistema de fallas San Antonio. Al NE de este volcán, la densidad fluctúa entre los 340 y 166 m/km², principalmente.

Al NE del parque, la densidad de disección se encuentra en el rango de 166 a 305 m/km², ya que existen depósitos aluviales entorno a los arroyos Agua Bendita, Cano, Arenal, Caballero, Verdiguél, Terrerillos, La Ciervita y La Garrapata. Los valores más bajos corresponden a la parte central del Parque, específicamente a los parteaguas e interfluvios, de la cota 3 600 msnm a la 3 000 msnm; fuera de las zonas descritas con control estructural, la erosión ha formado profundos valles, debido a la fragilidad de las brechas y tobas volcánicas, por lo que predominan las corrientes de segundo y tercer orden, así como pendientes menores, entre 6° y 15°.

Al Sur del Nevado de Toluca, los valores bajos se ubican en los interfluvios y los altos en las zonas de control estructural; llegando a generar abundantes corrientes de primer orden, ya que existen pendientes de más de 45°. Los valores más altos se encuentran en los arroyos Chichihuitero, San Gaspar y Arroyo Grande, principalmente.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 7

e.2) Energía del relieve

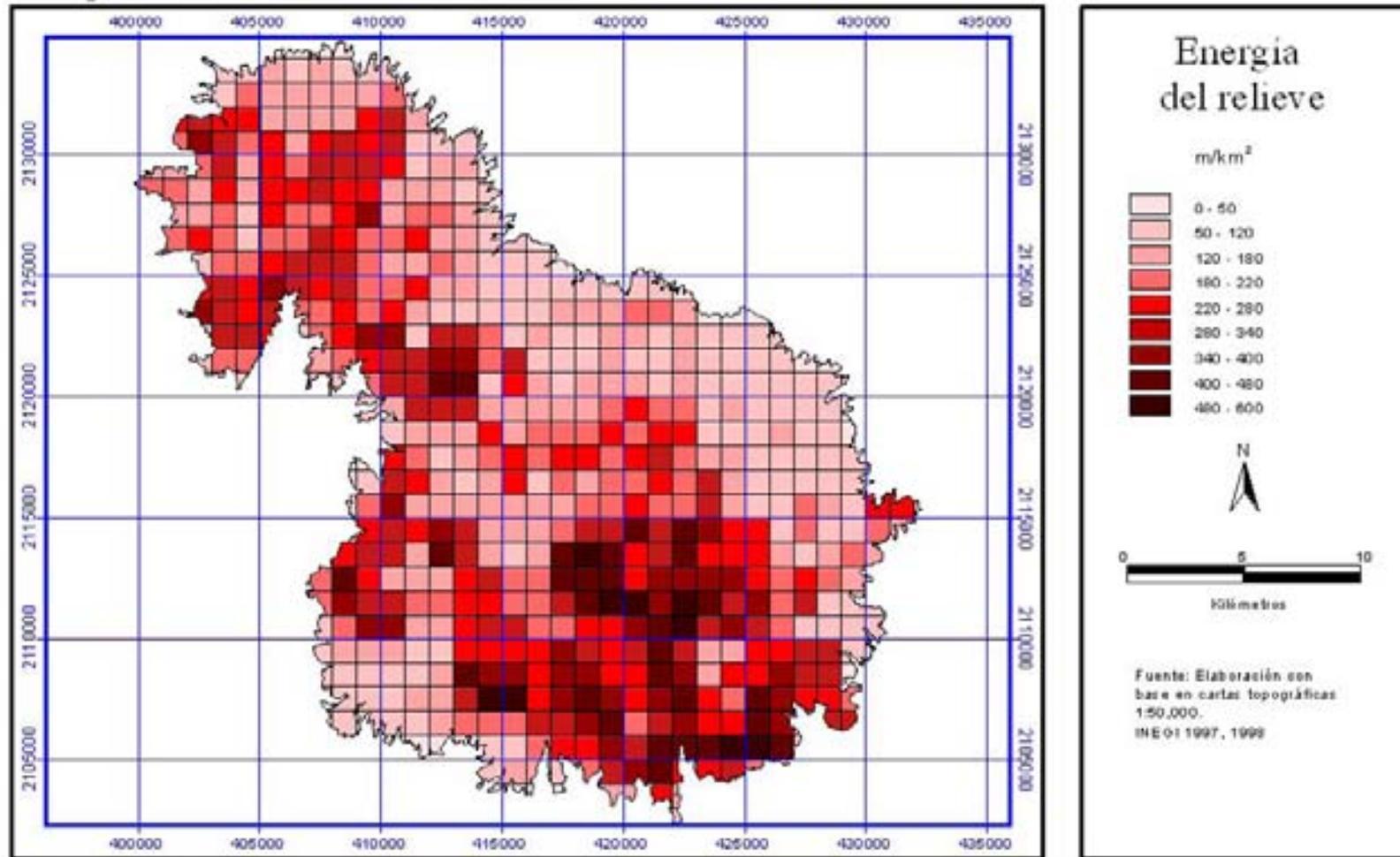
Los valores más bajos de energía del relieve (de 0 a 120 m/km²) dominan al NE y SE del PNNT, corresponden a pendientes entre 3° y 15°, zonas cubiertas por material volcánico frágil y escasez de fallas y fracturas, estableciéndose el dominio de la erosión.

En cuanto a energía del relieve, en el NW y W del parque dominan valores de 120 a 280 m/km², ubicándose los más altos en dirección SW-NE, lo cual pone en evidencia el sistema de fallas San Antonio; normalmente corresponde a afloramientos de andesitas altamente intemperizadas, donde la debilidad generada por fallas y fracturas facilitó el escurrimiento del drenaje, removiendo los materiales frágiles, producto de lahares y flujos piroclásticos.

Del Cráter del Nevado de Toluca, hacia el Sur se localizan los valores más elevados en todo el Parque, producto del fuerte control estructural que ejerce el sistema de fallas Taxco-Querétaro.

Dichos valores corresponden a los arroyos Chichihuitero, San Gaspar y Grande, principalmente. Los valores ubicados entre 340 y 600 m/km², marcan el inicio de un sistema de fosas y horst que se prolongan hacia el Sur, fuera del PNNT.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 8

f) Edafología

La información edafológica disponible del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) publicada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) a escala 1:50 000 es general, incompleta y poco detallada en relación a la información morfológica, física y química de las unidades., así como densidad de observaciones; de tal manera que la falta de esta información, impide la interpretación completa del recurso suelo. El contar con el inventario completo de suelos permitirá tener un elemento fundamental para la conservación, manejo y planificación adecuada del PNNT.

Para integrar la información de los suelos del Parque considerando los factores que lo formaron para obtener unidades de territorio homogéneas con una estructura y dinámica comunes, se utilizó la metodología para levantamientos edafológicos propuesta por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, elaborada por Elbersen, et al, (1986) y modificada por Mireles (2000).

El objetivo general que se planteó para obtener esta información fue realizar un levantamiento edafológico de cuarto orden con el fin de representar cartográficamente las unidades edáficas resultantes del PNNT. Y dentro de los particulares destacan: correlacionar los elementos del paisaje para determinar la distribución de los suelos y obtener la unidad edáfica; clasificar los suelos con base en las características morfológicas, físicas y químicas del suelo y construir una base de datos específica de las características morfológicas, análisis físicos y químicos, de cada unidad edáfica.

Los resultados que se obtuvieron de este trabajo, fueron presentados en el XI Encuentro de Geógrafos de América Latina (Mireles, P. Valdez, M.E. Reyes, A. Sánchez, I. y Martínez, R. (2007)) y se resumen en los siguientes párrafos:

En la carta edáfica de la zona de estudio inicialmente se generaron 58 unidades preliminares de suelo, definidas básicamente por factores como litología, geoformas, clima y ocupación del suelo; estas unidades fueron reagrupadas en catorce unidades de suelo definidas principalmente por factores de homogeneidad ambiental como se muestra en el Cuadro 9: Leyenda fisiográfica-edáfica del mapa edafológico del PNNT.

Cuadro 9: Leyenda fisiográfica-edáfica del mapa edafológico del PNNT

PROVINCIA FISIOLÓGICA	SUBPROVINCIA FISIOLÓGICA	UNIDAD CLIMÁTICA	PAISAJE	ELEMENTOS DEL PAISAJE		BIOTA	PENDIENTE EN °	ALTITUD POR UNIDAD MSNMM	UNIDAD DE MAPEO	UNIDAD TAXONÓMICA	UNIDAD DE MAPEO	CLAVE
				LITOLOGÍA Y GEOLOGÍA								
				SISTEMA	GRANDES UNIDADES							
VOLCÁNICO TRANSVERSAL	LAGOS Y VOLCANES DE ANAHUAC	E(T)HC(w ₂)ig	A Montaña alta	IGNEA (Q)	I ígnea extrusiva	d Pastizal natural, Miscelánea rocosa, Agua	15 a 30 y de 30 a 45	4 373 - 3 460	Asociación	ANme/2+ANvi/1+Lpli/1+Miscelánea rocosa+agua	4	E(T)HC(w ₂)ig A I d
			Cb'(w ₂)(w)ig		A Montaña alta	II Brecha volcánica, ígnea extrusiva	e Bosque de Coníferas	6 a 15	3 780 - 3 448	Asociación	ANph/1+ANme/1	8
		C Domo B Piedemonte	B Piedemonte		III ígnea extrusiva, Brecha volcánica	f Bosque de Coníferas, Miscelánea rocosa	6 A 15	3 460 - 3 780	Asociación	ANum/1+ANvi/1+ANph/1+Lpli/1+Miscelánea rocosa	12	Cb'(w ₂)(w)ig A III ef
					IV ígnea extrusiva, Toba	g Bosque de Coníferas y latifoliadas	15 a 30	3 780 - 3 460	Asociación	ANph/1+ANvi/1+Lpli/1	10	Cb'(w ₂)(w)ig CB IV g
					I ígnea extrusiva	h Agrícola, Bosque de Coníferas	6 a 15	3 448	Consociación	ANme/1+Lpli/1	1	Cb'(w ₂)(w)ig B I h
					V Brecha volcánica	i Bosque de Coníferas, Agrícola	6 a 15	3 181 - 3 780	Asociación	ANme/1+Phai/1+ANph/1+Lpli/1	3	Cb'(w ₂)(w)ig B V i
					V Brecha volcánica	j Bosque de Latifoliadas	6 a 15	3 137 - 3 460	Asociación	ANmo/1+ANvi/1+Lpli/1	5	Cb'(w ₂)(w)ig B V j
					I ígnea extrusiva	e Bosque de Coníferas	15 a 30	3 360 - 3 780	Asociación	ANph/1,2+ANme/1+ANum/1+Lpli/1+Miscelánea rocosa	7	Cb'(w ₂)(w)ig B I e
					V Brecha volcánica	k Agrícola	3 a 6	3 460 - 3 780	Asociación	ANph/1+ANum/1+ANvi/1+Lpli/1	9	Cb'(w ₂)(w)ig B V k
					II Brecha volcánica, ígnea extrusiva	e Bosque de Coníferas	6 a 15	3 460	Consociación	ANvi/1+Lpli/1	13	Cb'(w ₂)(w)ig B II e
		Deposito aluvial (Q)	Deposito aluvial	I ígnea extrusiva	j Bosque de Latifoliadas	30 a 45	3 460 - 3 631	Asociación	ANvi/1+ANum/1+Lpli/1	14	Cb'(w ₂)(w)ig B I j	
				VI Deposito aluvial	e Bosque de Coníferas	0 a 30	3 448 - 3 780	Asociación	ANme/1+ANph/1	2	Cb'(w ₂)(w)ig B VI h	
		B Piedemonte	IGNEA (Q)	VII Toba, Brecha volcánica	h Agrícola, Bosque de Coníferas	6 a 15	3 631	Consociación	ANum/1+Lpli/1	11	Cb'(w ₂)(w)ig BA VII h	
		A Montaña alta	IGNEA (Q)	VIII ígnea extrusiva, Arenisca toba, Brecha volcánica	I Bosque de Coníferas, Bosque Mixto, Agrícola	6 a 15	3 780	Consociación	ANph/1+Lpli/1+Miscelánea rocosa	6	Cb'(w ₂)(w)ig BAC VIII I	
		B Piedemonte										
		A Montaña alta										
		C Domo										

Fuente: Mireles, P. Valdez, M.E. Reyes, A. Sánchez, I. y Martínez, R. (2007).

La leyenda fisiográfica edáfica que se muestra en el cuadro anterior, permite visualizar el ambiente físico que compone cada unidad edáfica, la cual se construyó con los datos que permitieron la identificación de unidades edáficas; así mismo se elaboraron claves que permitieran una escritura corta, tanto en la leyenda como en el mapa, ejemplo de lectura:

Unidad de suelo 1 Cb'(w2)(w)ig B I h (ANme/1), donde: [Cb'(w2)(w)ig]; corresponde a un clima semifrío; [B] corresponde al pie de monte; [I] representa a la roca ígnea extrusiva; [h] el tipo de ocupación del suelo agrícola y bosque de coníferas y; [(ANme/1)] corresponde a un andosol melánico con textura gruesa.

Las catorce unidades edáficas que se obtuvieron en el levantamiento de suelo de cuarto orden del PNNT, se describen a continuación:

Unidad N° (1) Consociación de Andosol melánico con textura gruesa: Cb'(w2)(w)ig B I h (ANme/1+Lpli/1)

La unidad contiene más del 65% de arena y menos de 18% de arcilla, una altitud comprendida de los 3 200 a 3 600 msnm, y pendientes que oscilan entre 6° a 15°, con uso de suelo agrícola y bosque de coníferas, distribuido sobre un basamento principalmente formado por ígnea extrusiva intermedia del cuaternario; constituida por un sistema de piedemonte con clima semifrío perteneciente a la subprovincia fisiográfica lagos y volcanes de Anáhuac así como al sistema volcánico transversal.

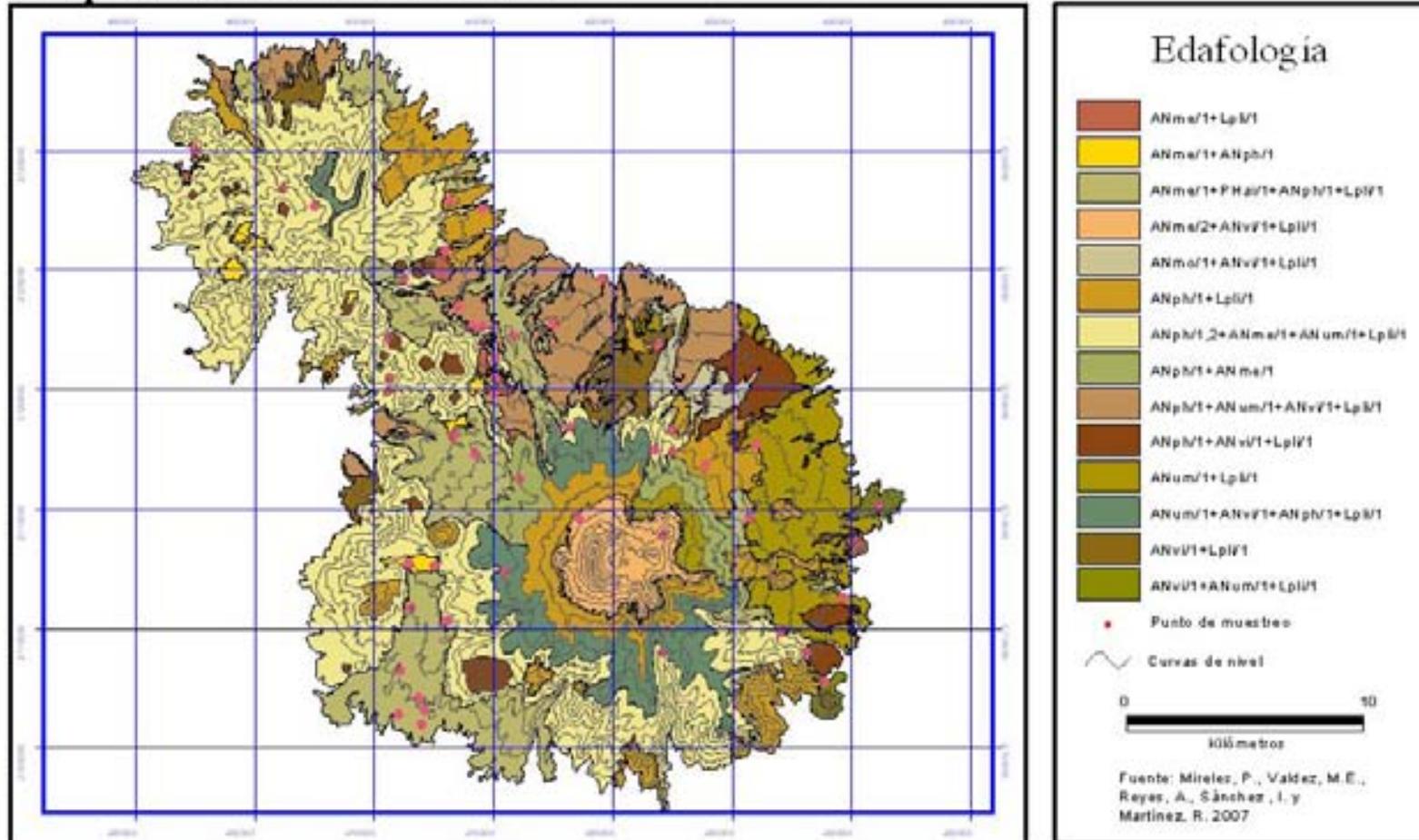
Unidad N° (2) Asociación de Andosol melánico más Andosol páchico con textura gruesa Cb'(w2)(w)ig B VI h (ANme/1+ANph/1):

Presenta más del 65% de arena y menos de 18% de arcilla, altitud entre los 3 200 y 3 400 msnm, y pendientes que oscilan entre 0° y 30°; el uso de suelo es bosque de coníferas, distribuido sobre depósitos aluviales del cuaternario; sobre piedemonte; con clima semifrío, pertenece a la subprovincia fisiográfica lagos y volcanes de Anáhuac.

Unidad N° (3) Asociación de Andosol melánico más un Feozem árgico y un Andosol páchico con textura gruesa Cb'(w2)(w)ig B V i (ANme/1+PHai/1+ANph/1+Lpli/1):

La unidad contiene más del 65% de arena y menos del 18% de arcilla; una altitud entre 3 000 y 3 600 msnm; pendientes que oscilan entre 6° a 15°; con bosque de coníferas y uso agrícola sobre un basamento de roca principalmente formado por brecha volcánica del cuaternario; sobre piedemonte; con clima semifrío, pertenece a la subprovincia fisiográfica lagos y volcanes de Anáhuac.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 9

Unidad N° (4) Asociación de un Andosol melánico más un Andosol vítrico con textura gruesa más una miscelánea rocosa E(T)HC(w2)ig A I d (ANme/2+ANvi/1+Lpli/1) más una miscelánea rocosa y agua:

La unidad de suelo contiene más del 65% de arena y menos de 18% de arcilla; se encuentra entre 4 000 a 4 800 msnm; pendientes entre 15° a 30° y de 30° a 45°; con vegetación de pastizal natural distribuido sobre un basamento de roca principalmente ígnea extrusiva intermedia del cuaternario; constituida por un sistema de montaña alta con clima frío que pertenece a la subprovincia fisiográfica lagos y volcanes de Anáhuac.

Unidad N° (5) Asociación de un Andosol mólico con textura gruesa más un Andosol vítrico de textura gruesa Cb'(w2)(w)ig B V j (ANmo/1+ANvi/1+Lpli/1):

Es una asociación con una altitud entre 3 000 a 3 400 msnm y pendientes que oscilan entre 6° a 15°; con bosque de latifoliadas que se encuentran sobre un basamento de brecha volcánica del cuaternario, constituida por un sistema de piedemonte con clima semifrío que pertenece a la subprovincia fisiográfica lagos y volcanes de Anáhuac.

Unidad N° (6) Consociación formada por un Andosol páchico con textura gruesa Cb'(w2)(w)ig BAC VIII I (ANph/1+Lpli/1):

La unidad se encuentra entre los 3 000 y 4 000 msnm; con pendientes entre 6° y 15° y con una vegetación de bosque de coníferas, bosque mixto y uso de suelo agrícola; sobre un basamento de roca ígnea extrusiva intermedia del cuaternario, arenisca, toba y brecha volcánica de la misma edad; constituida por un sistema de piedemonte, montaña alta y domo, con clima semifrío, que pertenece a la subprovincia fisiográfica lagos y volcanes de Anáhuac.

Unidad N° (7) Asociación de un Andosol páchico con textura media más un Andosol melánico con textura gruesa y un Andosol úmbrico de textura gruesa Cb'(w2)(w)ig B I e (ANph/1,2+ANme/1+ANum/1+Lpli/1) más una miscelánea rocosa:

Se ubica entre los 3 000 y 3 600 msnm; tiene pendientes entre 15° y 30°; con vegetación de bosque de coníferas sobre un basamento de roca ígnea extrusiva intermedia del cuaternario y piedemonte; con clima semifrío; perteneciente a la subprovincia fisiográfica lagos y volcanes de Anáhuac.

Unidad N ° (8) Asociación de un Andosol páchico más un Andosol melánico con textura gruesa Cb'(w2)(w)ig A II e (ANph/1+ANme/1):

La unidad se encuentra entre los 3 600 a 3 800 msnm; con pendientes que oscilan entre 6° a 15°; el uso de suelo es bosque de coníferas que se encuentra sobre un basamento de brecha volcánica e ígnea extrusiva intermedia del cuaternario, constituida por un sistema de montaña alta con clima semifrío perteneciente a la misma subprovincia fisiográfica que la unidad anterior.

Unidad N ° (9) Asociación de Andosol páchico de textura gruesa más Andosol úmbrico más un Andosol vítrico con textura gruesa Cb'(w2)(w)ig B V k (ANph/1+ANum/1+ANvi/1+Lpli/1):

Se encuentra a una altitud entre los 3 000 a 3 600 msnm y pendientes que oscilan entre 15° a 30°; el uso de suelo es agrícola, la roca que dio origen a este suelo brecha volcánica del cuaternario, sobre piedemonte, con clima semifrío y pertenece a la misma subprovincia fisiográfica.

Unidad N ° (10) Asociación de un Andosol páchico más un Andosol vítrico textura media Cb'(w2)(w)ig CB IV g (ANph/1+ANvi/1+Lpli/1):

La unidad edáfica se localiza entre los 3 000 y 3 600 msnm; pendientes entre 15° y 30°; el uso de suelo es bosque de coníferas y latifoliadas, que se encuentra sobre roca ígnea extrusiva intermedia y toba del cuaternario, está constituida por un sistema de domos y piedemonte, con clima semifrío y sobre la subprovincia fisiográfica lagos y volcanes de Anáhuac.

Unidad N ° (11) Consociación de Andosol úmbrico con textura gruesa Cb'(w2)(w)ig BA VII h (ANum/1+Lpli/1):

Esta unidad de suelo se ubica entre los 3 000 y 4 000 msnm, las pendientes que predominan oscilan entre 6° y 15°; el uso de suelo es bosque de coníferas y agrícola, se distribuye sobre un basamento de toba y brecha volcánica del cuaternario, se encuentra en sistema de piedemonte y montaña alta con clima semifrío y pertenece a la misma subprovincia fisiográfica mencionada anteriormente.

Unidad N ° (12) Asociación de un Andosol úmbrico más un Andosol vítrico más un Andosol páchico y una miscelánea rocosa con textura gruesa Cb'(w2)(w)ig A III ef (ANum/1+ANvi/1+ANph/1+Lpli/1):

Comprendida entre los 3 600 a 3 800 msnm; con pendientes entre 6° a 15°, el uso de suelo es bosque de coníferas que se encuentra sobre roca ígnea extrusiva intermedia y brecha volcánica del cuaternario, constituida por un sistema de montaña alta con clima semifrío y dentro de la subprovincia fisiográfica anteriormente citada.

Unidad N ° (13) Consociación de Andosol vítrico con textura gruesa Cb'(w2)(w)ig B II e (ANvi/1+Lpli/1):

La unidad edáfica se ubica entre los 3 000 y 3 600 msnm; las pendientes oscilan entre 6° y 15°; el uso de suelo es bosque de coníferas distribuido en un basamento de roca principalmente formado por brecha volcánica del cuaternario e ígnea extrusiva intermedia de la misma edad; se encuentra sobre piedemonte, tiene un clima semifrío y pertenece a la subprovincia fisiográfica anterior.

Unidad N ° (14) Asociación Andosol vítrico más un Andosol úmbrico con textura Cb'(w2)(w)ig B I j (ANvi/1+ANum/1+Lpli/1):

Esta unidad de suelos presenta una altitud entre los 3 000 y 3 400 msnm; pendientes entre 30° y 45°; el uso de suelo es bosque de latifoliadas que se encuentra sobre roca ígnea extrusiva intermedia del cuaternario; se ubica en un sistema de piedemonte, con clima semifrío y sobre la misma subprovincia fisiográfica.

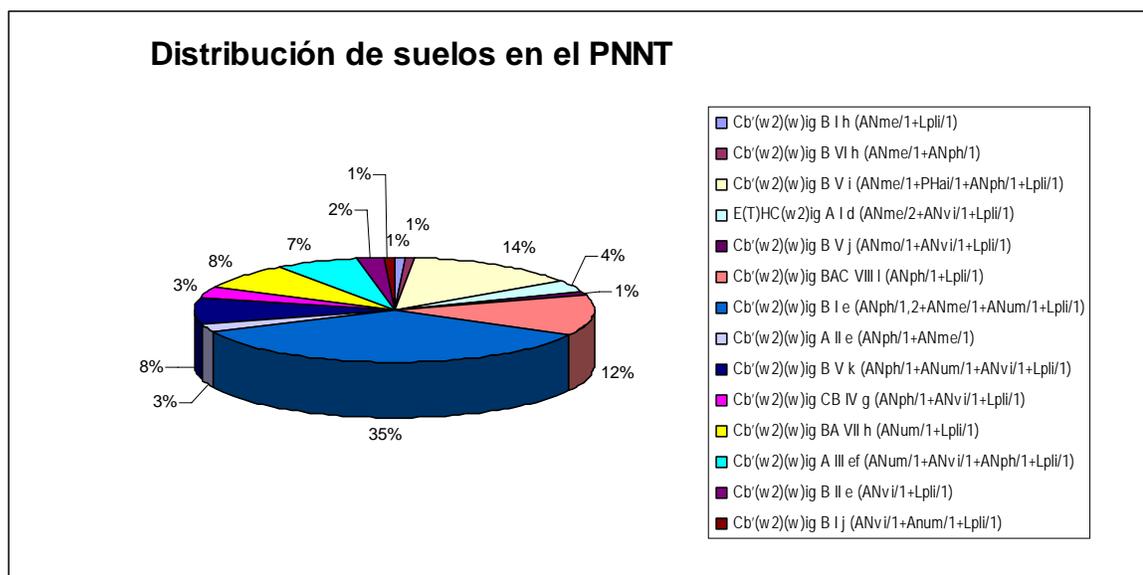
El siguiente cuadro muestra la distribución, en porcentaje, de las catorce unidades edáficas del PNNT.

Tabla 5: Unidades edáficas del PNNT con áreas y porcentaje que ocupan

No.	Unidad edáfica	Hectáreas	%
1	Cb'(w2)(w)ig B I h (ANme/1+Lpli/1)	405.384	0.75
2	Cb'(w2)(w)ig B VI h (ANme/1+ANph/1)	430.163	0.80
3	Cb'(w2)(w)ig B V i (ANme/1+PHai/1+ANph/1+Lpli/1)	7 514.518	13.94
4	E(T)HC(w2)ig A I d (ANme/2+ANvi/1+Lpli/1)	1 983.920	3.68
5	Cb'(w2)(w)ig B V j (ANmo/1+ANvi/1+Lpli/1)	797.130	1.48
6	Cb'(w2)(w)ig BAC VIII I (ANph/1+Lpli/1)	6 655.016	12.34
7	Cb'(w2)(w)ig B I e (ANph/1,2+ANme/1+ANum/1+Lpli/1)	18 912.555	35.08
8	Cb'(w2)(w)ig A II e (ANph/1+ANme/1)	1 354.665	2.51
9	Cb'(w2)(w)ig B V k (ANph/1+ANum/1+ANvi/1+Lpli/1)	4 477.212	8.30
10	Cb'(w2)(w)ig CB IV g (ANph/1+ANvi/1+Lpli/1)	1 792.209	3.32
11	Cb'(w2)(w)ig BA VII h (ANum/1+Lpli/1)	4 341.499	8.05
12	Cb'(w2)(w)ig A III ef (ANum/1+ANvi/1+ANph/1+Lpli/1)	3 534.656	6.56
13	Cb'(w2)(w)ig B II e (ANvi/1+Lpli/1)	1 334.051	2.47
14	Cb'(w2)(w)ig B I j (ANvi/1+ANum/1+Lpli/1)	379.728	0.70

Fuente: Mireles, P. Valdez, M.E. Reyes, A. Sánchez, I. y Martínez, R. (2007).

Figura 4: Porcentaje que ocupan las catorce unidades edáficas del PNNT



Fuente: Mireles, P. Valdez, M.E. Reyes, A. Sánchez, I. y Martínez, R. (2007).

Los resultados de este mapa y su leyenda fisiográfica edáfica permitieron la caracterización de suelos del PNNT por lo tanto se cuenta con datos confiables y actualizados de las catorce unidades de suelo que componen la zona de estudio.

Asimismo el sistema de clasificación de suelos utilizado, permite caracterizar las propiedades morfológicas, físicas y químicas que se toman en consideración para la identificación y delimitación de los suelos, en unidades cartográficas que pueden ser constantemente actualizadas, lo que permite contar con características de cada unidad edáfica en formato digital y la actualización continua de este trabajo, para un manejo y aprovechamiento racional del recurso edáfico y los otros recursos que de alguna manera se relacionan con el suelo.

g) Hidrología

El PNNT es el parteaguas de dos de las cuencas hidrológicas más importantes de México: Lerma-Chapala-Santiago (Región hidrológica 12) y Balsas (Región hidrológica 18). Dentro de la primera abarca la cuenca Lerma-Toluca, cubriendo una superficie de 24 310.2 ha, en donde nacen las Subcuencas: Amoloya-Otzolotepec (a), La Gavia (i), Tejalpa (j) y Verdiguel (k) con nueve microcuencas.

La Región Hidrológica 18 cubre una superficie de 29 602.7 ha, da origen a las Cuencas Balsas- Mezcala (B) y Cutzamala (G), la primera está constituida por la subcuenca Pachumeco (f), y la segunda por las subcuencas Temascaltepec (f) y Tilostoc (g), y dan origen a 15 microcuencas del Parque.

El cráter del volcán Nevado de Toluca, en donde se encuentran los lagos denominados el Sol y la Luna, considerada cuenca endorreica dentro de esta última región, adicional a las 15 mencionadas.

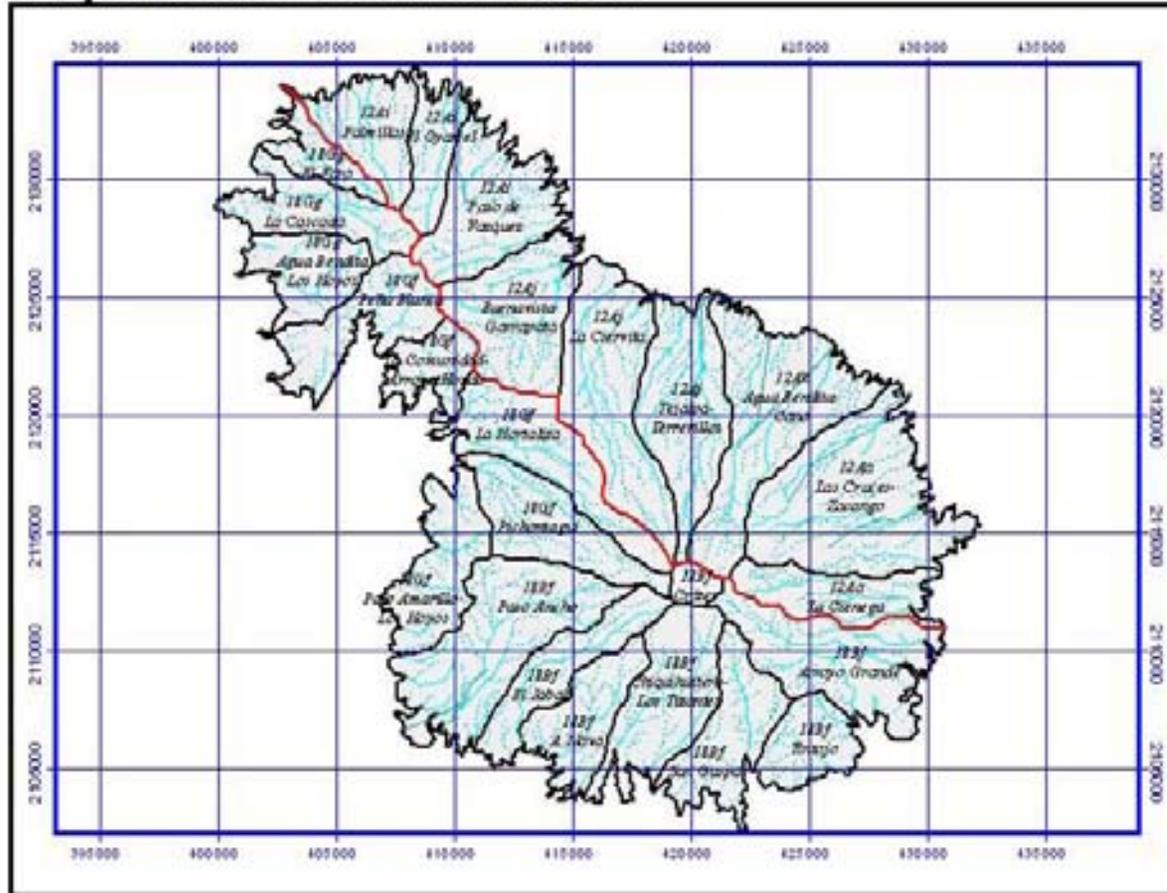
El cuadro siguiente muestra la altitud a la que nace el río principal de cada cuenca, si es alimentada por algún manantial, la superficie que abarca y el orden de corrientes que la integran:

Cuadro 10: Caracterización general de las microcuencas:

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Superficie (Has)	Altitud del nacimiento del río principal (msnm)	Orden de las corrientes	Alimentada
12	Lerma-Toluca (A)	Almoloya-Otzolotepec (a)	Las Cruces-Zacango	4 643.6	3 780	3°	2 manantiales
			La Ciénega	1 596.7	4 160	3°	1 manantial
		La Gavia (i)	Paso de Vázquez	2 625.5	3 520	3°	1 manantial
			El Oyamel	1 113.6	3 520	2°	
			Palmillas	1 595.7	3 600	2°	
		Tejalpa (j)	Buenavista-La Garrapata	2 591.8	3 700	4°	1 manantial
			La Ciervita	3 435.6	3 520	3°	1 manantial
			Tejalpa-Terrerillos	2 833.8	4 100	3°	1 manantial
		Verdiguel (k)	Agua Bendita-Cano	3 873.9	3 880	3°	1 manantial
		18	Balsas Mezcala (B)	Pachumeco (f)	Arroyo Nava	1 684.8	3 460
Chiquihuitero-Los Tizantes	2 494.3				3 760	3°	
El Jabalí	1 704.4				4 240	3°	
Paso Ancho	3 792.0				3 200	4°	2 manantiales
Arroyo Grande	3 010.7				3 660	4°	
Tintojo	1 233.7				3 540	3°	
San Gaspar	2 001.8				3 620	3°	
Lago La Luna	2.85				4 212		
Lago el Sol	22.28				4 194		
Cutzamala (G)	Temascaltepec (f)				Palo Amarillo-Los Hoyos	1 936.0	3 360
			La Hortaliza	2 358.8	3 660	3°	1 manantial
			Pichontagui	2 146.1	3 680	3°	
			La Comunidad-A. Hondo	1 007.8	3 460	2°	
			Peña Blanca	1 933.8	3 520	3°	
	Tilostoc (g)		El Faro	803.6	3 420	3°	
			La Cascada	1 715.2	3 480	3°	
			Agua Bendita-Los Hoyos	1 464.4	3 440	3°	

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de investigación.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 10



h) Uso de suelo y Vegetación

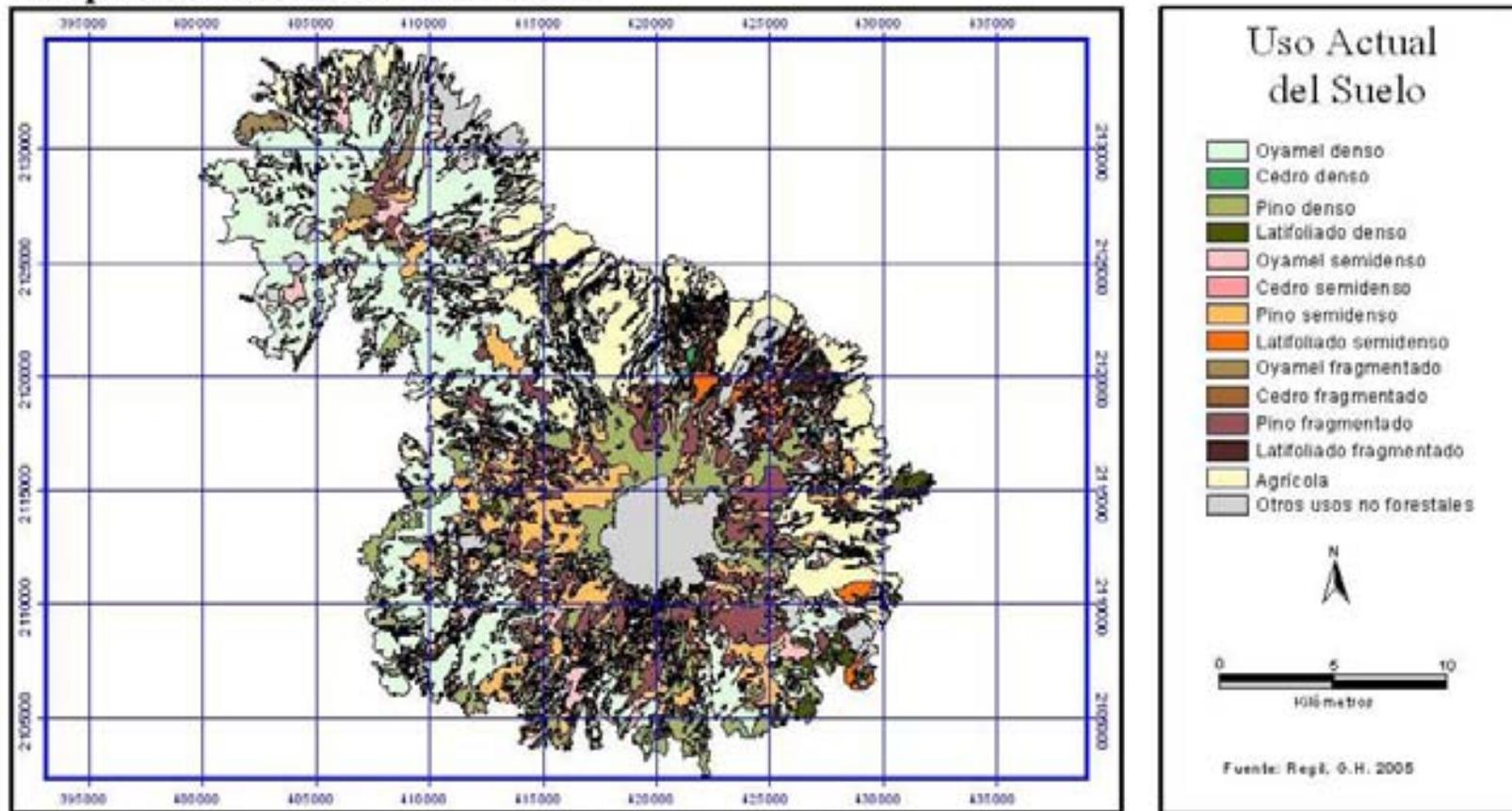
Debido a la metodología empleada en la elaboración del mapa de usos del suelo Regil (2005), se generaron 256 categorías de uso, sin embargo se reclasificaron en catorce, enfatizando la densidad del arbolado para cada especie bajo el principio de presencia o ausencia de asociaciones secundarias de vegetación: por ejemplo aquellos rodales que contaban únicamente con una especie de forestal sin otra asociación vegetal, se consideraron como bosques densos; los que presentaron alguna asociación vegetal secundaria, agricultura o sin vegetación se consideraron como semidensos y finalmente aquellos con alguna asociación vegetal secundaria, agricultura o desprovistas de vegetación en cuyas asociaciones secundarias aparece alguna cobertura forestal, se consideraron como fragmentados. Los rodales con bosque mixto, se simplificaron hacia la especie dominante; los bosques de aile y encino se agruparon para formar un bosque de latifoliadas; las categoría de agricultura fueron consideradas como tales y los rodales con pastizal, matorral inerme, desprovistos de vegetación o cuerpos de agua, quedaron dentro de la categoría de otros usos. Lo cual se describe en la siguiente tabla, sólo para el año 2000:

Tabla 6: Cobertura de los usos del suelo y vegetación en el PNNT (2000).

Categoría	2000	
	Hectáreas	%
Agrícola	8 023.16	15.23
Forestal oyamel denso	13 040.22	24.76
Forestal oyamel semidenso	1 776.36	3.37
Forestal oyamel fragmentado	1 347.64	2.56
Forestal cedro denso	140.92	0.27
Forestal cedro semidenso	118.80	0.23
Forestal cedro fragmentado	37.56	0.07
Forestal pino denso	7 814.52	14.84
Forestal pino semidenso	5 667.32	10.76
Forestal pino fragmentado	4 691.48	8.91
Forestal latifoliado denso	1 060.52	2.01
Forestal latifoliado semidenso	963.24	1.83
Forestal latifoliado fragmentado	574.92	1.09
Otros usos no forestales	7 414.60	14.08
Total	52 671.26	100.00

Fuente: Regil, 2005.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 11

i) Fauna

En el documento: Programa de manejo del Parque Nacional nevado de Toluca, publicado en 1999, se presenta un listado de especies de flora y fauna, en este documento se hace mención de una serie de estudios realizados al respecto, sin embargo, durante los recorridos de campo y como resultado de la revisión bibliográfica, existe ausencia de comunidades formalmente establecidas; lo anterior por el grado de deterioro en el que se encuentra el parque.

En este estudio, se menciona la existencia de 92 especies de vertebrados; de los cuales seis son anfibios, seis reptiles, 24 mamíferos, y 56 aves; datos que necesitan ser confirmados, a través de estudios específicos por especie.

Entre las especies de mamíferos que se pueden mencionar son: venado cola blanca y el jabalí de collar; coyote, zorro, mapache, cacamixtle, conejo, hurón, ardillas, tuzas, armadillos, murciélagos y roedores, información que precisa ser confirmada (Biocenosis, 1999).

4.1.2. Subsistema social

a) Población total y ubicación espacial de las localidades

De acuerdo de los datos del Censo de Población y Vivienda, dentro del Parque existían ocho localidades en 1970, 10 localidades en 1980, 17 en 1990, para el 2000 se ubican 22 localidades. Lo anterior refleja que en 30 años se ha triplicado el número de asentamientos humanos y la población ha aumentado de 4 883 habitantes en 1970 a 8 785 en 2005, distribuidos en 22 localidades.

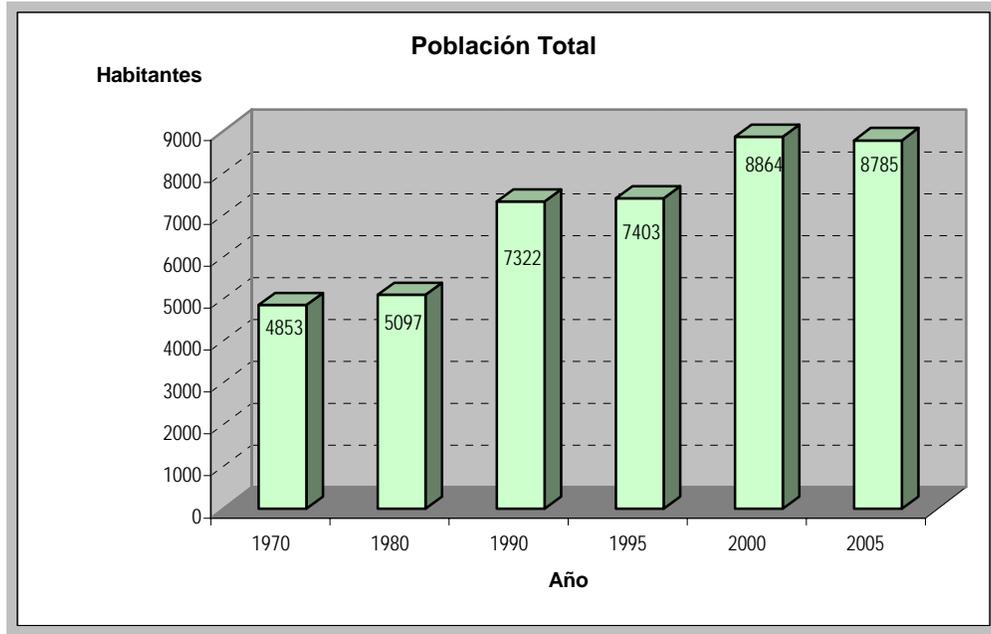
Tabla 7: Número de localidades en el PNNT (1970-2005).

Núm	Localidad	1970	1980	1990	1995	2000	2005
1	Buenavista	249	198	313	336	461	519
2	Capulín 3a Sección	1 172	582	1 240	470	461	474
3	Contadero	705	954	1 242	403	1 504	1 754
4	Dilatada Sur	921	1 159	1 210	1 420	1 452	1 367
5	Loma Alta	603	434	228	246	512	515
6	Ojo de Agua	756	941	1 121	1 426	1 711	1 651
7	Peñuela la	290	358	457	530	577	528
8	Puerta del Monte	157	150	178	202	212	229
9	Cruz Colorada		30	18	16	34	30
10	Raíces		291	380	456	544	571
11	Cajones			110	77	109	136
12	Col. San Román			118	106	177	150
13	El Varal			38	47	55	29
14	La Loba			16	*	13	8
15	Lima			286	275	350	230
16	Rosa Morada			299	291	364	383
17	San Juan Tepehuisco			68	41	83	15
18	Aqua Blanca				48	77	97
19	Dos Caminos				13	26	13
20	Baldío Amarillo					14	16
21	Cerro Gordo					16	3
22	Las Jaras					112	67
	Total	4 853	5 097	7 322	7 403	8 864	8 785

* No se registran datos en el censo en 1995.

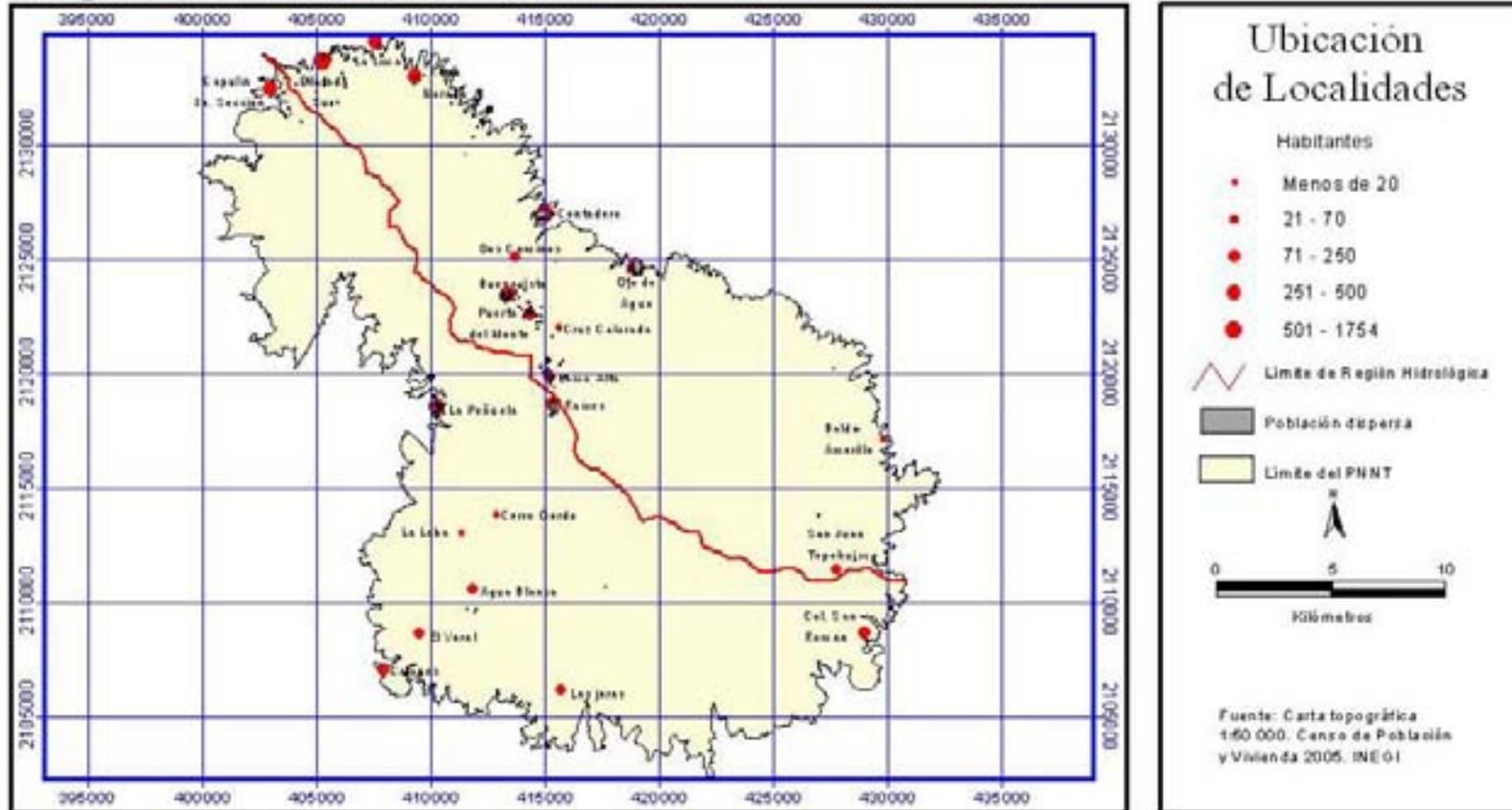
Fuente: INEGI (2000 y 2005) y Porras, L. (2004).

Figura 5: Población total por localidad en el PNNT (1970-2005).



Fuente: INEGI (2000) y Porras, L. (2004), INEGI (2000-2005).

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 12

b) Crecimiento demográfico

En la década de 1970 a 1980, se registró una tasa de crecimiento media anual de 0.49%; sin embargo para la siguiente década se elevó a 3.69%, aumento considerable para un mismo periodo de tiempo. En términos de crecimiento en la década de 1990 a 2000, el ritmo que se registró fue de 1.93% (Porrás, 2004). Finalmente para el periodo 2000-2005, se tiene una tasa de crecimiento negativa de 0.18%, ya que la población decreció a 8 785 habitantes.

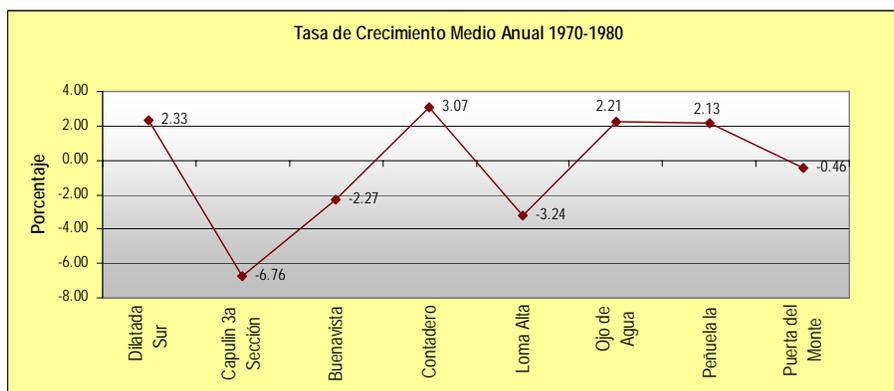
Para el periodo 1970-1980, las localidades del parque que crecieron por encima de la tasa mencionada, fueron: Dilatada Sur con 2.33%, El Contadero de Matamoros con 3.07%, Ojo de Agua en 2.21% y La Peñuela con 2.13%. Por otro lado se registraron 4 localidades con tasas de crecimiento negativas: El Capulín 3ª Sección, Buenavista, Loma Alta y La Puerta del Monte.

Tabla 8: Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1970-1980

Localidad	Población total 1970	Población total 1980	TCMA1970 1980(%)
Dilatada Sur	921	1 159	2.33
Capulín 3a Sección	1 172	582	-6.76
Buenavista	249	198	-2.27
Contadero	705	954	3.07
Loma Alta	603	434	-3.24
Ojo de Agua	756	941	2.21
Peñuela la	290	358	2.13
Puerta del Monte	157	150	-0.46
Cruz colorada		30	
Raíces		291	
Total	4 853	5 097	0.49

Fuente: Elaboración con base en INEGI (1970 y 1980)

Figura 6: Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1970-1980



Fuente: Elaboración con base en INEGI (1970 y 1980)

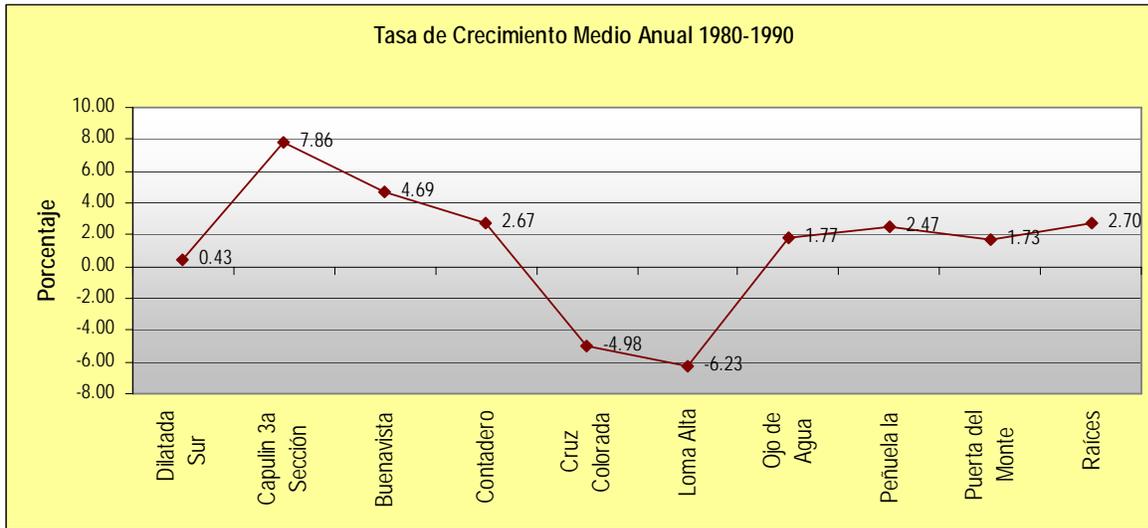
En el periodo 1980-1990 las localidades por encima de la TCMA del PNNT fueron: El Capulín 3ª Sección con 7.86% y Buenavista con 4.69%; dos localidades presentaron TCMA negativas: Cruz Colorada y Loma Alta.

Tabla 9: Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1980-1990

Localidad	Población total 1980	Población total 1990	TCMA1980-1990 (%)
Dilatada Sur	1 159	1 210	0.43
Capulín 3a Sección	582	1 240	7.86
Buenavista	198	313	4.69
Contadero	954	1 242	2.67
Cruz Colorada	30	18	-4.98
Loma Alta	434	228	-6.23
Ojo de Agua	941	1 121	1.77
Peñuela la	358	457	2.47
Puerta del Monte	150	178	1.73
Raíces	291	380	2.70
Rosa Morada		299	
Cajones		110	
La Loba		16	
El Varal		38	
Col. San Román		118	
San Juan Tepehuisco		68	
Lima		286	
Total	5 097	7 322	3.69

Fuente: Elaboración con base en INEGI (1980 y 1990)

Figura 7: Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1980-1990

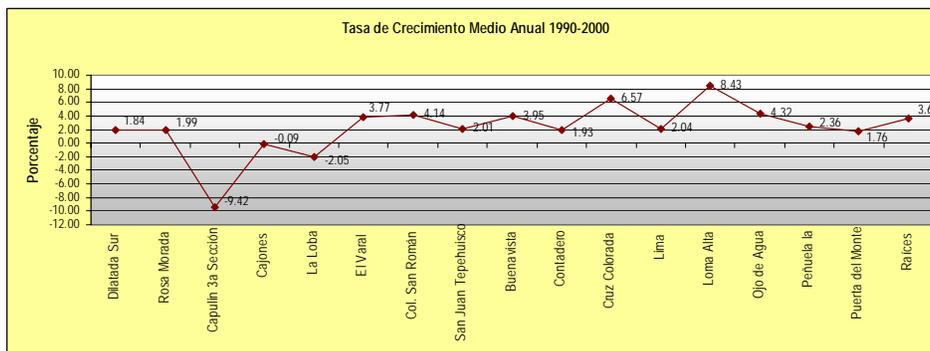


Fuente: Elaboración con base en INEGI (1980 y 1990)

Para 1995 se registraron 18 localidades, integrándose dos nuevas: Agua Blanca con 48 habitantes y Dos Caminos con 13 habitantes, sumando una población en el Parque de 7 403 habitantes. En este periodo 1990-1995 el PNNT creció a una tasa de 0.22%. Las localidades que presentaron TCMA negativa fueron: Rosa Morada, Col. San Román, San Juan Tepehuisco, La Lima, El Capulín 3ª sección, Cajones, Cruz Colorada y La Lima.

Durante el periodo de 1995-2000, el promedio de crecimiento de las localidades del PNNT, fue de 3.67% y se registraron cuatro nuevas localidades: Baldío Amarillo, Las Jaras, Cerro Gordo, y La Loba; con las que se consideran 22 localidades dentro del Parque. En este periodo El Capulín 3ª Sección fue la única localidad que registro una tasa negativa de -0.39%, mientras que Ojo de Agua creció a una tasa similar al parque con 3.71%.

Figura 8: Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1990-2000



Fuente: Elaboración con base en INEGI (1990 y 2000)

Tabla 10: Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 1990-2000

Localidad	Población total 1990	Población total 2000	TCMA 1990-2000 (%)
Dilatada Sur	1 210	1 452	1.84
Rosa Morada	299	364	1.99
Capulín 3a Sección	1 240	461	-9.42
Cajones	110	109	-0.09
La Loba	16	13	-2.05
El Varal	38	55	3.77
Col. San Román	118	177	4.14
San Juan Tepehuisco	68	83	2.01
Buenavista	313	461	3.95
Contadero	1 242	1 504	1.93
Cruz Colorada	18	34	6.57
Lima	286	350	2.04
Loma Alta	228	512	8.43
Ojo de Agua	1 121	1 711	4.32
Peñuela la	457	577	2.36
Puerta del Monte	178	212	1.76
Raíces	380	544	3.65
Baldío Amarillo		14	
Las Jaras		112	
Agua Blanca		77	
Dos Caminos		26	
Cerro Gordo		16	
Total	7 322	8 864	1.93

Fuente: Elaboración con base en INEGI (1990 y 2000)

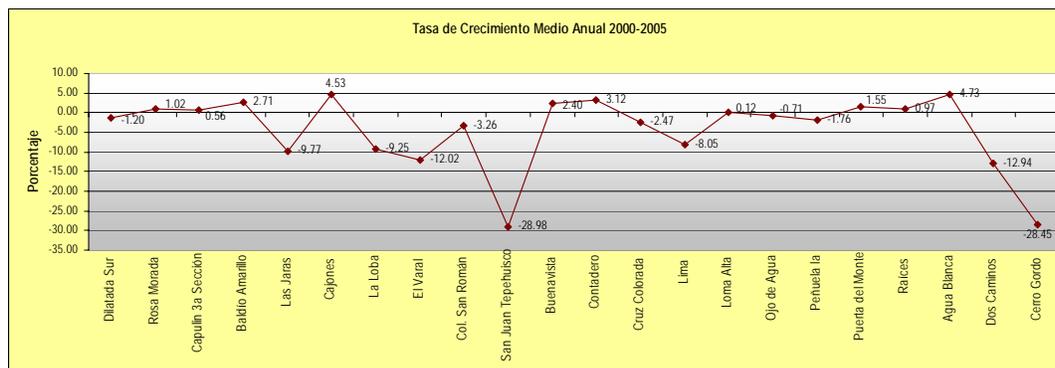
Para 2005 se mantuvieron las mismas 22 localidades registrándose un total de 8 785 habitantes; en estos cinco años, el PNNT registró una tasa de crecimiento negativa.

Tabla 11: Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 2000-2005

Localidad	Población total 2000	Población total 2005	TCMA 2000-2005 (%)
Dilatada Sur	1 452	1 367	-1.20
Rosa Morada	364	383	1.02
Capulín 3a Sección	461	474	0.56
Baldío Amarillo	14	16	2.71
Las Jaras	112	67	-9.77
Cajones	109	136	4.53
La Loba	13	8	-9.25
El Varal	55	29	-12.02
Col. San Román	177	150	-3.26
San Juan Tepehuisco	83	15	-28.98
Buenavista	461	519	2.40
El Contadero de Matamoras	1 504	1 754	3.12
Cruz Colorada	34	30	-2.47
La Lima	350	230	-8.05
Loma Alta	512	515	0.12
Ojo de Agua	1 711	1 651	-0.71
La Peñuela	577	528	-1.76
La Puerta del Monte	212	229	1.55
Raíces	544	571	0.97
Agua Blanca	77	97	4.73
Dos Caminos	26	13	-12.94
Cerro Gordo	16	3	-28.45
Total	8 864	8 785	-0.18

Fuente: Elaboración con base en INEGI (2000 y 2005)

Figura 9: Tasa de Crecimiento Media Anual por localidades 2000-2005



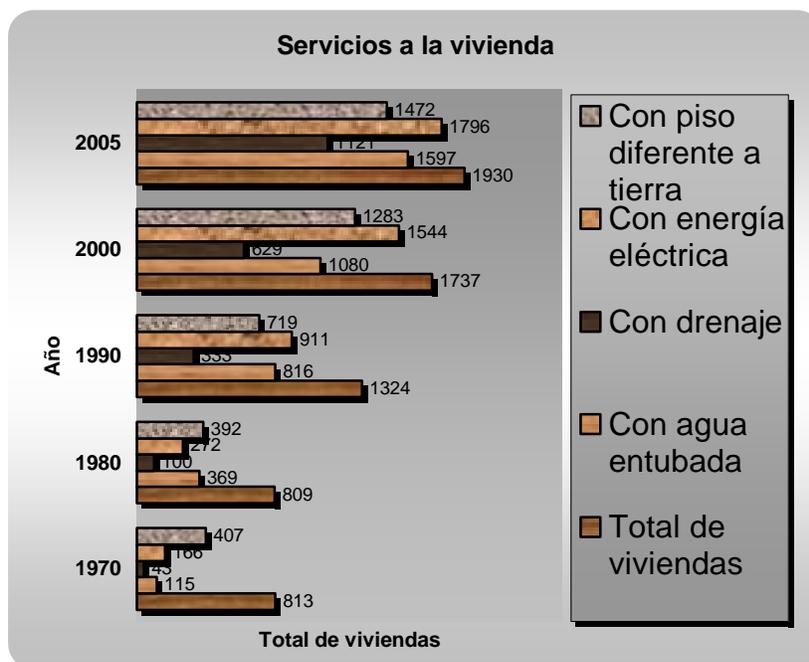
Fuente: Elaboración con base en INEGI (2000 y 2005)

c) Características de la vivienda

Con relación a la dotación de servicios en la vivienda, ésta se ha visto limitada por tratarse se localidades asentadas dentro de un área natural protegida y a la dispersión de los mismos.

Para 1970 existían 813 viviendas, de las cuales el 95.69% eran particulares y sólo el 14.1% tenía agua entubada, el 5.28% contaban con drenaje; el 20.41% con energía eléctrica y 50.79% tenían piso diferente a tierra. En 1980 había 809 viviendas, de las cuales el 45.61% contaba con agua entubada, 12.36% con drenaje; 48.45 % contaban con piso diferente a tierra y 33.62% con electricidad. En la siguiente década se contabilizaron 1 324 viviendas particulares, el 61.63% disponía de agua entubada, 25.15% tenían drenaje; el 54.3% tendían piso con material diferente a tierra y el 68.8% tenían electricidad. En 2000 había 1 737 viviendas particulares, de éstas el 62.17% tenían agua entubada, 88.88% contaban con energía eléctrica; el 36.21% con drenaje; 73.86% tenían piso diferente a tierra. Un dato diferente que se incluye en el Censo de Población y vivienda en el año 2000, fue el que relaciona el uso de leña para cocinar, en este caso el 64.24% de las viviendas utilizan leña como combustible (Porrás, 2004).

Figura 10: Servicios a la vivienda en el PNNT 1970-2005



Fuente: Elaboración con base en INEGI (1970-1980-1990-2000-2005)

Como puede observarse es que el porcentaje de viviendas que están conectadas a drenaje aún es muy bajo (36%), lo que propicia la contaminación del agua donde depositan las aguas negras.

La mayor cobertura de servicio de agua potable para 1970 fue la localidad Ojo de Agua con 70.2% y con el 77.9% de viviendas con electricidad. Dilatada Sur contaba con el mayor porcentaje de viviendas con drenaje con 20.5%. Las localidades que no contaban con ningún servicio fueron: Buenavista, La Peñuela y Puerta del Monte. En 1980 las localidades que tenían la mayor cobertura de servicios a la vivienda fueron: Ojo de agua con 88.34% de agua entubada, el 49.08% con drenaje y 54.60% con electricidad y Raíces con 56.52%, 10.87% y 54.35%, respectivamente. Estas dos últimas localidades siguieron siendo las de mayor dotación de servicios en la siguiente década. En el 2000, las localidades que destacan en este apartado son: La Loba y El Varal cuentan con el 100% de viviendas con agua entubada; Raíces con el 100% con energía eléctrica y Dos Caminos con 100% de drenaje (Porrás, 2004; INEGI, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2005).

Para el II conteo de población y vivienda se registraron 1 930 viviendas particulares habitadas en todo el Parque, de las cuales el 82.75 % disponen de agua potable entubada a la red pública, el 58.08% cuentan con drenaje; el 76.27% cuentan con pisos de material diferente a tierra y el 93.06% tienen energía eléctrica (INEGI, 2005).

Tabla 12: Características de vivienda del PNNT 2005

<i>Indicador</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
Viviendas particulares habitadas	1 930	100.00
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada de la red pública	1 597	82.75
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	1 121	58.08
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	1 472	76.27
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	1 796	93.06

Fuente: II Censo general de población y vivienda (2005).

4.1.3. Subsistema productivo

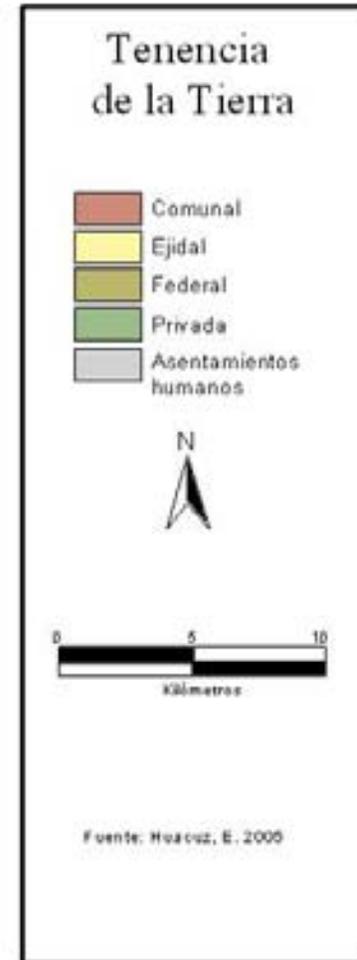
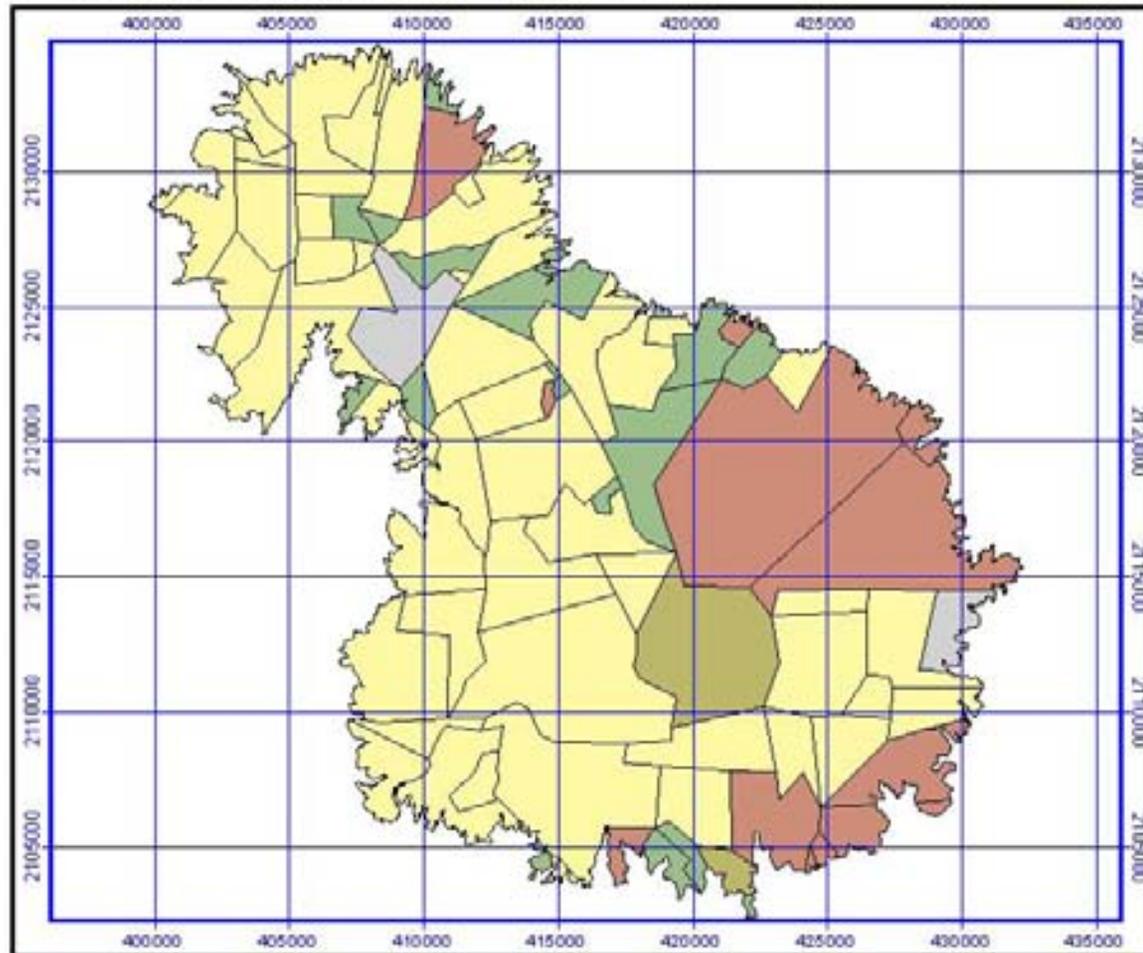
a) Tenencia de la Tierra

Desde la creación del Parque Nacional Nevado de Toluca, como área natural protegida, las tierras que lo integran, eran de régimen ejidal, comunal y privado, y hasta la fecha no existe una indemnización como lo marca la ley.

Desde el punto de vista legislativo federal, abordar el tema de Áreas Naturales Protegidas, implica que deben considerarse también los lineamientos relativos a la pertenencia de los Recursos Naturales (artículo 27), a los regímenes de propiedad (artículo 27 y Ley Agraria), a los objetivos y categorías de las ANP (Decretos específicos), a la participación social (artículo 26), a la Planeación democrática (artículo 25) y a los Planes de manejo (artículos 26 y 115), entre otros. Lo anterior conlleva a la conclusión de que existen traslapes entre la actuación de cada uno de los involucrados en ellas: por ejemplo los ejidatarios, los comuneros, los grupos indígenas, los pequeños propietarios, el gobierno local, estatal y federal, las instancias gubernamentales en el ámbito federal y estatal, las organizaciones no gubernamentales; cada uno de estos actores con intereses particulares y en espera de que uno tome la iniciativa para "proteger y conservar" los recursos existentes en ANP.

De acuerdo a Huacuz (2005), la distribución de régimen de propiedad dentro del límite del Parque es: comunidad 20.9%, ejido 63.6%, federal 4.5%, privado 8.2% y la superficie ocupada por los asentamiento humanos es 2.8%.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 13

b) Cambios de uso del suelo

Tabla 13: Cobertura de los usos del suelo y vegetación en el PNNT (2000).

Categoría	1972		2000	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Agrícola	8 346.34	15.85	8 023.16	15.23
Forestal oyamel denso	13 301.44	25.25	13 040.22	24.76
Forestal cedro denso	0.00	0.00	140.92	0.27
Forestal pino denso	13 279.24	25.21	7 814.52	14.84
Forestal latifoliado denso	859.64	1.63	1 060.52	2.01
Forestal oyamel semidenso	1 098.72	2.09	1 776.36	3.37
Forestal cedro semidenso	0.00	0.00	118.80	0.23
Forestal pino semidenso	3 676.08	6.98	5 667.32	10.76
Forestal latifoliado semidenso	1 175.12	2.23	963.24	1.83
Forestal oyamel fragmentado	1 048.28	1.99	1 347.64	2.56
Forestal cedro fragmentado	0.00	0.00	37.56	0.07
Forestal pino fragmentado	2 339.00	4.44	4 691.48	8.91
Forestal latifoliado fragmentado	519.12	0.99	574.92	1.09
Otros usos no forestales	7 028.28	13.34	7 414.60	14.08
Total	52 671.26	100.00	52 671.26	100.00

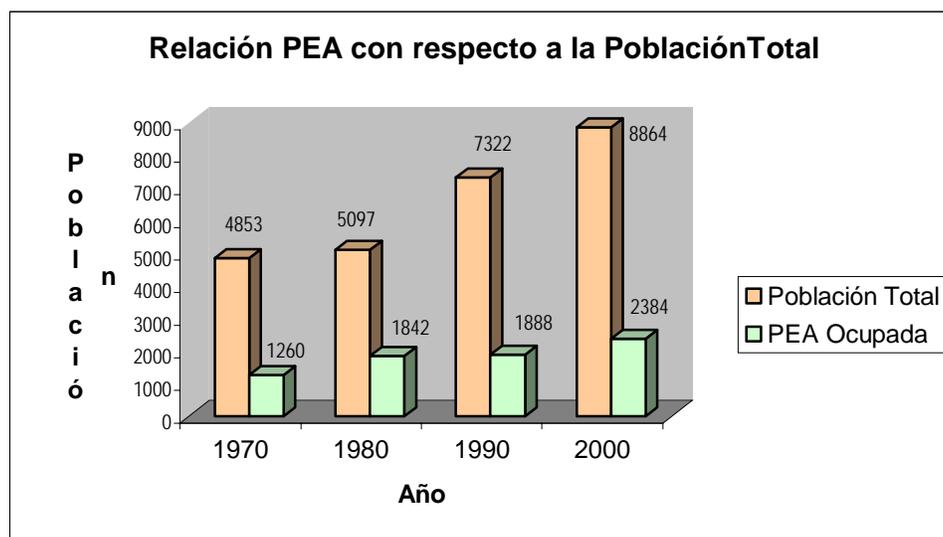
Fuente: Regil, G. H. (2005).

Analizando los cambios en 28 años, se tiene que la superficie forestal densa ha disminuido el 10.21%; se ha incrementado en 4.89% la superficie forestal semidensa y un 5.21% la fragmentada. La categoría agrícola disminuyó 0.62% y otros usos ha aumentado un 0.74%.

c) Actividades económicas y Población económicamente activa por sector

En 1970, el 26% era la población económicamente activa; en 1980 la PEA era de 36.1%; en 1990 pasó a 25.8% y para el 2000 se tenía un 26.9%. (Porrás, 2004).

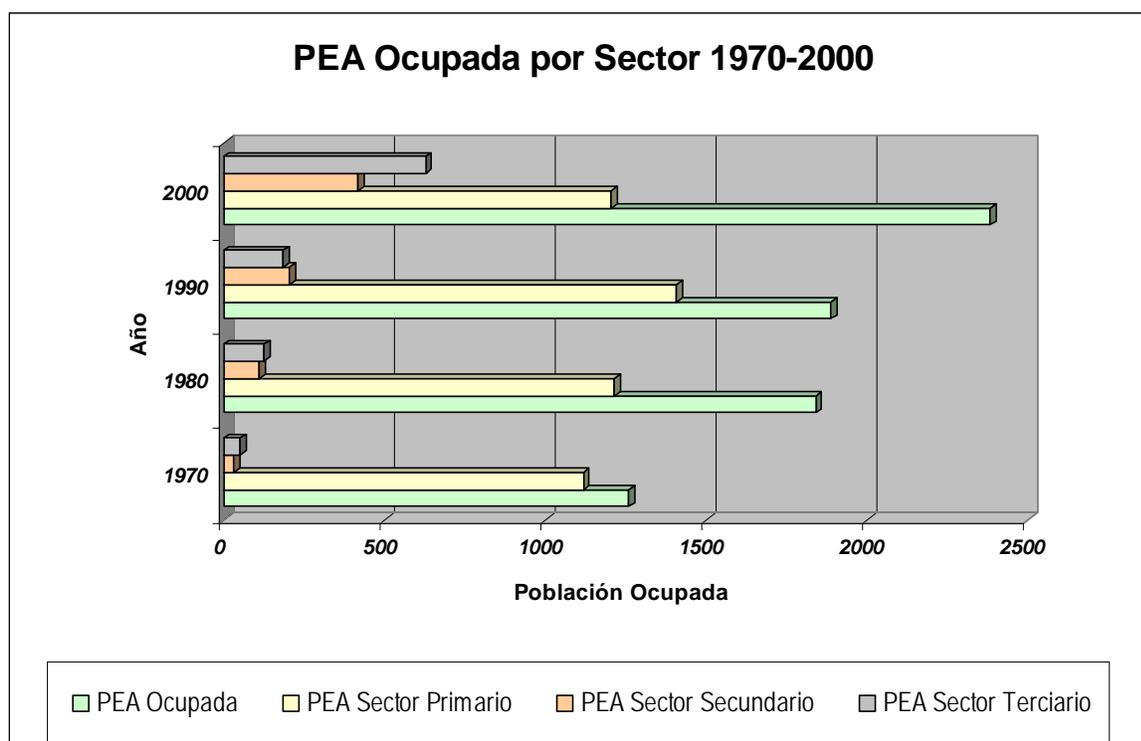
Figura 11: Relación de PEA ocupada con respecto a la población total en el PNNT 1970-2000.



Fuente: Elaboración con base en INEGI (1970-1980-1990-2000-2005)

Dentro del sector primario en 1970 el 93% se dedicaba a estas actividades, principalmente al cultivo de maíz, papa y flor (nube y cempoasuchil), a la crianza de ganado ovino, bovino y equino; así como a la acuacultura. Para 1980 la población dedicada a las actividades primarias disminuyó a 83%; en 1990 se redujo a 79% y finalmente en 2000 la PEA en este sector fue de 54%. La población dedicada al sector secundario, ha ido en aumento, ya que en 1970 el 3% se dedicaba a estas actividades, principalmente relacionadas con la construcción; en 1980 aumentó a 8%, en 1990 se registra el 11% y en 2000 pasa a 19%. Con respecto al sector terciario la PEA ocupada en 1970 fue de 4%, principalmente al comercio en pequeñas misceláneas; en 1980 crece al 9%, en 1990 pasa a 10% y finalmente en 2000 la población dedicada a este sector es de 27%.

Figura 12: Población económicamente activa ocupada por sector en el PNNT 1970-2000



Fuente: INEGI 1970-1980-1990-2000.

d) Infraestructura productiva y de comunicaciones

Para calcular la densidad de caminos dentro del parque, se recurrió a la cartografía topográfica digital (vectorial) del INEGI, las cartas 1:50 000 claves E14A37, E14A47 y E14A48; así como a las ortofotos digitales escala 1:20 000 del IGCEM. En este último caso se inició con la digitalización de los caminos y su posterior verificación de campo, los cuales se clasifican en términos generales en carreteras, terracerías y brechas o veredas, también conocidas como caminos de "saca". Posteriormente se procedió a medir la longitud de cada uno de ellos dentro de la cota 3000 (límite del parque). La siguiente tabla muestra la distribución de caminos en kilómetros.

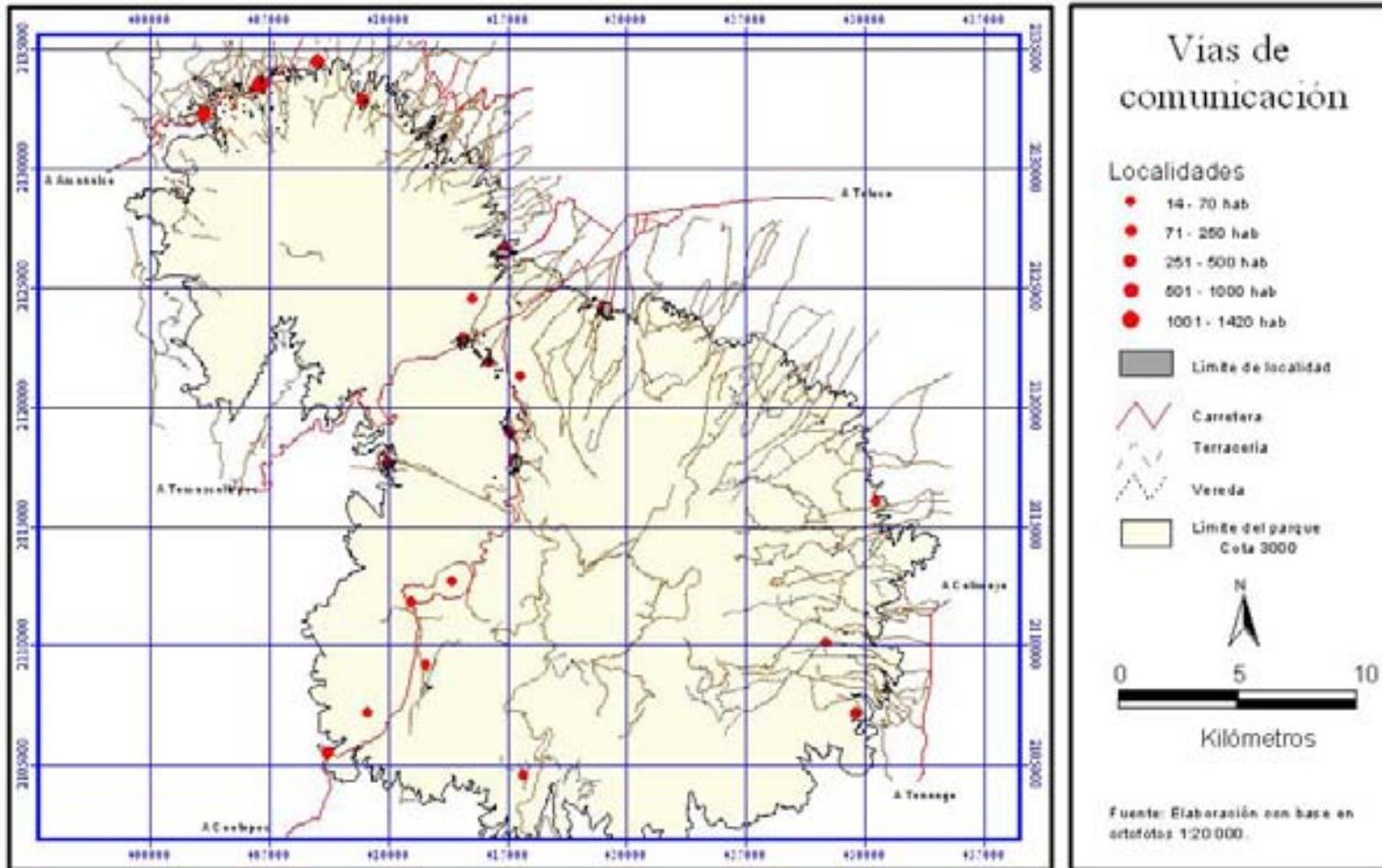
Tabla 14: Comunicaciones en el PNNT

Tipo de camino	Longitud (Km)
Carreteras	49.305
Terracería	393.348
Brechas y veredas	121.733

Fuente: Elaboración propia con base en la carta topográfica digital del INEGI (1997, 1998) y Ortofotos 1:20 000 del IGCEM (2000).

Se aplicó la fórmula para calcular el índice de suficiencia vial del Parque, el cual muestra la integración territorial de las localidades del parque: el índice que se obtuvo fue del 20.22%, considerando las carreteras y las terracerías. El índice indica que sólo deben tomarse en cuenta las carreteras y aplicando la fórmula se obtiene un resultado de 0.00225264%. Lo que se traduce en un índice muy bajo de integración entre las localidades, debido a que las carreteras básicamente atraviesan el parque y sirven de comunicación interestatal.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 14

4.2. ANÁLISIS TERRITORIAL

El análisis se realizó por microcuencas, haciendo alusión a cada uno de los apartados descritos en la metodología; como ya se ha mencionado, el Parque Nacional Nevado de Toluca da origen a dos de las cuencas más importantes en México: la del río Lerma y la del río Balsas. El PNNT se integra por 25 microcuencas que a continuación se abordan.

Es importante indicar que para estimar la cantidad y calidad del agua que produce el PNNT, se realizó un muestreo entre el 2 de Octubre y el 26 de Noviembre del año 2006. Para efectuarlo, primero fue necesario delimitar las microcuencas, determinar la corriente de agua más importante de cada una, para posteriormente medir el caudal y así obtener el volumen de agua. Las muestras se enviaron al Laboratorio de Química Ambiental y Microbiología de la Facultad de Química de la UAEM.

El medidor de Calidad de Agua Modelo U10 número de serie 60 2003, utilizado en campo para medir algunos parámetros, fue calibrado en el mismo laboratorio.

Los resultados se presentaron en el VI Congreso Internacional y XII Congreso Nacional de Ciencias ambientales en junio de 2007.

Región Hidrológica: 12

Cuenca: Lerma-Toluca (A)

Esta Región, representada por la cuenca Lerma-Toluca, cubre dentro del PNNT una superficie de 24 310.2 ha, en donde nacen las Subcuencas: Amoloya–Otzolotepec (a), La Gavia (i), Tejalpa (j) y Verdiguél (k) con nueve microcuencas, las cuales produjeron para el periodo que se muestreó 0.8161 m³/seg, de este volumen la Comisión Nacional del Agua (CNA) aprovecha 3'134 912.00 m³/año (datos proporcionados por la CNA) y a través del aprovechamiento de ocho arroyos para población rural y urbana fuera del PNNT.

Subcuenca: Almoloya-Otzolotepec (a)

Microcuenca: Las Cruces-Zacango

Cubre un área de 4 643.6 ha, es una corriente de tercer orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 780 msnm, es alimentada por dos manantiales. El aforo se realizó a los 2 939 msnm del cual se obtuvo un volumen de 0.0243 m³/seg. En el muestreo para análisis de calidad de agua, se identificó la presencia de coniformes fecales 220 NMP/cm³, sin embargo los demás parámetros la clasifican como de muy buena calidad, el volumen aprovechado por la CNA es de 648 610.00 m³/año, dentro de esta cuenca existe una población, sin servicio de drenaje, lo que estaría explicando la presencia de coniformes.

Cuenta con un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta con un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; cuenta con domos volcánicos y fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; circos y valles fluviales y glaciares; así como parte del edificio volcánico del Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 120 y 480 m/km². La densidad del relieve oscila entre 210 y 1 124 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son las consociaciones andosol úmbrico, andosol páchico y andosol melánico con textura gruesa; así como las asociaciones de andosol páchico+andosol vítrico; andosol

vítrico+andosol mólico+andosol melánico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son el agrícola, otros usos no forestales y pino fragmentado. La tenencia de la tierra es comunal, ejidal y de la cota 4 200 hasta la cima del parque es propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por terracería y vereda. La localidad que se ubica en esta cuenca es Baldío Amarillo con 16 habitantes.

Esta localidad fue registrada por primera vez en el Censo de Población del año 2000 y registra una tasa de crecimiento media anual para el periodo 2000-2005 de 2.71 %. El índice de dependencia económica que se registra es del 60% y el grado de marginación de esta población es Muy Alto.

Microcuenca: La Ciénega

Cubre un área de 1 596.7 ha, es una corriente de tercer orden, la cual nace dentro del parque a los 4 160 msnm y es alimentada por un manantial. A los 3 008 msnm se realizó el aforo que arrojó como resultado que se producen 0.0886 m³/seg de agua. El muestreo para análisis de calidad de agua la clasifica como de muy buena calidad, el volumen aprovechado por la CNA es de 355 875.00 m³/año.

El clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta presenta un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; domos andesíticos y dacíticos; y flujos piroclásticos de 60 000 años. En esta cuenca se encuentra el sistema de fallas Tenango y hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; circos y valles fluviales y glaciares; así como parte del edificio volcánico del Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 100 y 420 m/km². La densidad del relieve oscila entre 239 y 956 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° y entre 30° y 45°. Las unidades edafológicas que prevalecen son las consociaciones andosol úmbrico y andosol páchico con textura gruesa; así como las asociaciones de andosol páchico+andosol vítrico; andosol melánico+andosol vítrico; andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico, con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son el agrícola, otros usos no forestales, pino fragmentado y pino denso. La tenencia de la tierra es ejido y de la cota 4 000 hasta la cima del parque es propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por terracería y vereda. La localidad que se ubica en esta cuenca es San Juan Tepehuisco, con 15 habitantes.

San Juan Tepehuisco, se registra por primera vez como localidad en 1990. Registrándose una tasa de crecimiento de 2.01% para el periodo 1990-2000 y se reduce drásticamente para el periodo 2000-2005 con una tasa de -28.98%. Presenta un índice de dependencia económica de 50% y su grado de marginación es Muy Alto.

Subcuenca: La Gavia (i)

Microcuenca: Paso de Vázquez

Abarca una superficie de 2 625.5 ha. Se clasifica como una corriente de tercer orden y tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 520 msnm, es alimentada por un manantial. La muestra se tomó a los 2 878 msnm y se estimó que produce 0.0817 m³/seg. Los resultados del análisis indican que el agua es de buena calidad, ya que el único parámetro fuera de la norma es la turbidez con 87 NTU, el volumen que la CNA aprovecha es 793 125.00 m³/año.

Presenta un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; así como flujos piroclásticos de 100 000 años. Presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por lavas andesíticas y lahares, así como circos y valles fluviales. La energía del relieve oscila entre 120 y 400 m/km². La densidad del relieve oscila entre 297 y 1 093 m/km². Predominan las pendientes entre 6° y 15°, y entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son la consociación andosol páchico con textura gruesa; así como las asociaciones de andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; y andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico, con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son otros usos no forestales y oyamel denso. La tenencia de la tierra es comunidad, ejido y propiedad privada. Los accesos a la cuenca son por terracería. Existe caserío disperso no consolidado ni reconocido como localidad.

Microcuenca: El Oyamel

Cubre un área de 1 113.6 ha. Esta clasificada como una corriente de segundo orden y tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 520 msnm. El aforo se realizó a los 2 876 msnm. Se estima que produce 0.0075 m³/seg. Los análisis de la muestra de agua, indican que los Nitratos están por encima de la norma, con 1.8 mg/l, y 230 NPM/100 cm³ lo cual no es significativo, por lo tanto se puede considerar que la calidad del agua para esta cuencas es buena, el volumen aprovechado por la CNA es 22 812.00 m³/año. Dentro de esta cuenca existe una población que no tiene drenaje instalado a la red, lo cual se ve reflejado con la presencia de coniformes.

Cuenta con un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; y; así como flujos piroclásticos de 100 000 años. Se encuentra en la cuenca el sistema de fallas de San Antonio y hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por lavas andesíticas y lahares; circos y valles fluviales, así como domos y conos volcánicos. La energía del relieve oscila entre 50 y 340 m/km². La densidad del relieve oscila entre 265 y 1 093 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son las asociaciones de andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico y andosol úmbrico+andosol vítrico+andosol páchico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son otros usos no forestales y pino y oyamel denso. La tenencia de la tierra es ejido y propiedad privada. Los accesos a la cuenca son por terracería. La localidad que se encuentra en la cuenca es Rosa Morada, con una población de 383 habitantes.

Aparece por primera vez en el censo de población de 1990, con una tasa de crecimiento media anual para el periodo 1990-2000 de 1.99% reduciéndose a 1.02% para el periodo 2000-2005. Su índice de dependencia económica de 98.45% y su grado de marginación es Alto.

Microcuenca: Palmillas

Abarca una superficie de 1 595.7 ha, es una corriente de segundo orden, nace dentro del parque a los 3 600 msnm y muestra de agua para su análisis, se tomó a los 3 016 msnm; el aforo no se realizó, ya que el arroyo se encontró entubado, sin embargo sí se tomaron las muestras para calidad del agua, las cuales

se encuentran dentro de la norma, con excepción de turbidez ya que se reportó 40 NTU. El volumen aprovechado por la CNA es de 120 085.00m³/año.

El clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 100 000 años; así como conos andesíticos y de tefra. La cuenca está dentro del sistema de fallas de San Antonio. Su geomorfología está compuesta por lavas andesíticas y lahares, así como circos y valles fluviales. La energía del relieve oscila entre 120 y 340 m/km². La densidad del relieve oscila entre 265 y 1 861 m/km². Predominan las pendientes entre 6° y 15° así como el rango entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son las asociaciones de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; y andosol páchico+andosol úmbrico+andosol vítrico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son agrícola, otros usos no forestales; así como oyamel y pino denso. La tenencia de la tierra es ejido y propiedad privada. Los accesos a la cuenca son por carretera, terracería y vereda. Las localidades que se encuentran en la cuenca son Dilatada Sur y La Lima; así como caserío disperso, con un total de 1 597 habitantes.

Dilatada Sur tiene registro en los censos desde 1970 y para el 2005 presenta una población de 1 367 habitantes, la tasa de crecimiento para el periodo de 1970-1980 fue de 2.33% para la siguiente década de 0.43%, para el periodo de 1990-2000 fue de 1.84% y para el quinquenio de 2000-2005 su TCMA fue negativa con un valor de -1.20%. El índice de dependencia económica es de 79.03% y su grado de marginación es Alto.

La Lima se registra por primera vez en el censo de 1990 con una tasa de crecimiento media anual de 2.04% y para el periodo de 2000-2005 su tasa presenta una drástica reducción con un valor negativo de -8.05%. El índice de dependencia económica de esta población es de 86.89% y presenta un grado de marginación Muy Alto.

Subcuenca: Tejalpa (j)

Microcuenca: Buenavista-La Garrapata

Cubre un área de 2 591.8 ha, la corriente es de cuarto orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 700 msnm, es alimentada por un manantial. El aforo se realizó a los 2 993 msnm, obteniendo 0.1817 m³/seg, la calidad del agua según los análisis químicos efectuados es excelente a pesar que la cuenca es la que presenta mayor número de personas, no se tiene registro del aprovechamiento por la CNA.

Presenta clima semifrío subhúmedo, con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; domos andesíticos y dacíticos; así como areniscas y brechas sedimentarias. Se encuentra en la cuenca el sistema de fallas de San Antonio, y hay presencia de fracturas. La geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; lavas andesíticas y lahares; frentes y coladas lávicas del cuaternario; circos y valles fluviales. La energía del relieve oscila entre 120 y 400 m/km². La densidad del relieve oscila entre 267 y 1 734 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° así como entre 6° y 15°. Las unidades edafológicas que predominan son la consociación andosol melánico con textura gruesa; y las asociaciones de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; y andosol páchico+andosol vítrico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son agrícola, otros usos no forestales; así como oyamel denso y pino semidenso. La

tenencia de la tierra es ejido y propiedad privada. Los accesos a la cuenca son por carretera y terracería. Las localidades que se encuentran en la cuenca son Contadero de Matamoros, Buena Vista, Puerta del Monte y Dos Caminos, con un total de población para 2005 de 2 515 habitantes.

Las tres primeras localidades tienen registro desde 1970, mientras que Dos Caminos aparece por primera vez en el censo de 2000. La tasa de crecimiento media anual es muy variable entre localidades y difícilmente el promedio reflejaría un comportamiento real de la cuenca.

Contadero de Matamoros, que presenta el mayor número de habitantes (1 754) tiene una tasa de crecimiento para el periodo 1970-1980 de 3.07%, para la siguiente década de 2.67, reduciéndose para el siguiente periodo a 1.93%. Sin embargo, para el periodo 2000-2005 se eleva a 3.12%. El índice de dependencia económica de 71.53%. Con un grado de marginación Medio.

Buenavista tiene 519 habitantes, en periodo 1970-1980 presenta una tasa de crecimiento negativo con un valor de -2.27%, para el periodo 1980-1990 su TCMA es de 4.67%, para el siguiente periodo es de 3.95% y finalmente para el quinquenio 2000-2005 su crecimiento es del 2.40%. El índice de dependencia económica de esta localidad es de 94.01% y el grado de marginación es Alto.

Puerta del Monte cuenta con 229 habitantes, su tasa de crecimiento fue negativa de -0.46%, para la década de 1980-1990 fue 1.73% presentando una diferencia de 0.3% para la década siguiente y en el periodo 2000-2005 creció al 1.55%. El índice de dependencia económica de esta localidad es de 66.91% y tiene un grado de marginación Medio.

Dos Caminos tiene una población de 13 habitantes y para el periodo 2000-2005 presentó una tasa de crecimiento negativa de -12.94% y en este caso no existen los suficientes datos estadísticos para calcular el índice de dependencia económica. Presenta un índice de marginación Alto.

Microcuenca: La Ciervita

Cubre un área de 3 435.6 ha. La corriente es de tercer orden, es alimentada por un manantial y tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 520 msnm. A los 2 876 msnm se realizó el aforo, estimando que produce 0.3741 m³/seg. La muestra para análisis permitió identificar que la calidad del agua es aceptable, ya que el DQO es de 21 mg/l y la turbidez de 177 NTU, el volumen aprovechado por la CNA es de 63.072.00 m³/año.

Su clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta presenta un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años. Se encuentra en la cuenca el sistema de fallas Taxco-Querétaro, y hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; frentes y coladas lávicas del cuaternario; circos y valles fluviales; así como parte del edificio volcánico del Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 120 y 480 m/km². La densidad del relieve oscila entre 384 y 2 489 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° así como entre 30° y 45°. Las unidades edafológicas que predominan son la consociación andosol páchico con textura gruesa; y las asociaciones de andosol melánico+andosol vítrico; andosol páchico+andosol úmbrico+andosol vítrico con textura gruesa; andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; y andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son agrícola, otros usos no forestales; así como pino denso. La tenencia de la tierra es ejido,

propiedad privada, comunidad y propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por carretera y terracería. Las localidades que se encuentran en la cuenca son Cruz Colorada y Loma Alta, con 545 habitantes.

Loma Alta es la localidad más antigua de la cuenca, pues se tiene registro desde 1970 con una tasa de crecimiento negativa en esta década de -3.24%; para el periodo 1980-1990 se sigue reduciendo a -6.23% y cambia a un valor positivo para el periodo 1990-2000 de 8.43 y de 0.12% para el quinquenio 2000-2005. Presenta un índice de dependencia económica de 63.38% y un grado de marginación Medio.

Cruz Colorada cuenta con 30 habitantes y tiene registro de datos censales hasta 1980, con una TCMA negativa para esta década de -4.98% para el siguiente periodo de 6.57%, pero se transforma a negativa para el periodo 2000-2005 con un valor de -2.47%. Su índice de dependencia económica es de 100% y su grado de marginación Muy Alto.

Microcuenca: Tejalpa-Terrerillos

Abarca un área de 2 833.8 ha, la corriente principal es de tercer orden, es alimentada por dos manantiales, nace dentro del parque a los 4 100 msnm y el aforo se realizó a los 2 999 msnm. El volumen obtenido fue de 0.0557 m³/seg, la calidad del agua de acuerdo a los análisis realizados es excelente, el volumen aprovechado por la CNA es de 787 980.00 m³/año.

Presenta clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; así como conos andesíticos. Hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; lavas andesíticas y lahares; circos y valles fluviales; así como parte del edificio volcánico del Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 120 y 400 m/km². La densidad del relieve oscila entre 209 y 963 m/km². Predominan las pendientes entre 6° y 15° y entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son las consociaciones andosol vítrico y andosol páchico con textura gruesa; y las asociaciones de andosol melánico+andosol vítrico; andosol páchico+andosol úmbrico+andosol vítrico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son agrícola, otros usos no forestales; así como oyamel, pino y bosque latifoliado denso. La tenencia de la tierra es ejido, propiedad privada, comunidad y propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por carretera, terracería y vereda. La localidad que se encuentra en la cuenca es Ojo de agua con una población de 1 651.

Se tiene registro en los censos desde 1970, su tasa de crecimiento media anual va de 2.21%, 1.77%, 4.32% para los periodos 1970-1980, 1980-1990 y 1990-2000, respectivamente. Para el periodo 2000-2005 su tasa de crecimiento es negativa con un valor de 0.71%. El índice de dependencia económica es de 73.16% y su grado de marginación es Medio.

Subcuenca: Verdiguél (k)

Microcuenca: Agua Bendita-Cano

Cubre un área de 3 873.9 ha, nace dentro del parque a los 3 880 msnm, la corriente principal de tercer orden es alimentada por un manantial; a los 3 014 msnm se realizó el aforo obteniendo una producción de 0.0025 m³/seg. Los análisis de la muestra de agua arrojaron resultados favorables ya que se clasificó como

de excelente; el volumen que es aprovechado por la CN A es de 397 353.00 m³/año este volumen reportado es mayor al obtenido en campo.

Cuenta con un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; así como conos andesíticos y de tefra. Hay presencia de fracturas y un tramo del sistema de fallas Taxco-Querétaro. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; lavas andesíticas y lahares; circos y valles fluviales y glaciares; así como parte del edificio volcánico del Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 120 y 480 m/km². La densidad del relieve oscila entre 192 y 1 124 m/km². Predominan las pendientes entre 6° y 15° y entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son las consociaciones andosol úmbrico y andosol páchico con textura gruesa; y las asociaciones de andosol melánico+andosol vítrico; andosol páchico+andosol vítrico con textura gruesa; andosol mólico+andosol vítrico y andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes otros usos no forestales; así como pino y bosque latifoliado denso y semidenso. La tenencia de la tierra es comunidad, ejido, propiedad privada y propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por terracería y vereda. No se encuentran localidades en esta cuenca.

Región Hidrológica: 18

Cuenca: Balsas Mezcala (B)

La Región Hidrológica 18 abarca dentro del PNNT una superficie de 29 602.7 ha, da origen a las Cuencas Balsas-Mezcala (B) y Cutzamala (G), la primera está constituida por la subcuenca Pachumeco (f), y la segunda por las subcuencas Temascaltepec (f) y Tilostoc (g), y dan origen a 15 microcuencas del Parque, las cuales produjeron para el periodo que se muestreó 5.1168 m³/seg, de este volumen la CNA aprovecha 447 119.00 m³/año (datos proporcionados por la CNA).

El cráter del volcán Nevado de Toluca, está considerada dentro de esta última Región y en ella se encuentran los lagos denominados el Sol y la Luna.

Subcuenca: Pachumeco (f)

Microcuenca: A. Nava

Cubre un área de 1 684.8 ha, la corriente principal es de tercer orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 460 msnm; el aforo y la muestra para análisis se tomó a los 2 950 msnm, se estima que produce 0.1481 m³/seg. La calidad del agua es excelente de acuerdo a los datos obtenidos, no se tienen datos de aprovechamiento por la CNA.

El clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta presenta clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60,000 años; así como domos andesíticos y dacíticos. Se encuentra la fosa Coatepec, y presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; lavas andesíticas y lahares; circos y valles fluviales y glaciares; así como domos y conos volcánicos. La energía del relieve oscila entre 40 y 380 m/km². La densidad del relieve oscila entre 238 y 1 749 m/km². Predominan las pendientes entre 6° y 15° y entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son la consociación andosol

páchico con textura gruesa; y las asociaciones de andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico con textura gruesa; y andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes pino y oyamel semidenso y fragmentado. La tenencia de la tierra es ejido y propiedad privada. Los accesos a la cuenca son por terracería y vereda. La localidad que se encuentra en esta cuenca es Las Jaras con 67 habitantes.

Aparece por primera vez en el censo de 2000 y presenta una tasa de crecimiento negativa para el periodo 2000-2005 de -9.77%. El índice de dependencia económica de esta localidad es de 97.06% y un grado de marginación Muy Alto.

Microcuenca: Chiquihuitero-Los Tizantes

Ocupa una superficie de 2 494.3 ha, es una corriente de tercer orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 760 msnm; el aforo y la muestra para análisis se tomó a los 2 912 msnm, se estima que produce 1.1205 m³/seg. Este volumen no es aprovechado por la CNA. La cuenca fue una de los dos testigos que se consideraron para realizar todos los análisis y el resultado obtenido es de calidad aceptable, ya que el DBO es de 5, Nitritos, Coniformes, COT y turbidez se salen de la norma.

Cuenta con un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta cambia a clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años. Se encuentra en la cuenca el pilar Porfirio Díaz y hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; circos y valles fluviales y glaciares; lavas andesíticas y lahares; así como parte del edificio volcánico Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 120 y 540 m/km². La densidad del relieve oscila entre 204 y 1 462 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° y entre 6° y 15°. Las unidades edafológicas que predominan son la consociación andosol páchico con textura gruesa; y las asociaciones de andosol melánico+andosol vítrico con textura gruesa; y andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son otros usos no forestales; pino y oyamel denso y pino fragmentado. La tenencia de la tierra es ejido, comunidad, propiedad privada y propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por terracería y vereda. No se encuentran localidades en esta cuenca.

Microcuenca: El Jabalí

Abarca un área de 1 704.4 ha, es una corriente de tercer orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 4 240 msnm; la muestra para análisis así como el aforo se realizaron a los 2 942 msnm, se estimó que produce 0.3495 m³/seg. Este volumen no es aprovechado por la CNA, la calidad del agua es aceptable ya que el DBO es de 5 y se sale de la norma.

Se caracteriza por presentar clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta presenta clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; así como domos andesíticos y dacíticos. Se encuentra en la cuenca la fosa Coatepec y presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; circos y valles fluviales; lavas andesíticas y lahares; frentes y coladas lávicas del cuaternario; domos y conos volcánicos; así como parte del edificio volcánico Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 140 y 580 m/km². La densidad

del relieve oscila entre 223 y 1 094 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son las asociaciones de andosol melánico+andosol vítrico con textura gruesa; andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; y andosol páchico+andosol vítrico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son oyamel y pino denso; otros usos no forestales; y pino semidenso. La tenencia de la tierra es ejido y propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por terracería y vereda. No se encuentran localidades en esta cuenca.

Microcuenca: Paso Ancho

Cubre un área de 3 792.0 ha, la corriente principal es de cuarto orden, es alimentada por dos manantiales y nace dentro del parque a los 3 200 msnm; la toma de muestra para análisis y el aforo se tomó a los 3 125 msnm, se estima que produce 0.0868 m³/seg. El volumen aprovechado por la CNA es de 82 140.00 m³/año, la calidad del agua es excelente y es aprovechada por cinco comunidades establecidas en la cuenca.

Tiene un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta con un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; así como domos andesíticos y dacíticos. Se encuentra en la cuenca la fosa San Miguel y hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; frentes y coladas lávicas del cuaternario; circos y valles fluviales; domos y conos volcánicos; planicies de tefra y lavas andesíticas y lahares. La energía del relieve oscila entre 60 y 460 m/km². La densidad del relieve oscila entre 164 y 1 065 m/km². Predominan las pendientes entre 6° y 15° y entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son la consociación andosol páchico con textura gruesa y las asociaciones de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico y andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son oyamel y pino denso; pino semidenso y otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido. Los accesos a la cuenca son por carretera, terracería y vereda. Las localidades que se encuentran en esta cuenca son Los Cajones, El Varal, La Loba, Agua Blanca y Cerro Gordo, con un total de 273 habitantes.

Las tres primeras localidades se registran por primera vez en los censo de 1990 y las otras aparecen datos hasta el año 2000. Para el periodo 1990-2000 Cajones presenta una TCMA negativa de -0.09%, para el periodo 2000-2005 se eleva a 4.53%. El Varal tiene una tasa de crecimiento de 3.77% y -12.02% para los mismos periodos. La Loba para este mismo lapso de tiempo presenta tasas negativas de -2.05% y -9.25%. Agua Blanca registra para el periodo 2000-2005 una tasa de crecimiento de 4.73% y Cerro Gordo de -28.45%.

El índice de dependencia económica de la localidad Cajones es de 102.99%, para El Varal de 123.08% y para Agua Blanca de 97.96%. Para las localidades de La Loba y cerro Gordo no existieron datos suficientes para calcular estos índices.

El índice de marginación para Cajones, Agua Blanca y Cerro Gordo es Muy Alto; Alto para El Varal y Medio para La Loba.

Microcuenca: Arroyo Grande

Ocupa una superficie de 3 010.7 ha, la corriente principal es de cuarto orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 660 msnm; el aforo y la muestra para análisis se tomó a los 2 902 msnm, se estima que produce 0.993 m³/seg. La calidad del agua es buena ya que únicamente se tienen en turbidez 2 NTU por encima de la norma, el volumen aprovechado por la CNA es de 364 979.00 m³/año.

Su clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta con un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; así como domos andesíticos y dacíticos y conos de tefra. Se encuentra en la cuenca el sistema de fallas Tenango y hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; domos y conos volcánicos; frentes y coladas lávicas del cuaternario; circos y valles fluviales; lavas andesíticas y lahares; así como parte del edificio volcánico de Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 40 y 540 m/km². La densidad del relieve oscila entre 183 y 2 002 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° y entre 6° y 15°. Las unidades edafológicas que predominan son las consociaciones andosol páchico y andosol úmbrico, con textura gruesa; y las asociaciones de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; y andosol melánico+andosol vítrico, con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son agrícola, pino fragmentado y semidenso y otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido, comunidad y propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por terracería y vereda. La localidad que se encuentra en esta cuenca es Colonia San Román, con una población de 150.

Aparece por primera vez en el censo de 1990 y presenta una tasa de crecimiento media anual de 4.14% para el periodo 1990-2000 y para el quinquenio 2000-2005 su tasa es negativa con un valor de -3.26%. El índice de marginación para esta localidad es de 114.29% y el grado de marginación es Muy Alto.

Microcuenca: Tintojo

Ocupa un área de 1 233.7 ha, es una corriente de tercer orden, nace dentro del parque a los 3 540 msnm; la muestra para el análisis y el aforo se realizó a los 2 672 msnm, se estima que produce 0.2683 m³/seg, de este volumen no existe reporte de aprovechamiento por la CNA, la calidad del agua de acuerdo a los análisis realizados es excelente.

Cuenta con un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60,000 años. Se encuentra en la cuenca la fosa Villa Guerrero y presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; circos y valles fluviales y glaciares; lavas andesíticas y lahares. La energía del relieve oscila entre 60 y 460 m/km². La densidad del relieve oscila entre 183 y 716 m/km². Predominan las pendientes entre 15 y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son la consociación andosol páchico, con textura gruesa; y la asociación de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son pino y oyamel denso, pino semidenso y oyamel fragmentado. La tenencia de la tierra es ejido y comunidad. No cuenta con accesos esta cuenca. No existen localidades.

Microcuenca: San Gaspar

Cubre un área de 2 001.8 ha, es una corriente de tercer orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 620 msnm; la toma del caudal y muestra para análisis se hizo a los 2462 msnm, se estima que produce 1.2458 m³/seg de agua de excelente calidad, de acuerdo a los resultados obtenidos, de este volumen no existe reporte de aprovechamiento por la CNA.

Presenta clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta presenta clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años. Se encuentra en la cuenca la fosa Villa Guerrero y el Pilar Porfirio Díaz, además hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; así como circos y valles fluviales y glaciares. La energía del relieve oscila entre 100 y 460 m/km². La densidad del relieve oscila entre 183 y 1 097 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° y entre 30° y 45°. Las unidades edafológicas que predominan son la consociación andosol páchico, con textura gruesa; y la asociación de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son pino y oyamel denso, pino semidenso y fragmentado; así como otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido, comunidad, propiedad privada y propiedad federal. No cuenta con accesos esta cuenca. No existen localidades.

Microcuenca: Lagos El Sol y La Luna

El Lago del Sol se localiza a 4 194 msnm y ocupa 22.28 ha; mientras que el Lago Luna, se localiza a 4 212 msnm y ocupa 2.85 ha. De acuerdo a los resultados de los análisis del laboratorio, la calidad del agua de esta microcuenca endorreica es buena.

El clima que la caracteriza es frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años y un domo andesítico. Es una zona de intersección entre el sistema de fallas Taxco-Querétaro y el sistema de fallas Tenango. Su geomorfología está compuesta por domos y conos volcánicos y parte del edificio volcánico del Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 260 y 480 m/km². La densidad del relieve oscila entre 657 y 1 103 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° y entre 30° y 45°. La unidad edafológica que cubre esta cuenca endorreica es la asociación andosol melánico+andosol vítrico; con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es propiedad federal. El acceso a esta cuenca es por terracería. No existen localidades.

Cuenca: Cutzamala (G)

Subcuenca: Temascaltepec (f)

Microcuenca: Palo Amarillo-Los Hoyos

Cubre un área de 1 936.0 ha, el arroyo principal es de segundo orden, nace dentro del parque a los 3 360 msnm; la muestra para análisis y el aforo se tomó a los 2 888 msnm; se estima que produce 0.0104 m³/seg de agua de buena calidad, no se tiene el volumen de aprovechamiento por la CNA.

Su clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años. Se encuentra en la cuenca la fosa San Miguel además hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por frentes y coladas lávicas del cuaternario; laderas de

pómez y brechas volcánicas; así como domos y conos volcánicos. La energía del relieve oscila entre 40 y 420 m/km². La densidad del relieve oscila entre 224 y 1 726 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30°. La unidad edafológica que predomina es la asociación de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son pino y oyamel denso, y otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido. No cuenta con accesos esta cuenca y no existen localidades.

Microcuenca: La Hortaliza

Ocupa una superficie de 2 358.8 ha, es una corriente de tercer orden, es alimentado por un manantial, nace dentro del parque a los 3 660 msnm; La muestra para análisis y el aforo se tomó a los 3 010 msnm, se estima que produce 0.0104 m³/seg de agua de buena calidad, que es ocupada por dos comunidades que viven dentro de la microcuenca, de este volumen no se tiene registro del aprovechamiento de la CNA.

Presenta clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3800 msnm y después de ésta con un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; y domos andesíticos y dacíticos. Se encuentra en la cuenca la fosa San Miguel, además hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por lavas andesíticas y lahares; circos y valles fluviales; frentes y coladas lávicas del cuaternario; domos y conos volcánicos; planicies de tefra y parte del edificio volcánico del Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 100 y 500 m/km². La densidad del relieve oscila entre 141 y 941 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° y entre 6° y 15°. Las unidades edafológicas que predominan son la asociación andosol páchico, con textura gruesa; y la asociación de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa; andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; andosol melánico+andosol vítrico; andosol melánico+andosol páchico; y andosol páchico+andosol vítrico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son oyamel y pino denso, pino semidenso y otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido y propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por carretera y terracería. Las localidades que se encuentran en la cuenca son La Peñuela y Raíces.

La Peñuela tiene registro desde el censo de 1970. Su crecimiento poblacional fue de 2.13%, 2.47% y 2.36% para los periodos 1970-1980, 1980-1990 y 1990-2000, respectivamente. Para el quinquenio 2000-2005 su TCMA es negativa con un valor de -1.76%. El índice de dependencia económica es de 77.18% y el grado de marginación es Medio.

Raíces aparece por primera vez en el censo de 1980, presentando una tasa de crecimiento de 2.70% para el periodo 1980-1990, de 3.65% para la década siguiente y de 0.96% para el periodo 2000-2005. El índice de dependencia económica es de 87.79% y el grado de marginación es Medio.

Microcuenca: Pichontagui

Abarca un área de 2 146.1 ha, es una corriente de tercer orden y es alimentado por un manantial, nace dentro del parque a los 3 680 msnm; la muestra para análisis y el aforo se tomó a los 3 030 msnm, se estima que produce 0.1056 m³/seg de excelente calidad, de este volumen no se tiene registro de aprovechamiento por la CNA.

El clima que presenta es semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3800 msnm y después de ésta presenta un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; así como domos andesíticos y dacíticos. Se encuentra en la cuenca la fosa San Miguel, además hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por lavas andesíticas y lahares; circos y valles fluviales y glaciares; frentes y coladas lávicas del cuaternario; domos y conos volcánicos; laderas de pómez y brechas volcánicas; planicies de tefra; y parte del edificio volcánico del Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 120 y 500 m/km². La densidad del relieve oscila entre 222 y 1 765 m/km². Predominan las pendientes entre 6° y 15°; entre 15° y 30° y entre 30° y 45°. Las unidades edafológicas que predominan son la consociación andosol páchico, con textura gruesa; y las asociaciones de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa; andosol melánico+feozem árgico+andosol páchico; andosol melánico+andosol vítrico; y andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico, con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son oyamel y pino denso, pino semidenso y otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido y propiedad federal. Los accesos a la cuenca son por carretera y terracería. No existen las localidades en la cuenca.

Microcuenca: La Comunidad-A. Hondo

Cubre un área de 1 007.8 ha, la corriente es de segundo orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 460 msnm; la toma de muestra para análisis y el aforo se tomaron a los 2 880 msnm, se estima que produce 0.2188 m³/seg de agua que, de acuerdo a la cantidad de sólidos totales, se clasifica como aceptable, de este volumen no se tiene registro del aprovechamiento por la CNA.

Cuenta con un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 100 000 años; así como domos andesíticos y dacíticos; y conos de andesita y tefra. Hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por frentes y coladas lávicas del cuaternario; circos y valles fluviales; lavas andesíticas y lahares; domos y conos volcánicos. La energía del relieve oscila entre 160 y 400 m/km². La densidad del relieve oscila entre 315 y 847 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30°. La unidad edafológica que predomina es la asociación de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son oyamel y pino denso, oyamel semidenso y fragmentado; así como otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido y propiedad privada. Los accesos a la cuenca son por carretera. No existen las localidades en la cuenca.

Microcuenca: Peña Blanca

Abarca un área de 1 933.8 ha, la corriente es de tercer orden, nace dentro del parque a los 3 520 msnm; La muestra para análisis así como el aforo se tomó a los 2 710 msnm, se estima que produce 0.4036 m³/seg de agua de excelente calidad, no se tiene registro de aprovechamiento por la CNA.

Su clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 100 000 años; así como domos andesíticos y dacíticos; y conos de andesita y tefra. El sistema de fallas San Antonio, se encuentra en la cuenca y hay presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por frentes y coladas lávicas del

cuaternario; circos y valles fluviales; lavas andesíticas y lahares. La energía del relieve oscila entre 40 y 340 m/km². La densidad del relieve oscila entre 232 y 1 032 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30°. La unidad edafológica que predomina es la asociación de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son oyamel y pino denso, oyamel y pino semidenso; así como otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido. No existen accesos a la cuenca. No hay las localidades.

Subcuenca: Tilostoc (g)
Microcuenca: El Faro

Ocupa una superficie de 803.6 ha, es una corriente de tercer orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 420 msnm; La medición del caudal y muestra para análisis se tomaron a los 2 790 msnm, se estima que produce 0.1555 m³/seg, de este volumen no se tiene registro de aprovechamiento por la CNA.

Se caracteriza por presentar un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de entre 24 000 y 11 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; así como domos andesíticos y dacíticos; y conos de tefra. El sistema de fallas San Antonio, se encuentra dentro de la cuenca. Su geomorfología está compuesta por frentes y coladas lávicas del cuaternario; circos y valles fluviales; lavas andesíticas y lahares; domos y conos volcánicos. La energía del relieve oscila entre 80 y 360 m/km². La densidad del relieve oscila entre 288 y 1 528 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° y entre 6° y 15°. La unidad edafológica que predomina es la asociación de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son oyamel denso y otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido y propiedad federal. Los accesos a la cuenca son carretera, terracería y vereda. La localidad que se encuentra en la cuenca es El Capulín Tercera sección y caserío disperso con una población registrada de 474 habitantes.

La tasa de crecimiento media anual que registro para el periodo 1970-1980 fue negativa con un valor de 6.76%, para la década siguiente de 7.86%. En el periodo 1990-2000 la tasa vuelve a ser negativa de 9.42% y para el quinquenio 2000-2005 de 0.56%. El índice de dependencia económica que presenta esta localidad es de 83.01% y el grado de marginación es Muy Alto.

Microcuenca: La Cascada

Abarca un área de 1 715.2 ha, es una corriente de tercer orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 480 msnm; la muestra del caudal y para análisis se tomó a los 2 752 msnm, se estima que produce 0.2424 m³/seg, de agua de excelente calidad, de este volumen no se tiene registro del aprovechamiento por la CNA.

Presenta clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 100 000 años; así como domos andesíticos y dacíticos; y conos de andesita y tefra. El sistema de fallas San Antonio, se encuentra dentro de la cuenca; así como presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por frentes y coladas lávicas del cuaternario; circos y valles fluviales; domos y conos volcánicos; lavas andesíticas y lahares. La energía del relieve oscila entre 140 y 360 m/km². La densidad del relieve oscila entre 194 y 810 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° y entre 6° y 15°. Las unidades edafológicas que predominan

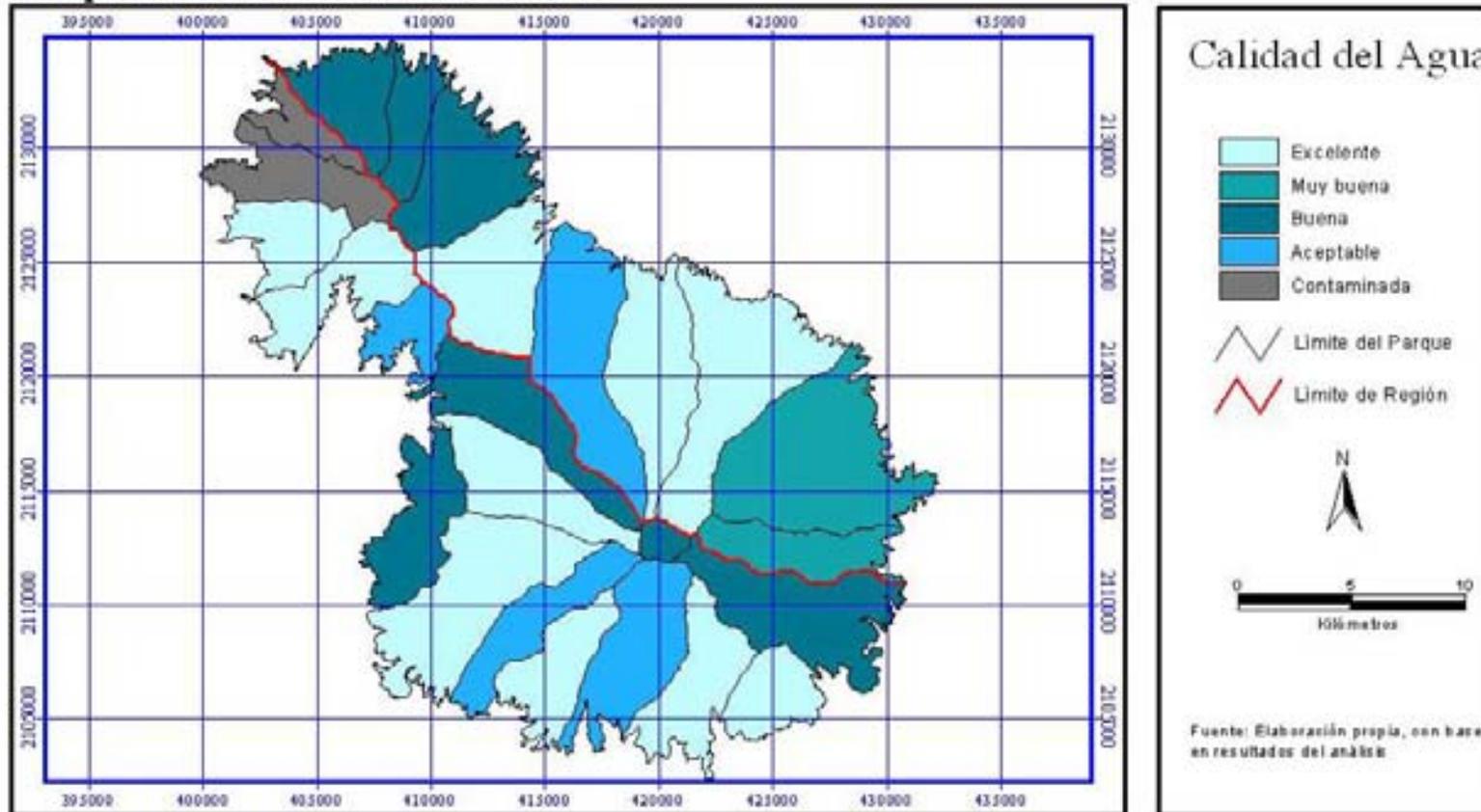
son las asociaciones de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa; y andosol páchico+andosol vítrico, con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son oyamel denso y semidenso; pino semidenso y otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido y propiedad privada. Los accesos a la cuenca son terracería y vereda. No se encuentran localidades dentro de la cuenca.

Microcuenca: Agua Bendita-Los Hoyos

Cubre un área de 1 464.4 ha., es una corriente de tercer orden, nace dentro del parque a los 3 440 msnm; la muestra para análisis y el aforo se realizó a los 2 875 msnm, se estima que produce 0.1602 m³/seg, de agua de excelente calidad, de este volumen no se tiene registro de aprovechamiento por la CNA.

Cuenta con un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 60 000 años; brechas volcánicas y flujos piroclásticos de 100 000 años; así como domos andesíticos y dacíticos; conos de andesita y tefra; y depósitos aluviales. El sistema de fallas San Antonio se encuentra dentro de la cuenca; así como presencia de fracturas. Su geomorfología está compuesta por frentes y coladas lávicas del cuaternario; planicies de tefra; domos y conos volcánicos y circos y valles fluviales. La energía del relieve oscila entre 100 y 380 m/km². La densidad del relieve oscila entre 305 y 1 159 m/km². Predominan las pendientes entre 15° y 30° y entre 6° y 15°. Las unidades edafológicas que predominan son las asociaciones de andosol páchico+andosol melánico+andosol úmbrico; con textura gruesa; y andosol melánico+ andosol páchico, con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son oyamel denso y otros usos no forestales. La tenencia de la tierra es ejido. Los accesos a la cuenca son por vereda. No se encuentran localidades dentro de la cuenca.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 15

En cuanto a la especialización económica no fue posible desglosarlo por cuenca, debido a que este índice nos indica el grado de especialización a la que la población se dedica en su mayor porcentaje, en el caso de PNNT es definitivamente a las actividades primarias.

Para 1990 el PNNT contaba con una población de 7 322 habitantes y el total de población de los 10 municipios que integran el parque sumaba 894 223 habitantes, de los cuales 53 229 se ocupaban en el sector primario, 76 852 en el secundario y 110 818 en el terciario. La especialización económica para el sector primario fue de 3.23%, para el sector secundario 0.33% y 0.21% para el terciario.

Tabla 15: Coeficiente de especialización económica del PNNT en 1990

	Pob. Total	PEA Ocupada en el sector Primario	PEA Ocupada en el sector Secundario	PEA Ocupada en el sector Terciario
PNNT	7 322	1 407	206	188
Municipios del Parque (10)	894 223	53 229	76 852	110 818
Coeficiente de localización o especialización		3.23	0.33	0.21

Fuente: Elaboración con base en INEGI (1990)

De acuerdo al Censo de Población y vivienda 2000, del INEGI, la población del PNNT ocupada en actividades terciarias fue de 720, en actividades secundarios 522 y en las actividades primarias de 1 285 habitantes, por lo que el coeficiente de especialización para este año fue de 3.45% para el sector primario, 0.59% para el secundario y 0.50% para el terciario.

Tabla 16: Coeficiente de especialización económica del PNNT en 2000

	Pob. Total	PEA Ocupada en el sector Primario	PEA Ocupada en el sector Secundario	PEA Ocupada en el sector Terciario
PNNT	8 864	1 285	522	720
Municipios del Parque (10)	1 211 579	50 979	121 390	196 857
Coeficiente de localización o especialización		3.45	0.59	0.50

Fuente: Elaboración con base en INEGI (1990)

Es decir que aún predominan las actividades primarias en el parque, pero no es significativo con respecto al total de los 10 municipios que lo integran.

Para el índice de suficiencia vial, si se aplica la fórmula tal como se establece, considerando sólo las carreteras, el índice de suficiencia vial sería: 2.31.

Tomando en cuenta el kilometraje total de carreteras, terracerías y veredas (entre ellas los caminos de "saca"), el índice sería: 26.54.

Este índice nos permite conocer la suficiencia de comunicación entre las localidades al interior del parque y con las circunvecinas y el índice real de 2.31 indica que es muy baja. Si se aplican los mismos criterios para el otro valor, se pensaría que es un índice aceptable, pero en la realidad no es así por que la mayor parte de estos caminos sólo son transitables a pie o con animales y no pasan vehículos, sin contar las condiciones de los mismos en época de lluvias o por la dinámica de los que utilizan los recursos naturales del parque, que van abriendo caminos de acuerdo a las necesidades presentes.

4.3. DIAGNÓSTICO INTEGRADO

La calidad ambiental de los recursos del parque, indican que a mayor población, mayor es la presión sobre los recursos naturales y mayor es la tendencia al deterioro ambiental. El incremento de la población suele estar acompañado por una recomposición de las actividades productivas, hacia los sectores secundario y terciario de la economía. Esto implica una reducción de las actividades agropecuarias y consecuentemente, una disminución de la demanda de suelo para actividades agrícolas y pecuarias. Sin embargo, el incremento poblacional tiene aparejados otros fenómenos que repercuten negativamente en el ambiente, como la extracción de productos maderables y no maderables como leña, setas y tierra de monte. En las localidades que presentan decremento poblacional, se crea un gran desaliento para el desarrollo de las actividades del campo y se da una pérdida de mano de obra local especializada y con una cultura de explotación de los recursos naturales en condiciones de sustentabilidad.

El deterioro del entorno natural provocado por la población dentro del parque, no ha representado una mejora significativa en sus condiciones de vida. De acuerdo a las visitas de campo realizadas durante el desarrollo del proyecto, los beneficios económicos derivados de la extracción de recursos naturales o de la sustitución del bosque por actividades agropecuarias son muy bajos. En este contexto, los habitantes de las comunidades no cuentan con recursos económicos que les permitan realizar actividades de recuperación y conservación del bosque ni de control de plagas e incendios forestales.

Según habitantes de las localidades, informan que existen grupos de taladores clandestinos, los cuales son contratados por gente externa que ilegalmente obtienen recursos económicos de la tala de madera no documentada.

A pesar del crecimiento poblacional dentro del parque, los habitantes no son la principal fuente de destrucción y sobreexplotación del recurso forestal, puesto que ellos tienen prohibido talar árboles y de hacerlo, llegan a recibir sanciones e incluso sirven de vigilantes para el cuidado del bosque, sin embargo existen autoridades que han caído en la corrupción, la situación político administrativa de la región y la falta de mecanismos de vigilancia y control, han propiciado la aparición de individuos o grupos organizados dedicados a la tala clandestina, la crianza de ganado a gran escala y la extracción ilegal de productos forestales no maderables.

Para determinar la fragilidad ambiental se utilizaron como base siete factores y/o elementos tanto del medio natural como del social y productivo, otorgándoles tres valores de fragilidad: alta media y baja, de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro 11: Criterios de fragilidad ambiental

Factor/Elemento	Fragilidad		
	Alta	Media	Baja
Pendientes	Más de 15°	De 6° a 15°	De 0° a 6°
Uso actual del suelo	Agropecuario	Agricultura con bosque semidenso	Bosque denso
Tenencia de la tierra	Zonas ocupadas por asentamientos humanos y Ejido	Comunidad y Propiedad privada	Propiedad federal
Vías de comunicación	Carretera pavimentada y terracería	Vereda	Sin caminos
Localidades	De 250 a 1 420 habitantes	De 14 a 250 habitantes	Sin localidades
Geología	Brecha volcánica	Depósitos aluviales y arenisca	Domos y conos andesíticos y domos dacíticos
Suelos	Sin cubierta vegetal y abierto a la agricultura y ganadería	Cubierta vegetal fragmentada y semidensa	Cubierta vegetal densa

Fuente: Elaboración propia.

Tomando como base los mapas temáticos anteriores, elaborados en ambiente de ArcView, se procedió a la reclasificación en fragilidad alta: valor uno, media: valor dos y baja: valor tres. Es importante mencionar que los mapas de vías de comunicación y localidades se clasificaron por cuencas hidrológicas, es decir que cada una de las cuencas tenía un valor numérico (uno, dos ó tres).

Una vez reclasificados estos mapas se procedió a la sobreposición de los mismos en el ambiente ArcView de dos en dos. Finalmente se obtuvo una base de datos con 28 posibles combinaciones de uno, dos y tres (alta, media y baja).

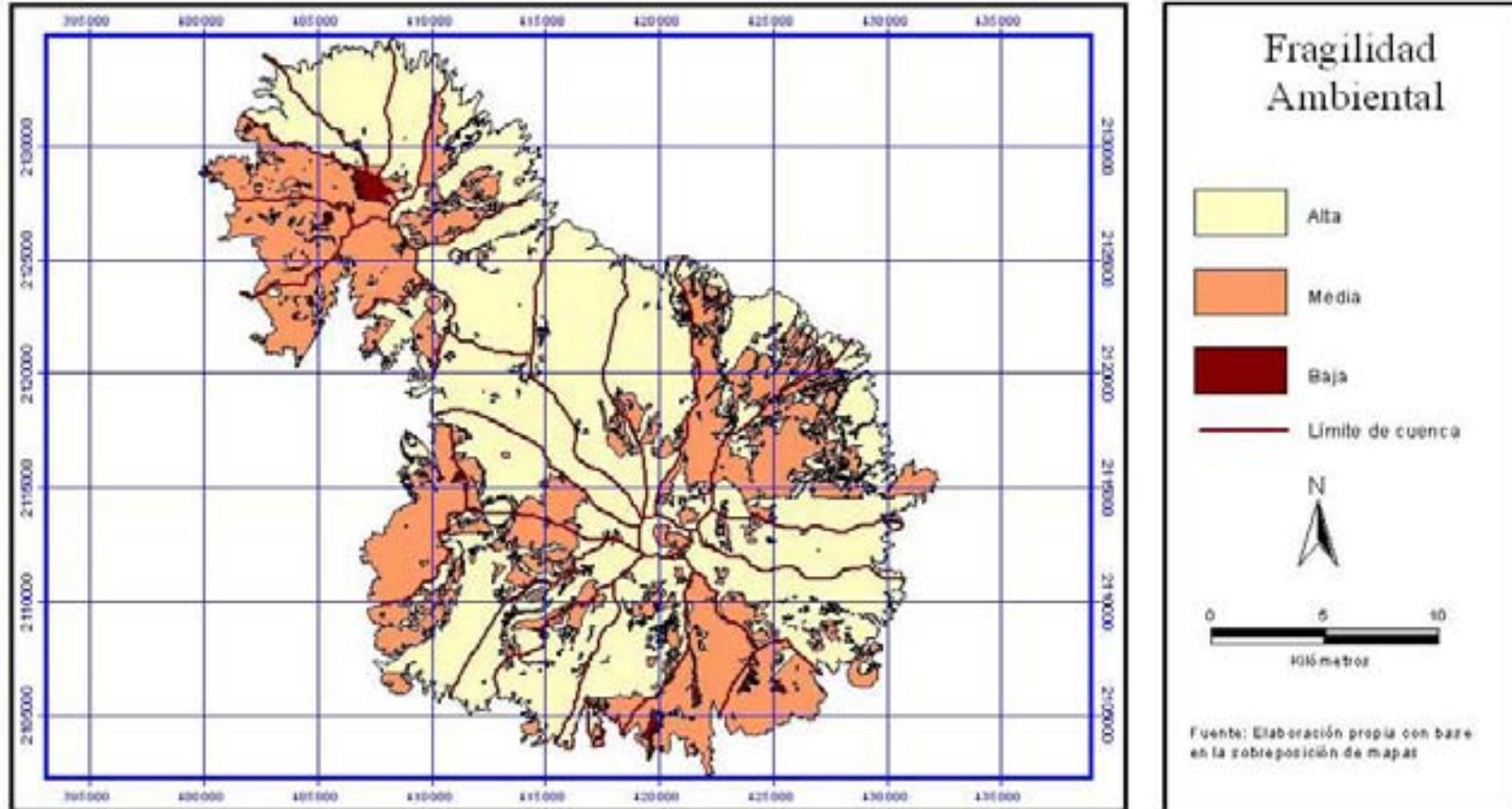
Se obtuvo el coeficiente de fragilidad alta, media y baja dividiendo el número de elementos en la fragilidad correspondiente entre siete (número de factores considerados), por ejemplo 7 factores con fragilidad alta (7/7) su fragilidad es 1. Para unidades con 5 elementos de fragilidad media, se dividió 5/7, obteniendo un coeficiente de 0.714286. Con estos valores, se procedió a sumar el coeficiente de fragilidad media y baja y restarle la fragilidad alta: $CF = (CFM + CFB) - CFA$. De acuerdo a la tabla siguiente:

Tabla 17: Coeficiente de fragilidad ambiental

F_ALTA	Coeficiente de Fragilidad Alta	F_MEDIA	Coeficiente de Fragilidad Media	F_BAJA	Coeficiente de Fragilidad Baja	Coeficiente de Fragilidad	FRAGILIDAD
7	1.000000	0	0.000000	0	0.000000	-1.000000	ALTA
6	0.857143	0	0.000000	1	0.142857	-0.714286	ALTA
6	0.857143	1	0.142857	0	0.000000	-0.714286	ALTA
5	0.714286	0	0.000000	2	0.285714	-0.428571	ALTA
5	0.714286	2	0.285714	0	0.000000	-0.428571	ALTA
5	0.714286	1	0.142857	1	0.142857	-0.428571	ALTA
4	0.571429	0	0.000000	3	0.428571	-0.142857	ALTA
4	0.571429	1	0.142857	2	0.285714	-0.142857	ALTA
4	0.571429	2	0.285714	1	0.142857	-0.142857	ALTA
4	0.571429	3	0.428571	0	0.000000	-0.142857	ALTA
3	0.428571	0	0.000000	4	0.571429	0.142857	MEDIA
3	0.428571	1	0.142857	3	0.428571	0.142857	MEDIA
3	0.428571	2	0.285714	2	0.285714	0.142857	MEDIA
3	0.428571	3	0.428571	1	0.142857	0.142857	MEDIA
3	0.428571	4	0.571429	0	0.000000	0.142857	MEDIA
2	0.285714	2	0.285714	3	0.428571	0.428571	MEDIA
2	0.285714	3	0.428571	2	0.285714	0.428571	MEDIA
2	0.285714	4	0.571429	1	0.142857	0.428571	MEDIA
2	0.285714	1	0.142857	4	0.571429	0.428571	MEDIA
2	0.285714	0	0.000000	5	0.714286	0.428571	MEDIA
2	0.285714	5	0.714286	0	0.000000	0.428571	MEDIA
1	0.142857	0	0.000000	6	0.857143	0.714286	BAJA
1	0.142857	3	0.428571	3	0.428571	0.714286	BAJA
1	0.142857	4	0.571429	2	0.285714	0.714286	BAJA
1	0.142857	2	0.285714	4	0.571429	0.714286	BAJA
1	0.142857	1	0.142857	5	0.714286	0.714286	BAJA
0	0.000000	4	0.571429	3	0.428571	1.000000	BAJA
0	0.000000	3	0.428571	4	0.571429	1.000000	BAJA

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la sobreposición de mapas.

Parque Nacional Nevado de Toluca



Mapa 16

Como puede observarse en el mapa de fragilidad ambiental, el 62% tiene fragilidad ambiental alta, el 37% media y el 1% baja, lo que implica que las posibilidades de regeneración de los recursos del parque son muy bajas y que deben estar acompañadas de políticas de protección y conservación bien dirigidas y asimiladas por los habitantes del parque, pero que también deben considerarse otras estrategias para la sobrevivencia de los que dependen de estos recursos.

El mapa muestra que 12 de las 25 cuencas que componen el parque, tienen una fragilidad alta; ocho cuencas presentan en su mayor superpie una fragilidad media, el resto presentan una combinación de fragilidad alta con media; o media con baja.

Tomando como base los mapas de la red hidrológica (sólo las corrientes permanentes) y el de fallas (sólo fallas, no fracturas), se aplicó un buffer de 100 metros para delimitar las zonas de amenazas de origen natural y con la ubicación de localidad, fue posible definir cuales de las localidades de parque se encuentran en riesgo por estos factores y el número de habitantes que en su momento podrían ser afectados.

A pesar de que en el parque se encuentran tres sistemas de fallas, la mayor parte de las localidades se encuentran fuera del riesgo que pudieran ocasionar estas estructuras. Sin embargo y sobreponiendo tanto las zonas de riesgo por corrientes de agua y las fallas, sólo son seis localidades las que se encuentran sobre o cercanas a las zonas de riesgo: Rosa Morada, Buenavista, Cruz Colorada, Loma Alta, El Varal y San Juan Tepehuisco, con un total de 1 491 habitantes.

Para el índice de concentración de la población, no fue posible hacer el análisis por cuenca, debido a los resultados que se obtuvieron, se calcularon los porcentajes de población inmigrante, de población ocupada en el sector terciario y la tasa de crecimiento media anual para el año 2000, lo anterior por que en el conteo de 1995 y 2005 no se hace referencia a los datos de inmigrantes.

Tabla 18: Información para el cálculo del índice de concentración de la población

Localidad	Población total	Población inmigrante (nacida en otra entidad)	%Población Inmigrante	Población Ocupada	PEA en sector terciario	%Población Ocupada en el sector terciario	TCMA 1990-2000 (%)
Agua Blanca	77	0	0.00	13	0	0.00	
Baldío Amarillo	14	0	0.00	2	0	0.00	
Buenavista	461	2	0.43	114	12	10.53	3.95
Cajones	109	0	0.00	13	3	23.08	-0.09
Capulín 3a Sección	461	2	0.43	121	7	5.79	-9.42
Cerro Gordo	16	0	0.00	3	1	33.33	
Col. San Román	177	2	1.13	48	3	6.25	4.14
Contadero	1 504	23	1.53	403	124	30.77	1.93
Cruz Colorada	34	0	0.00	9	0	0.00	6.57
Dilatada Sur	1 452	23	1.58	407	111	27.27	1.84
Dos Caminos	26	0	0.00	9	7	77.78	
El Varal	55	7	12.73	12	4	33.33	3.77
La Loba	13	0	0.00	5	3	60.00	-2.05
La Peñuela	577	7	1.21	144	15	10.42	2.36
Las Jaras	112	0	0.00	17	0	0.00	
Lima	350	1	0.29	92	11	11.96	2.04
Loma Alta	512	0	0.00	149	28	18.79	8.43
Ojo de Agua	1711	69	4.03	506	241	47.63	4.32
Puerta del Monte	212	0	0.00	53	11	20.75	1.76
Raíces	544	2	0.37	132	35	26.52	3.65
Rosa Morada	364	8	2.20	68	13	19.12	1.99
San Juan Tepehuisco	83	0	0.00	18	0	0.00	2.01
	8 864	146	1.65	2 338	629	26.90	1.93

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, 2000.

La tabla anterior refleja que la población es totalmente rural, que más del 90% de los habitantes del parque es originaria, que la mayor parte de la población se ocupa en actividades del sector primario y que en promedio la tasa de crecimiento en la década 1990-2000 sigue manteniéndose abajo de la media nacional y de la media estatal.

Para el caso del cálculo del índice de ruralidad, no fue necesario aplicar el método de componentes principales ni el de análisis cluster, debido a que ningunas de las localidades del parque tiene la categoría de localidad urbana, por lo que se concluye que la población es 100% rural.

Tabla 19: Información para el cálculo del índice de ruralidad

Localidad	Población total	Población inmigrante (nacida en otra entidad)	%Población Inmigrante	Población Ocupada	PEA en sector primario	%Población Ocupada en el sector primario	TCMA 1990-2000 (%)
Agua Blanca	77	0	0.00	13	4	30.77	
Baldío Amarillo	14	0	0.00	2	2	100.00	
Buenavista	461	2	0.43	114	82	71.93	3.95
Cajones	109	0	0.00	13	9	69.23	-0.09
Capulín 3a Sección	461	2	0.43	121	98	80.99	-9.42
Cerro Gordo	16	0	0.00	3	2	66.67	
Col. San Román	177	2	1.13	48	41	85.42	4.14
Contadero	1 504	23	1.53	403	97	24.07	1.93
Cruz Colorada	34	0	0.00	9	7	77.78	6.57
Dilatada Sur	1 452	23	1.58	407	229	56.27	1.84
Dos Caminos	26	0	0.00	9	2	22.22	
El Varal	55	7	12.73	12	7	58.33	3.77
La Loba	13	0	0.00	5	1	20.00	-2.05
La Peñuela	577	7	1.21	144	117	81.25	2.36
Las Jaras	112	0	0.00	17	16	94.12	
Lima	350	1	0.29	92	26	28.26	2.04
Loma Alta	512	0	0.00	149	106	71.14	8.43
Ojo de Agua	1 711	69	4.03	506	180	35.57	4.32
Puerta del Monte	212	0	0.00	53	35	66.04	1.76
Raíces	544	2	0.37	132	88	66.67	3.65
Rosa Morada	364	8	2.20	68	39	57.35	1.99
San Juan Tepehuisco	83	0	0.00	18	18	100.00	2.01
	8 864	146	1.65	2 338	1 206	51.58	1.93

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, 2000.

La tasa de crecimiento que se presenta en promedio en todo el PNNT, es inferior a la media nacional y estatal; el porcentaje de población inmigrante es mínimo y el sector primario sigue predominando como actividad principal de la zona de estudio.

Una de las conclusiones de análisis de la situación natural y socioeconómica del parque, lo refleja lo que se ha denominado la capacidad de carga o resiliencia que se resume en el cuadro siguiente:

Cuadro 12: Capacidad de carga por microcuenca

Microcuenca	Actividades/Usos		
	Compatibles sin limitaciones	Compatibles con limitaciones	Incompatibles
Agua Bendita-Cano	Forestal	Agrícola	Pecuario
Agua Bendita-Los Hoyos	Forestal	Agrícola (sobre valles)	
Arroyo Grande	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	
Arroyo Nava	Forestal		Agrícola y pecuario
Buenavista-La Garrapata	Forestal	Agrícola (hasta 3 200 msnm, sobre los valles)	
Chiquihuitero-Los Tizantes	Forestal	Turismo (parte alta)	Agrícola y pecuario
El Faro	Forestal	Agrícola (sobre valles)	
El Jabalí	Forestal		Agrícola y pecuario
El Oyamel	Forestal	Agrícola (hasta los 3 100 msnm, sobre los valles)	
La Cascada	Forestal	Agrícola (sobre valles)	Pecuario
La Ciénega	Forestal	Agrícola, pecuario y Turismo (en la parte alta)	
La Ciervita	Forestal	Agrícola (hasta los 3 600, sobre los valles)	Pecuario
La Comunidad-A. Hondo	Forestal		
La Hortaliza	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	
Lago El Sol y La Luna		Turismo	Agrícola y pecuario
Las Cruces-Zacango	Forestal	Agrícola y pecuario	
Palmillas	Forestal	Agrícola (hasta los 3 200 msnm, sobre los valles)	
Palo Amarillo-Los Hoyos	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	Pecuario
Paso Ancho	Forestal	Agrícola (solo en los valles fluviales)	
Paso de Vázquez	Forestal	Agrícola	
Peña Blanca	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	
Pichontagui	Pichontagui	Agrícola (sobre los valles y muy cerca de la cota 3 000)	
San Gaspar	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	
Tejalpa-Terrerillos	Forestal	Agrícola y pecuario	
Tintojo	Forestal		Agrícola y pecuario

Fuente: Elaboración propia.

Esta matriz muestra que el uso compatible sin restricciones en el PNNT es el forestal y se permiten las actividades turísticas y agropecuarias con restricciones, es decir que las pendientes y el tipo de suelo y roca son las limitantes más importantes que deben tomarse en cuenta para el desarrollo de estas actividades. Por otro lado existe un número importante de pequeños valles fluviales que pudieran ser la zonas en donde pueden llevarse a cabo estas actividades, pero sin alterar las zonas aledañas.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Cumplimiento de objetivos:

El principal objetivo de este trabajo fue generar un diagnóstico integrado del PNNT, con base en una propuesta metodológica diseñada para elaborar Ordenamientos Territoriales en Áreas Naturales Protegidas de escala media (alrededor de 50 000 hectáreas).

De esta propuesta sólo se desarrolla la parte correspondiente al diagnóstico integrado, las perspectivas y las propuestas de ordenamiento se dejan para una extensión de este trabajo.

Realizar un diagnóstico a una escala detallada es una tarea difícil y tardada, que requiere además de profesionistas de diferentes disciplinas que apoyen, desde su perspectiva, en la elaboración e interpretación de la información que se demanda. La falta de fuentes de información temática y estadística a una escala adecuada, genera una serie de problemas al momento de pretender realizar una propuesta de ordenamiento o un plan de manejo para áreas naturales protegidas que requieren de atención inmediata.

Teóricamente, las ANP, una vez decretadas como tales, requieren contar con un plan de manejo que permita la instrumentación de programas y proyectos de desarrollo sustentable. Para estar en condiciones de generar estos documentos, se requiere de una serie de información temática que permita la caracterización en los diferentes subsistemas de cada una de las unidades ambientales o de paisaje, que en la mayoría de los casos no existe. Por lo que es necesario y urgente generarla. Lo que implica que los costos para la elaboración y obtención de la información cartográfica y estadística sean muy elevados y la inversión de tiempo muy alta. Este proyecto establece las diversas metodologías para la generación de la información mencionada.

Cuando se cuenta con recursos suficientes (de personal especializado, de financiamiento para la obtención de información en campo, equipo y materiales, entre otros), solo es cuestión de tiempo. Lamentablemente en la mayoría de los casos eso no existe, por lo que se vuelve una de las tareas de mayor dificultad.

Las Instituciones de Educación Superior, tienen los recursos humanos suficientes para apoyar esta tarea, lo que se requiere es apertura de los sectores sociales y productivos para la firma de convenios que permitan generar, con mayor oportunidad, la información necesaria.

Este proyecto de tesis es una muestra de la integración multidisciplinaria, y de recursos que permitieron la elaboración de información temática del Parque Nacional Nevado de Toluca, a través de diversos proyectos de investigación desarrollados en diferentes instancias de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), entre ellas el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias, la Facultad de Planeación Urbana y Regional, la Facultad de Geografía; a través de los Proyectos: "Estimación de la Captura de Carbono en el Parque Nacional Nevado de Toluca", con clave 37022-V, financiado por CONACYT, y "Plan de Manejo Forestal Sustentable del PNNT", con clave 2028/2005, financiado por la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados, de UAEM. Los objetivos planteados fueron cubiertos en su totalidad.

Capítulo I

Aunque la teoría de sistemas proporciona los recursos suficientes para el análisis de la realidad, aún queda la forma de aplicación que cada individuo pueda hacer de ella, porque esto depende en gran medida de la experiencia de cada uno y del bagaje científico que cada especialista haya acumulado desde su perspectiva y de las influencias que pudieron recibir a través del tiempo.

Si se parte de la premisa de que la naturaleza es un sistema abierto, la dinámica que puede presentarse en cada paisaje, dependerá de las condiciones en las que se encuentre y la presión que ejerzan los factores externos sobre éste. Estas fuerzas se han venido acelerando por la presencia del hombre y la explotación, cada vez mayor, de los recursos naturales, sin darle oportunidad al sistema de realizar sus procesos de autorregulación, lo que los hace cada vez más vulnerables.

Para analizar el comportamiento de la naturaleza, generalmente se realiza un estudio parcial de la misma, es decir, se estudia por separado las formas del relieve, la litología, el clima, la hidrología, entre otros, se adiciona la información social y económica y se trata de explicar porqué se encuentra en el estado en el que está, sin embargo esa integración no siempre es tarea sencilla y no siempre se logra tener una visión completa de la realidad; esto hace referencia a la cita de Bertalanffy, quien menciona que la totalidad no es la suma de las partes. Duval menciona que puede ser posible aplicar la teoría de sistemas para explicar la realidad, sólo que se debe tener cuidado de no querer mezclar todo con todo, por lo que se hace indispensable elegir los elementos o factores más representativos que expliquen la realidad estudiada.

Existen varios modelos para explicar la realidad, sin embargo cada uno de ellos tiene ciertas limitantes, para esclarecer el comportamiento de la zona en estudio; es necesario cuidar la elección del modelo que se aplicará, este deberá responder a las preguntas de investigación planteadas en el proyecto, sin olvidar que cada región o espacio tiene sus propias particularidades que dependen de sus antecedentes históricos y de las relaciones entre los diversos actores, que se han dado a lo largo de la historia.

La teoría de sistemas es una base teórica que apoya significativamente en la explicación del espacio geográfico y se ha aplicado en diversos campos como la geografía del paisaje, la ecología del paisaje y más recientemente el manejo de cuencas hidrológicas.

Las cuencas hidrológicas presentan una estructura tanto vertical (desde el subsuelo hasta las capas altas de la atmósfera) y horizontal (relaciones con otros paisajes), que definen su dinámica y un ciclo temporal que lo caracterizan. Si esto se comprende en toda su extensión, es posible explicar de manera más cercana la realidad. Lo que permite evaluar la oferta ambiental y su manejo para efectos de planeación espacial y sectorial.

Conocer la dinámica de cada una de las cuencas que integran el parque, permitirá utilizar mejor el medio ambiente y protegerlo contra la degradación, considerando a la sociedad como un integrante más de las mismas, y no sólo como un agente potencial de la degradación, sino como un actor en el proceso de regulación y ordenación del territorio.

El espacio terrestre es el objeto común entre la geografía y la ordenación del territorio, esta última trata de operativizar el espacio a partir de una política que posibilita el control del territorio.

Evaluar el territorio es una tarea crucial debido al incesante crecimiento de la actividad económica del hombre sobre el medio ambiente. El ordenamiento territorial debe enfocarse a la zonificación del

territorio que permite fundamentar las medidas de protección y mejoramiento de las riquezas naturales que alberga y para un uso sustentable de las mismas.

Para realizar un ordenamiento territorial que responda a las necesidades de conocimiento del territorio, no debe perderse de vista que las actividades humanas se desarrollan en un espacio determinado y que dependen de las relaciones que se dan entre ellos. Lo que lleva a definir la capacidad de carga que cada unidad territorial tiene.

Hasta ahora los planteamientos metodológicos para el ordenamiento territorial están encaminados a programas nacionales, estatales o municipales y pocos a nivel más detallado como es el caso de las áreas naturales protegidas, que por la diversidad de tamaños, en ocasiones no es posible aplicar estas metodologías para estudios a detalle. Los programas de ordenamiento son considerados instrumentos normativos básicos para la evaluación del impacto ambiental y para los planes y programas de desarrollo.

Un ordenamiento es un instrumento normativo básico, que requiere de un diagnóstico ambiental, social y productivos, es decir integral, que dé cuenta de las condiciones que guardan los recursos naturales, la presión que están soportando de las actividades productivas y de la posibilidad de regeneración de los mismos, convirtiéndose en una herramienta de planeación para el adecuado manejo de las ANP, para extender y asegurar las políticas de conservación de ecosistemas y recursos naturales más allá de los límites del área natural protegida.

El Parque Nacional Nevado de Toluca, es un área natural protegida, que ocupa parte del territorio de diez municipios; y es administrado por Gobierno del Estado; sin embargo el programa de ordenamiento debe ser aprobado por la federación, al autoridad estatal y por los ayuntamientos correspondientes, lo anterior implica la diversidad de intereses y visiones que cada municipio tiene con respecto al parque y la complicación para la elaboración de dicho programa por los recursos y prioridades que cada instancia otorgan para su protección.

Capítulo II

A pesar de las adecuaciones de la legislación en materia ambiental que México ha hecho, en los últimos años, aún falta mucho por hacer, ya que solamente se han realizadas ajustes en el primer nivel, es decir a nivel federal, falta modificar y adecuar la legislación sectorial, la estatal e incluso la municipal, para tener las herramientas que lleven a un manejo adecuado y sustentable de los recursos naturales, en la que queden claras las políticas de conservación y protección que cada espacio necesita y su adecuada aplicación.

Es preciso dar el siguiente paso para regular todos estos instrumentos, para que nuestro país esté con condiciones de enfrentar los retos que se están poniendo en el plano internacional.

Cuando se tocan a las Áreas Naturales Protegidas se abordan también otros temas relacionados, como Recursos Naturales, (artículo 27), Tenencia de la Tierra (artículo 27), objetivos y categorías de las ANP (Decretos específicos), participación social (artículo 26), Planeación democrática (artículo 25) y, Planes de manejo (artículos 26 y 115), entre otros. Y al revisarla, se concluye que existen traslapes entre la actuación de cada uno de los involucrados en ellas: por ejemplo los ejidatarios, los comuneros, los grupos indígenas, los pequeños propietarios, el gobierno local, estatal y federal, las instancias gubernamentales en el ámbito federal y estatal, las organizaciones no gubernamentales; cada uno de estos actores con intereses particulares y en espera de que uno

tome la iniciativa para “proteger, conservar o aprovechar” los recursos existentes en ANP. Esto considerando solamente la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La legislación federal relacionada con la temática de este trabajo, en la siguiente jerarquía como la Ley agraria, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; la Ley de Aguas Nacionales y, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establecen de manera parcial o particular la manera de usar cada recurso natural, cuales son los parámetros y criterios para la elaboración de ordenamientos territoriales, las atribuciones que tienen los consejos de cuenca, el Consejo Estatal Forestal, entre otros, pero cuando se trata de aplicarlas en un espacio específico, en este caso, las áreas naturales protegidas, ya no se perciben tan claras en cuanto a las atribuciones, derechos y obligaciones de cada actor en el proceso de planeación.

La reglamentación estatal, en algunos casos son “refritos de la legislación jerárquicamente más alta” es un claro ejemplo de lo que falta por hacer. Ésta debería cubrir los huecos que la ley federal ha dejado de atender y especificar con mayor precisión las atribuciones y límites para el uso de los recursos naturales, que tan deteriorados están en el caso del PNNT. En otros casos se burocratizan tanto los procesos, que se vuelven engorrosos y difíciles de atender con la premura que se requiere.

Con lo anterior pareciera que todos pueden usar los recursos naturales sin que nadie establezca los límites para ello. La Federación a través de sus diversas Secretarías, el Gobierno Estatal con sus instancias; los Municipios y por supuesto lo dueños y poseedores de las tierras; que defienden sus derechos, pero nunca sus obligaciones. Por otro lado, los programas de “protección” en los que voluntariamente se puede participar, no han creado el ambiente de confianza suficiente de la población para sumarse al esfuerzo de proteger la naturaleza.

Es necesario y urgente terminar con este trabajo de actualizar y ordenar toda la legislación ambiental y clarificarla para su adecuada aplicación sin posibilidades de malas interpretaciones.

En este capítulo, se analizan también las políticas nacionales establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, en el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006, en el Programa Nacional Forestal 2001-2006, en el Programa de trabajo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas 2001-2006, en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001-2006 y las establecidas a largo plazo en el Programa Estratégico Forestal para México 2025, en las que se mencionan las estrategias para lograr las metas, pero nuestra realidad es muy diferente a la vista en papel, ya que lo que se ve en campo dista mucho de lo que se dice en estos planes.

Se revisaron también los planes y programas a nivel estatal como el Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011 y el Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 1999, en ellos se indican claramente las metas a cumplir pero no quedan visibles las estrategias y los agentes involucrados en su cumplimiento y sobre todo en el seguimiento de las acciones, lo que conlleva a una desconfianza aún mayor por parte de los poseedores de las tierras ejidales, comunales y hasta particulares que se encuentran dentro de un área natural protegida.

Capítulo III

El marco metodológico que se propone toma los elementos y factores más importantes de cada propuesta y se integra en una nueva, adaptada a las necesidades de planeación de áreas naturales protegidas. Es importante recordar que se tomaron metodologías que se han aplicado exitosamente en ámbitos diferentes: nacional, provincial, estatal y municipal y se ajustaron para un ANP de dimensiones medias; las fórmulas que proponen algunos autores toman como base datos nacionales para hacer análisis comparativos, pero en este caso se sumaron los datos de los diez municipios que integran el parque y la totalidad de la población dentro del mismo.

A lo largo de este capítulo, se van desglosando las metodologías específicas para la elaboración de los mapas temáticos, las fórmulas que se aplican para analizar las variables sociales y económicas necesarias para el diagnóstico integral. Se van haciendo ajustes para aplicarse a escala de ANP. Esta metodología da cuenta de todas las fases que integran un ordenamiento territorial, pero sólo se desarrolla la parte correspondiente al diagnóstico integral, como objetivo y alcance de este proyecto.

La utilización de los Sistemas de Información Geográfica fue de gran importancia para el análisis espacial de la cartografía generada durante este proceso, sobre todo por la cantidad de información que implica la sobreposición de variables cartográficas, que de manera manual implicarían un esfuerzo adicional para la presentación de la información geográfica.

La parte de generación de información básica resulta de interés particular por tratarse de metodologías para la elaboración de cada uno de los mapas temáticos y la obtención de cada una de las variables que permiten tener una visión más amplia de las condiciones en que se encuentra el área estudiada. En este apartado se precisa la manera de aplicar las variables sociales y económicas que dan cuenta de cómo se ha crecido la población y como ha cambiado su estructura económica, para finalmente concluir en un diagnóstico ambiental del parque.

Técnicamente se proporcionan todas las herramientas para aplicar esta metodología en otras áreas naturales protegidas, asumiendo que no se cuenta con la información necesaria para un estudio de este tipo.

Se establecen las normas que deben aplicarse para la toma de muestras y análisis de laboratorio para el caso del recurso agua.

Capítulo IV

Las aportaciones que se hacen a partir de este trabajo son: la elaboración de los mapas temáticos completos del Parque Nacional Nevado de Toluca, que de acuerdo a la revisión realizada previamente, sólo se tenían estudios parciales, por ejemplo de una ladera, una carta topográfica, una microcuenca, mapas a escalas pequeñas, entre otros.

Los mapas que se generaron producto del trabajo de campo y gabinete, análisis de laboratorio y cartográfico son: geología, geomorfología, cuencas hidrológicas, calidad de agua por cuenca hidrológica, modelo digital de elevación, mapa de pendientes, densidad de la disección, energía del relieve, ubicación de localidades, vías de comunicación y fragilidad ambiental.

Los mapas de climas, edafología y uso de suelo son producto de trabajos de tesis de licenciatura, en geografía, de la UAEM y presentados a partir de 2005. El de tenencia de la tierra fue resultado de una tesis de maestría del Colegio Mexiquense. Gran parte de los recursos que se han invertido en

su elaboración, son recursos de la propia UAEM y del CONACYT a través del desarrollo de proyectos de investigación, en los que han participado, en calidad de becarios, los autores de estos mapas.

Parte de estos resultados se han publicado en eventos de talla internacional como el XI Encuentro de Geógrafos de América Latina, que se llevó a cabo en marzo de 2007 en la ciudad de Bogotá, Colombia; en el VI Congreso Internacional y XII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales, en junio de 2007, en la ciudad de Chihuahua, México; en el Coloquio de Investigación 2007, que anualmente se lleva a cabo en la Universidad Autónoma del Estado de México, publicando avances o resultados de proyectos de investigación.

Se retomaron todos esos resultados, se generaron otros mapas, se realizaron visitas de campo y se han estandarizado para realizar los análisis espaciales presentados en este trabajo. Permitiendo contar con una base de datos, tanto cartográfica como estadística, confiable y actualizada a escala 1:50 000 del PNNT.

La elaboración del mapa de fisiografía no fue necesaria, debido a que la regionalización del Norte de América se presenta de manera general y sólo llega al tercer nivel, que resulta suficiente para la información que se requiere.

El mapa de clima se elaboró con el análisis de datos de las estaciones que se encuentran alrededor del PNNT y se considera como uno de los más detallados que existen a esta escala.

El MDT se obtuvo con las cartas topográficas digitales del INEGI, escala 1:50 000, lo cual arroja un buen nivel de detalle y de éste se derivó el mapa de pendientes, todo a través del ArcView. Este último mapa refleja que la mayor parte del territorio que cubre el parque presenta pendientes pronunciadas, lo que implica que los usos del suelo deben ser los más apropiados para evitar la pérdida del mismo y con ello el arrastre de material a las partes bajas.

El PNNT se encuentra en la intersección de tres sistemas de fallas, los cuales dan origen a las fosas tectónicas de Coatepec, Porfirio Díaz, Villa Guerrero, San Miguel, lo que ubica como una zona de debilidad cortical, con las implicaciones que conlleva en cuestión de riesgos geológicos.

Dentro de parque se ubicaron 83 domos andesíticos y dacíticos y 11 conos andesíticos, sobre estas estructuras se encuentran el uso de suelo forestal mejor conservado. Cubren una superficie de 2,962 has.

Esta caracterización geológica junto con la geomorfología existente en el parque dan paso de los suelos derivados de cenizas volcánicas, que pueden contar con alto contenido de materia orgánica, pero que también son suelos frágiles, que sumado a las pendientes superiores a 15° y 30° ubican a la zona de estudio como de alta fragilidad. Lo cual se explica también con los mapas de densidad de la disección y energía del relieve cuyos valores coinciden con las zonas de debilidad cortical y pendientes fuertes.

De acuerdo a la información obtenida en esta carta, se puede decir que en los rangos comprendidos entre los 166.3 y 431.5 m/km², predominan los procesos erosivos, considerando la erosión de media a alta, ya que se ven acelerados por el avance de las actividades económicas dentro del parque, principalmente en la ladera Norte y Noreste.

Los rangos más altos manifiestan el predominio del control estructural sobre la erosión, ya que sus valores se deben a la mayor cantidad de corrientes de primer orden, sobre pendientes entre 30° y 45°, señalando la posición de fallas y fracturas.

En el mapa de suelos se puede apreciar que el 35.08% corresponde a la asociación de un Andosol páchico con texturas media y gruesa, más un Andosol melánico y un Andosol úmbrico con textura media, distribuida de forma más representativa en la ladera noroeste conocida como Peña Ahumada y suroeste en la comunidad de Cerro Gordo.

De igual manera es importante mencionar las unidades que tienen una extensión predominante son la de la asociación de Andosol melánico más Feozem ártico con Andosol páchico y la consociación de Andosol páchico con textura gruesa con un 13.94 % y 12.34 % respectivamente, la primera caracterizada por una franja que se distribuye en forma lineal discontinua, de norte a suroeste, y la segunda distribuida de forma irregular.

En la cuenca Lerma Toluca existen tres microcuencas que producen agua de excelente calidad: Buenavista-La Garrapata, Tejalpa-Terrerillos y Agua Bendita-Cano, dos de ellas producen agua de muy buena calidad: Las Cruces-Zacango y la Ciénega; las microcuencas que cuentan con agua de buena calidad son: Paso de Vázquez, El Oyamel y Palmillas y finalmente La Ciervita produce agua de calidad aceptable.

De las ocho microcuencas que integran a la cuenca Balsas Mezcala, dentro del parque, Arroyo Nava, Tintojo y San Gaspar producen agua de excelente calidad; Arroyo Grande, Paso Ancho y los Lagos de El Sol y La Luna, presentan agua de buena calidad y las microcuencas: Chiquihuitero-Los Tizantes y El Jabalí producen agua de calidad aceptable.

Dentro de la cuenca Cutzamala, tres microcuencas producen agua de excelente calidad: Pinchontagui, Peña Blanca, y Agua Bendita-Los Hoyos; dos producen agua de buena calidad: Palo Amarillo-Los Hoyos y La Hortaliza; la microcuenca La Comunidad-A. Hondo arroja agua de calidad aceptable y las microcuencas La Cascada y El Faro, presentan niveles altos de contaminación por coliformes fecales.

Este primer estudio nos proporciona una aproximación de la cantidad y calidad del agua que produce el parque como uno de los servicios ambientales. En general, el Parque produce agua de buena calidad.

En cuanto a la microcuenca que presentan contaminación por coniformes fecales, dada la naturaleza de la contaminación, es posible sanearla por cloración, debido al pH que presentan es inferior a 8.5; se requiere de tiempo y de una alternativa para entubar el drenaje de las viviendas, y por otra parte, de una estrategia para el manejo ganadero, que pueden ser algunos de los factores que están provocando esta contaminación.

Para estar en posibilidades de hacer un cálculo preciso de la cantidad de agua que produce el PNNT, es necesario realizar éste mismo estudio durante la estación de estiaje del año y por varios años, adicionalmente se requerirá la información oficial de los organismos responsables de dar atención y seguimiento al recurso agua, sobre todo lo relacionado con la ubicación de pozos y extracción de cada uno. En cuanto a la estimación de la calidad del agua, se considera conveniente realizar todos los análisis a todas las microcuencas, ya que se partió de la hipótesis que solo podía existir contaminación en aquellas cuencas donde existieran asentamientos humanos y una de las

dos cuencas "testigo" (Chiquihuitero-Los Tizantes) presentó parámetros que salen de los rangos de calidad indicados por las normas. El Volumen obtenido de agua superficiales de las 25 cuencas del PNNT, fue de 5.93 m³/seg.

De acuerdo con la tabla que resume los usos del suelo para el año 2000, puede observarse que el 41.88% de la superficie del PNNT, se considera como forestal denso, en la que se incluyen especies como oyamel, cedro, pino, encino y aile. Mientras que la zona forestal semidensa ocupa el 16.19% y con bosque fragmentado se tienen 12.63%. En cuanto a la agricultura, ésta ocupa el 14.08% y otros usos ocupan el 14.08%.

La superficie cubierta por bosque es alrededor del 60%, el uso agrícola el 15% y otros usos no forestales, que incluyen las zonas desprovistas de vegetación, cubren el 14%. Lo anterior refleja que aún la mayor superficie es forestal, sin embargo ese alto porcentaje está repartido entre diferentes densidades de bosque: denso, semidenso y fragmentado; provocado por la tala que se ha hecho y se sigue haciendo (legal o ilegal), sin la correspondiente reforestación y sin darle tiempo al bosque de regenerarse. Queda clara la pérdida de densidad de los bosques de oyamel, de pino y latifoliadas.

Una de las actividades que urge instrumentar, es la introducción de especies nativas para la reforestación y la vigilancia para evitar tala, darle tiempo para su crecimiento, evitar plagas y controlar su utilización.

La información documental que existe sobre la fauna del parque, no está actualizada y para confirmar la existencia de las especies mencionadas será necesario realizar estudios biológicos muy detallados. Lo que puedo comentar al respecto es que las muchas visitas que se realizaron al parque durante el desarrollo de este trabajo, lo más que logré ver fueron ardillas, ninguna otra evidencia de la existencia de más especies.

Una explicación que puedo dar es la fragmentación que ha sufrido el bosque, la caza para autoconsumo y los incendios forestales provocados por la apertura de zonas para la agricultura, lo más seguro es que las especies que se mencionan en los documentos consultados ya hayan emigrado en busca de mejores condiciones para vivir.

La TCMA del PNNT del año 1970 al 2005 ha tenido una tendencia de crecimiento variable en todo este periodo como se observa en el gráfico de TCMA del PNNT, en el cual varía entre décadas, para el periodo de 80-90 se registra una TCMA de 3.69%, igual al periodo de 95-2000, y a partir de este año ha venido disminuyendo hasta registrar una TCMA de -0.18% para el periodo de 2000-2005.

En cuanto a las características de la población es posible concluir que la mayor parte de las localidades se encuentran con altos índices de marginación, que sí cuentan con servicios a la vivienda, pero que la dependencia económica es muy alta, que las actividades que aún predominan son las primarias, que la población es 100% rural y que su tasa de crecimiento es baja en comparación con las tasas estatal y nacional.

El análisis de niveles de bienestar de la población, refleja que el 59.43% de la población presenta un grado de marginación medio, es decir que los nueve indicadores presentan un promedio de cobertura de servicios media en siete localidades, con ingresos de dos salarios mínimos y sin hacinamiento en las viviendas.

El 27.28% de la población presenta un grado de marginación alta en seis localidades, lo cual se traduce en que más de la mitad de la población con cuenta con dotación de servicios. Finalmente el 12.69% de la población total del parque (nueve localidades), presenta un grado de marginación muy alto, es decir que los índices de dotación de servicios es muy limitada, las viviendas presentan piso de tierra, tienen alto nivel de hacinamiento y los ingresos de la población económicamente activa es menor a dos salarios mínimos.

Las localidades con los mayores grados de marginación están identificadas como zonas de pobreza extrema y con problemas sociales, en donde su población bajo condiciones de carencias, tiende a emigrar, hecho que no propicia ni incentiva los proyectos de desarrollo local. Por el contrario, aquellos que tienen el menor grado de marginación, presentan problemas ambientales de diversa magnitud, debido al desarrollo de geosistemas antrópicos, los cuales traen consigo, grandes demandas de recursos de los ecosistemas circundantes, transformaciones, impactos y consecuencias ambientales.

En términos generales el PNNT es un área importante en la dotación de servicios ambientales como el agua, que proporciona agua de buena calidad y que las cuencas que presentan contaminación de por conformes es posible sanarse aplicando las técnicas apropiadas y garantizando la infraestructura adecuada (drenaje). Por otro lado el bosque y todos sus derivados deben ser utilizados de manera sustentable, es decir, dando tiempo para su regeneración.

La tenencia de la tierra no es uno de los factores determinantes en el deterioro ambiental, entre otros podrían mencionarse las condiciones físico-geográficas como el suelo, las pendientes, el tipo de roca, lo viejo de la vegetación, pero sobre todo, los factores más importantes son las actividades económicas que se realizan ahí, tanto las legales como las que no lo son. Por ejemplo la cantidad de caminos de "saca" que se abren cada día y el abandono de los mismos al corto plazo, la apertura de zonas agrícola, en las que se hace una quema y en ocasiones se pierde el control, o por las características del suelo, que sólo permiten cosechas raquíticas o por una sola ocasión, dejando desprotegido el suelo y vulnerable para la erosión.

Los diferentes regímenes de propiedad que existen, también provocan incertidumbres sobre la manera y los responsables de su manejo y conservación, la falta de claridad de la legislación en materia de protección, también es otro factor importante en la toma de decisiones para el cuidado el parque, por ejemplo la responsabilidad para la vigilancia del mismo.

Conclusiones generales

En el contexto del país, el PNNT es considerado dentro de los más importantes en cuanto a la prestación de servicios ambientales que ofrece; muestra de ello es que forma parte del programa nacional "Las 60 montañas prioritarias", creado en 2002 con el objetivo de asegurar la producción de agua y la captura de carbono mediante la conservación, restauración, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales en estas.

Entre los parques nacionales que forman parte de este programa, está el Nevado de Colima, localizado entre los estados de Jalisco y Colima, cuyo límite inferior es la cota 3 350 msnm, pero carece de asentamientos humanos; presenta condiciones similares al PNNT con respecto al clima y a las comunidades vegetales (Conanp, 2006).

El Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, entre el Estado de México, Puebla y Morelos, es otra de las áreas montañosas prioritarias para México por sus condiciones geográficas de producción de servicios ambientales. Su rango de altitud va de 3 000 a 5 500 msnm, presentando características similares de clima y vegetación (coníferas) y sus suelos son derivados de cenizas volcánicas como el PNNT. Entre los principales problemas en ambos parques (de acuerdo a Conanp, 2008) destaca la tendencia a la drástica disminución de su cobertura forestal, la cual se realiza de manera ilegal y complica las labores de conservación. Dentro de los límites de este parque se encuentran tres caseríos con un poco más de 200 habitantes entre las cotas 3 000 y 3 200 msnm.

Otros parques nacionales considerados dentro del programa de montañas prioritarias de México son: Cofre de Perote y Pico de Orizaba en el estado de Veracruz, con altitud entre 3 000 y 4 250 msnm, actualmente carecen de plan de manejo.

De acuerdo con la Conanp (2006, b), el Parque Nacional Desierto de los Leones, en el Distrito Federal, se encuentra entre las cotas 2 700 y 3 790 msnm, presenta un clima semifrío con características idénticas al que se tiene en el PNNT. Su vegetación es de coníferas. No existen asentamientos humanos dentro de sus límites.

A nivel nacional estos son los parques que presentan condiciones similares al PNNT y es evidente que muestran casi los mismos problemas de deterioro de recursos naturales, como el sobrepastoreo, tala y aprovechamientos clandestinos, incendios forestales, entre otros; por lo tanto es indispensable contar con los diagnósticos integrales que permitan elaborar los planes de manejo que den cuenta de los problemas y de las actividades necesarias para remediar o amortiguar esos impactos.

El Nevado de Toluca, alberga en su interior (cota 3 000 msnm) a 23 localidades rurales con un total de 8 785 habitantes que viven prácticamente de los recursos del parque, sin olvidar que el área de influencia de éste va más allá de los límites del mismo, ya que la producción de agua potable, por ejemplo, abastece a gran parte de los municipios que integran la zona conurbada de la Ciudad de Toluca; por otro lado el bosque representa una de las fuentes importantes para la regulación del ciclo hidrológico de la zona, y su infiltración hacia los mantos acuíferos, considerando éste como uno de los servicios ambientales de mayor valía para los habitantes de la región.

Esta comparación refleja que el Parque Nacional Nevado de Toluca, es el único en el país que alberga a más de 8 000 habitantes que dependen económica y ambientalmente de él, de esta manera, se explica así el grado de fragilidad en el que actualmente se encuentra; lo cual implica la urgencia de establecer estrategias para la rehabilitación, conservación y preservación de los recursos naturales.

De acuerdo con Ávila (2008), gran parte del deterioro ambiental ha sido el resultado de la aplicación de las políticas públicas en materia de explotación de recursos naturales, las cuales han promovido actividades económicas sin considerar el uso sustentable, las principales son: la agricultura, ganadería, acuacultura, pesca, extracción de productos maderables y no maderables, así como la industria de la transformación, lo anterior sin considerar el costo por la pérdida de los bienes y servicios ambientales. Lo que implica el inminente análisis de las políticas y la reestructuración, si es el caso, de tal manera que se propicie el uso de los recursos naturales desde un enfoque de sustentabilidad.

Técnicamente las actividades permitidas dentro de las ANP, están definidas por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, por los decretos de origen y de manera particular por los programas de manejo y por los ordenamientos ecológicos. Lamentablemente no todas estas áreas cuentan con los instrumentos necesarios para regular el uso y manejo de los recursos que contienen.

Los programas de Ordenamiento y planes de manejo de cada área natural protegida se elaboran con la finalidad de promover el desarrollo de proyectos integrales de aprovechamiento de corto, mediano y largo plazo entre propietarios e inversionistas; impulsar la silvicultura como una actividad rentable bajo principios de sustentabilidad; entre otros. Estos planes concretan lapsos de tiempo, responsabilidades y zonas concretas para uso y/o conservación de los recursos y promueven la participación social en la toma de decisiones, supervisión y evaluación de programas. En éstos se deben integrar todos los actores; principalmente a los que viven dentro de las ANP, para que sean asimilados y consolidados.

De los 68 Parques Nacionales decretados que hasta 2008, sólo 16 cuentan con Programa de Conservación y Manejo publicado y de éstos, sólo cinco son de bosque templado (Ávila, 2008), lo que refleja la dificultad de obtener la información a la escala conveniente para elaborarlos.

Elaborar un Programa de conservación manejo, implica un trabajo de investigación aún más extenso. Este programa debe incluir los criterios y acciones de conservación, rehabilitación y restauración de los recursos naturales a través de un conjunto de acciones con enfoque de desarrollo sustentable.

El PNNT, en 1999, fue estudiado por la ONG Biocenosis, con la intención de realizar el Programa de Manejo llegando sólo a una caracterización. Desde entonces se han realizado estudios parciales a escalas cartográficas que van de 1:250 000 a 1:50 000. Este trabajo ha logrado integrar información temática a esta última escala necesaria para dar el siguiente paso.

Es preciso reconocer que se invirtió mucho tiempo en su elaboración, así como recursos humanos, económicos, y gracias a las condiciones que otorgan las Universidades fue posible llevarlo a cabo. Se cuenta con laboratorios para el análisis de suelos y agua, licencias de software especializado y personal capacitado y apoyo a proyectos de investigación para logra concretar esta difícil tarea.

Esta aportación es la base para realizar y concluir el programa de ordenamiento y/o el plan de manejo que permita realmente una administración sustentable del parque, en el que se reflejen las demandas y compromisos de los que ahí habitan.

Con la información generada a través de este trabajo y de otros proyectos de investigación que se han concluido a lo largo de los últimos tres años, ya es posible desarrollar un Ordenamiento Territorial del Parque Nacional Nevado de Toluca o un Programa de Conservación y manejo con el detalle requerido, para delimitar las zonas con un tipo de utilización de tierras acorde con las condiciones y características tanto físicas como sociales y económicas, con una mayor certeza en la aplicación de las políticas y estrategias para llevarlas a cabo y sobre todo para dar seguimiento a las actividades que cada tipo de utilización establezca.

El diagnóstico permitió la obtención de un mapa de fragilidad, que indica claramente las áreas con prioridad de atención. Este mapa define que sólo el 1% de la superficie del parque se encuentra en

buen estado de conservación; el 62% refleja una fragilidad media y el 37% restante necesita de mayor atención y de forma inmediata.

El plan de manejo que se derive, considerando la información generada, deberá estar encaminado a la protección de los ecosistemas forestales y a la restauración de los mismos, lo cual favorecerá la retención de humedad, la recarga de acuíferos y la prevención de la erosión; también permitirá la mejora de la calidad del aire; la recuperación de la comunidades biológicas de flora y tal vez de fauna silvestres; así como del desarrollo y mejoramiento de las actividades turísticas y de esparcimiento que parcialmente se han explotado.

Deberá incluir acciones de inspección y vigilancia, prevención de ilícitos, reducción de incendios para garantizar el desarrollo completo de estos ecosistemas. Debe señalar los mecanismos y estrategias de coordinación interinstitucional y los plazos establecidos para llevar a cabo el programa.

Finalmente uno de los aspectos importantes a resaltar de este trabajo es la propuesta metodológica para desarrollar ordenamientos ecológicos en áreas naturales protegidas con el enfoque de sistemas a nivel de cuenca hidrológica, de la cual se carece. Lo más cercano a este nivel de ordenamiento son los ordenamientos territoriales comunitarios que promueve la Comisión Nacional Forestal, para comunidades y ejidos de zonas forestales en concordancia con el plan de manejo del área correspondiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, O. J. (1998). Geología y geomorfología del Volcán Nevado de Toluca. Tesis de maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Aguilera, C. M. y Martínez, R. (1996): Relaciones agua suelo planta atmósfera. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Aguayo J., Marín C. y Sánchez D. (1989)."Evolución geológica de la Cuenca de México". En: Memoria del Simposio sobre Tópicos Geológicos de la Cuenca del Valle de México. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.
- Álvarez, I. P. (1999).El ordenamiento ecológico del territorio como instrumento de certidumbre para el desarrollo sustentable. En Memorias del XI Simposio Mexicano – Polaco. Toluca.
- Ávila, I. K (2008). Propuesta en materia de políticas públicas para promover la conservación de áreas naturales protegidas con categoría de Parques Nacionales. Caso de estudio: Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Maestría. Tecnológico de Monterrey.
- Azuela, A. Carabias, J. Provencio, E. y Quadri, G. (1993). Desarrollo Sustentable. Hacia una política ambiental. México UNAM.
- Bertalanffy, L. (1968). Teoría general de los sistemas. Ed. Fondo de Cultura Económica, México.
- Biocenosis (1999). Programa de Manejo del Parque Nacional Nevado de Toluca. Ed. Gobierno del Estado de México y Universidad Autónoma del Estado de México.
- Bloomfield K y Valastro, S. (1977) " Late quaternary teophrocronology of Nevado de Toluca Volcano, central Mexico". *Geology and Mineral Resources*, No. 46, 1-15 pp.
- Bloomfield K y Valastro, S. (1977). "Late pleistocene eruptive history of Nevado de Toluca volcano, central Mexico" In: *Geological Society of American Bulletin*. vol. 85 no. 5.
- Bocco, G. Velásquez, A. Mendoza, M. Torres, M. Torres, A. (1996). Regionalización Ecológica para el Ordenamiento Territorial: Estudio piloto en Michoacán. Memorias del IV Reunión Nacional de Geomorfología. Pátzcuaro, Mich. pp. 4-6.
- Candeaux, D.R. (2005). Regionalización socioeconómica automatizada del Parque Nacional Nevado de Toluca y su relación con el deterioro ambiental. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales, UAEM. México.
- Cantagrel, J. Robin, C. y Vincent, P. (1981). Les grandes étapes d'´evolution d'´ un volcan désitique composite : Example du Nevado de Toluca (mexique). In *Bull Vulcanologie*.
- Cervantes, B. J. (1979). Reseña general sobre investigación sistémica del medio natural. Y Método geocosistémico prospectivo. Su filosofía y aplicaciones. Boletín No. 9. Instituto de Geografía de la UNAM.
- Código Administrativo del Estado de México: Libro Cuarto de la conservación ecológica y protección al ambiente para el desarrollo sustentable.
- Código Administrativo del Estado de México: Libro Noveno del fomento y desarrollo agropecuario, acuícola y forestal.
-
-

-
-
- CETENAL, Comisión de Estudios del Territorio Nacional (1976). Carta de uso de suelo y vegetación, escala 1:50,000. Hojas E14A47, E14A48 y E14A37.
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2008). Disponible en <http://conanp.gob.mx/anp/>
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2006). Programa de conservación y manejo del Parque Nacional Nevado de Colima. México.
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2006, b). Programa de conservación y manejo del Parque Nacional Desierto de los Leones. México.
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2008). Programa de conservación y manejo del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. México.
- CNA, Comisión Nacional del Agua, 2006: Base de datos del REPDA, en: <http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>
- CNA, Comisión Nacional del Agua, 2006: Indicadores de calidad del agua, en: <http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Directorio/Default.aspx>
- CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2001). Programa Estratégico Forestal para México 2025. Informe Final, Versión 2.1 del 18 de agosto de 2001.
- CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2001). Programa Nacional Forestal 2001-2006
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (2004): Regiones terrestres Prioritarias de México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/>
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (1997): Carta de climas, escala 1: 1 000 000. Hoja México. México.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (1997): Carta Precipitación total anual, y de Isotermas Medias anuales escala 1: 1 000 000. Hoja México. México.
- Cotler, H. Priego, A. Rodríguez, C. Enriquez, C. y Fernández, C. (2004): Determinación de zonas prioritarias para la eco-rehabilitación de la cuenca Lerma-Chapala. México: INE, en: <http://www.ine.gob.mx/dgioece/cuencas/descargas/areasp.pdf>.
- CSIRO, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (1945). El Levantamiento de Tierras.
- Demant, A. y C. Robin, (1975). "Las fases del vulcanismo en México; una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico". En: Revista del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- D'Luna C. (1995). "Evaluación del paisaje para el ordenamiento territorial en el área de conservación "La Esperanza", Guanajuato". Tesis de Maestría en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México, D.F. 161p.
- DOF, Diario Oficial de la Federación (1999). Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos.
- DOF, Diario Oficial de la Federación (1992). Ley de Aguas Nacionales (1º de diciembre de 1992). Última reforma aplicada 29/04/2004.
-
-

-
- DOF, Diario Oficial de la Federación (2002). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (13 de diciembre de 2002). Última reforma aplicada 25 de Febrero de 2003.
- DOF, Diario Oficial de la Federación (2003). Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Última reforma 25 de febrero de 2003.
- DOF, Diario Oficial de la Federación (2007). Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. (31 de mayo de 2007).
- Duval, G. (1999). Teoría de sistemas. Una perspectiva constructivista. En: Perspectivas en la teoría de sistemas. coord. Ramírez, S. Ed. Siglo XXI, México.
- Elbersen, G.W. Benavides, S.T. y Botero, P.S. (1986), Metodología para levantamientos edafológicos; especificaciones y manual de procedimientos. Edit. IGAC, Colombia.
- Espinosa R, L. (2001). Geomorfología del Noreste del Nevado de Toluca, Tesis de Maestría, Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía, UNAM, México D. F.
- Espinosa, L. Reyes, A. y Mayayo, M. (1999). "El campo de acción de la Geomorfología Aplicada". Inédito.
- Espinosa R, L. (2003). Apuntes de Geografía Física Compleja, 5º. Semestre de Licenciatura en Geografía y Ordenación del Territorio. Facultad de Geografía, UAEM.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Departamento de Agricultura, (1997): Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía, Roma: ONU, en: <http://www.fao.org/docrep/T08485/T0848500.htm>
- FAO-UNESCO-ISRIC, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – World Soil Information (1994). Spaargaren, O. C. (Editor) 1997. World Reference Base. For Soil Resources. ISSS- ISRIC- FAO. Wageningen/ Roma.
- Felicísimo, A. (1994). Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en Ciencias Ambientales. Ed. Pentalfa. España. 221 pp.
- Ferreira, R. (2004). Planejamento Ambiental. Teoria e prática. Ed. Oficina de textos. Sao Paulo, Brasil.
- Franco M.S. y Rodríguez, L. B. (2003): "Servicios ambientales y Desarrollo Local. Oportunidades y limitaciones en un Parque Nacional de México". Ponencia presentada en el I Congreso Iberoamericano de Desarrollo y Medio Ambiente. Ecuador, Octubre 2004.
- Franco, M.S. y Valdez, P, E. (2003). Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada. Ed. UAEM. Toluca, México. 156 p.
- Fuentes, J.J. (2006). Cuencas y áreas naturales protegidas: el manejo integrado de los recursos naturales en el Pico de Tancitaro, Michoacán, en: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/366/fuentes.html>
- Gaceta de Gobierno (1995). Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México (24 de febrero de 1995).
- Gaceta de Gobierno (1996). Ley Agrícola y Forestal del Estado de México. (19 de enero de 1996).
-

-
-
- Gaceta de Gobierno (1997). Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México (26 de noviembre de 1997).
- Gaceta de Gobierno (1999). Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (4 de junio de 1999).
- Gaceta de Gobierno (2006). Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011 (2 de marzo de 2006).
- Gaceta de Solidaridad (1992). Nueva Ley Agraria.
- García-Palomo, A., Macías, J.L., Arce, J.L., Espíndola, J.M., (2000). "Marco geológico estructural de la región del Nevado de Toluca, Estado de México". Actas Inageq, 115-120 pp.
- García-Palomo, A. (1998) "Evolución estructural en las inmediaciones del volcán Nevado de Toluca, Estado de México", Tesis de maestría., Facultad de Ciencias, División de estudios de postgrado, Universidad Autónoma de México.
- García, E. (1989). Apuntes de climatología. México. UNAM.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. México. UNAM.
- García, R. (1986). "Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos" en Enrique Left (coordinador). Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. México, D.F. Siglo XXI Editores.
- Gerhartz J. y Quintero J. (1985). "Experiencias de la aplicación de técnicas paisajísticas en Planificación Física". I Jornada Científica Internacional sobre planificación regional y urbana Instituto de Planificación Física-Juceplan. La Habana, Cuba. 23p.
- Gómez, O. D. (2002). Ordenación Territorial. Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. España. 703 p.
- González P. J. (2004): "El manejo integrado de Cuencas en Cuba. Actualidades y retos" en Cotler (comp.), el Manejo Integrado de Cuencas en México, estudios y reflexiones para orientar la política ambiental, México: SEMARNAT, INE.
- Huacuz, E. (2005). Tenencia de la tierra y deterioro ambiental en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Maestría en Ciencias Sociales. Colegio Mexiquense, Estado de México.
- InfoAgro, 2006: Instrumental para laboratorio e industria, en: http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_electrica.asp?k=53
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997). Guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial municipal. Santafé de Bogotá. Colombia. 186 p.
- IGECEM, Instituto de Investigación e Información Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (2000). Ortofotos digitales escala 1:20 000. (198-200, 223-227, 256-260, 278-283, 313-316 y 331-333).
- INE, Instituto Nacional de Ecología (1995). Áreas Naturales Protegidas: Economía e instituciones. SEMARNAP-INE. Cuadernos De Trabajo No. 3. México.
-
-

-
-
- INE, Instituto Nacional de Ecología (2002). Áreas Naturales Protegidas y conservación in situ de la biodiversidad en México. México. Pagina web: <http://www.ine.gob.mx>
- INE, Instituto Nacional de Ecología, 2006: Acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001-89, en: http://www.ine.gob.mx/criterios_eco.htm
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1997: Carta topográfica 1:50,000 E14A37, México: INEGI.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1997: Carta topográfica 1:50,000 E14A47, México: INEGI.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998: Carta topográfica 1:50,000 E14A48, México: INEGI.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1970. IX Censo General de Población y Vivienda 1970. México. INEGI.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1980. X Censo General de Población y Vivienda 1980. México. INEGI.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2000. XI Censo General de Población y Vivienda 1990. México. INEGI.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. México. INEGI.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística e Informática (1995). I Censo de Población y Vivienda 1995. México. INEGI.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística e Informática (2005). II Censo de Población y Vivienda 2005. México. INEGI.
- Jiménez, B. (2002): La contaminación ambiental en México, México: LIMUSA.
- Llamas, J. (1989): Hidrológica general principios y aplicaciones, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Martínez, E. (2000) (Director). Estudios sobre el paisaje. Colección de estudios Núm. 67. Fundación Duques de Soria, Ediciones Universidad Autónoma de Madrid. España. 381 p.
- Massiris, A. (2000). "El diagnóstico territorial en la formulación de planes de ordenamiento territorial". En Perspectiva Geográfica: Órgano de difusión del programa de estudios de Posgrado en Geografía. Convenio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. No. 4. p. 7-75.
- Massiris, A. (2001). Fundamentos conceptuales para el ordenamiento territorial de los países latinoamericanos. En Marco conceptual y metodológico de ordenamiento territorial aplicable a países latinoamericano. Instituto de Geografía de la UNAM.
- Mateo R. (1984). Apuntes de Geografía de los Paisajes. Universidad de la Habana, Cuba.
-
-

-
- Mateo R., Salinas S., Guzmán J. (1985). "Análisis de los paisajes como fundamento para la planificación de los territorios". En I Jornada Científica Internacional sobre planificación regional y urbana Instituto de Planificación Física-Juceplan. La Habana, Cuba. 18p.
- Mendiola, S.N. y Ledesma, M.L. (2007). Zonificación Agroecológica del Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Geografía, UAEM. (En proceso).
- Mireles, P. (2000). Levantamiento de suelos de la subcuenca del río Mayorazgo, Estado de México. Tesis de Maestría. México. UNAM.
- Mireles, P. Valdez, M.E. y Pastor, J. (2007). Estimación de la calidad y cantidad de agua superficial del Parque Nacional Nevado de Toluca. En Memorias del VI Congreso Internacional y XII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Junio 6, 7 y 8. Chihuahua. México.
- Mireles, P. Valdez, M.E. Reyes, A. Sánchez, I. y Martínez, R. (2007). Mapa edáfico del Parque Nacional Nevado de Toluca. En Memorias del XI Encuentro de Geógrafos de América Latina. Marzo de 2007. Bogotá, Colombia.
- Morales H. (1998). "Análisis del paisaje en el corredor turístico de Bahías de Huatulco". Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México, D.F. 122 p.
- Mooser, F., (1968). "The Mexican volcanic Belt and development. Formation of fractures by differential crustal heating". En: Simposio Panamericano del Manto Superior, México. Marzo 18-21, p. 15-22.
- Mooser, et. al., 1996. Mapa geológico de las Cuencas de México, Toluca y Puebla, escala 1:50,000, Comisión Federal de Electricidad (CFE), México, D. F.
- Observatorio Meteorológico Nacional (2003). Base de datos de estaciones meteorológicas.
- Parras, L., Corral, L., Gil, J (2003). Ordenación Territorial del Parque Natural de Despeñaperros (Jaen). Criterios Metodológicos. Instituto de estudios Giennenses, Diputación de Jaén, España. 308 p.
- Pascuaré G., Ferrari L., Perazzolli V. Y Turchetti. (1987). "Morphological and structural analysis of the central sector of Transmexican Volcanic Belt" En: Geofísica Internacional. No 26. México.
- Porras, E. L. (2004). Asentamientos humanos en Áreas Naturales Protegidas, caso de estudio: Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura en Planeación Territorial, Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM. México.
- Pujadas, R. y Font, J. (1998). Ordenación y planificación territorial. Editorial Síntesis. Madrid, Esp. 399 p.
- Ramírez, S. (1999). Teoría general de sistemas de Ludwing Von Bertalanffy. En: Perspectivas en la teoría de sistemas. coord. Ramírez, S. Ed. Siglo XXI, México.
- Regil G. H. (2005). Análisis del cambio de uso del suelo y vegetación para la obtención de la dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca 1972-2000. Tesis para obtener el título de licenciatura en geografía. UAEM.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de áreas naturales protegidas.
-

- Reyes, A. Valdez, M.E. y Mireles, P. (2007). Geomorfología del Parque Nacional Nevado de Toluca. Capítulo del libro: Regionalización y localización en la globalización. Redacción científica: Mirosława Czerny y Jorge Tapia. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego. Polonia.
- Reyes, A. Valdez, M.E. y Mireles, P. (2007). Geomorfología del Parque Nacional Nevado de Toluca. En Memorias del XI Encuentro de Geógrafos de América Latina. Marzo de 2007. Bogotá Colombia.
- Robles R. (1944). "Algunas ideas sobre la glaciología y morfología del Iztaccíhuatl". En: Revista Geográfica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México.
- Rojas, E, Valdez, M. Mireles, P, Reyes, A. y Pastor, J. (2008). Estimación de la producción de agua superficial del Parque Nacional Nevado de Toluca, para el año 2006. En Revista Quivera, UAEM. En Prensa.
- SECOFI, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 2000: Norma Mexicana NMX-AA-008, México: Diario Oficial de la Federación.
- SECOFI, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 2000: Norma Mexicana NMX-AA-093-SCFI-2000, México: Diario Oficial de la Federación.
- SECOFI, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 2000: Norma Mexicana NMX-AA-007, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-038-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-012-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-028-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-030-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-051-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-044-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-042-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-073-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-039-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
-
-

-
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-079-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-099-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía, 2001: Norma Mexicana NMX-AA-051-SCFI-2001, México: Diario Oficial de la Federación.
- SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social (2001). Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001-2006. Resumen Ejecutivo. Primera edición 2001.
- SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca —SEMARNAP—, la Secretaría General del Consejo Nacional de Población —SG-CONAPO— y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática —INEGI—(2000). Propuesta Interinstitucional de Ordenamiento Territorial.
- SEMARNAP, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1995). Acuerdo de coordinación que celebra la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y el Gobierno del Estado de México, mediante el cual se transfiere al Gobierno de dicho Estado, la administración de diversos parques nacionales.
- SEMARNAP, PNUD, RDS, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable, Red de Desarrollo sustentable (2000). Áreas Naturales Protegidas de México con decretos federales (1899-2000). México: Ed. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Red de Desarrollo Sostenible.
- SEMARNAP, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, "Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, muestreo y análisis".
- SEMARNAP, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (2001). Norma Oficial Mexicana NOM-023-RECNAT-2001, "Que establece las técnicas que deberá contener la cartografía y la clasificación para la elaboración de los inventarios de suelos".
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001). Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006.
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001). Programa de trabajo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2001-2006. Segunda edición 2001.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (2004). Manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Cotler, H. (Compiladora). SEMARNAT-INE. México.
- SEMARNAP-INE, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca-Instituto Nacional de Ecología (2000a). Ordenamiento Ecológico General del territorio. Memoria técnica 1995-2000. México. 535 p.
-

-
-
- SEMARNAP-INE, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca–Instituto Nacional de Ecología (2000b). Ordenamiento Ecológico del Territorio. Logros y retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000. SEMARNAP, México. 176 p.
- SEMARNAT-INE-UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales–Instituto Nacional de Ecología–Universidad Nacional Autónoma de México (2005). Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del País Monarca. Informe final. México.
- SEMARNAT-SEDESOL, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Secretaría de Desarrollo Social (2005), Términos de referencia para la elaboración del Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico y Territorial (PMOET).
- SINANP, Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2004. Disponible en www.ine.gob.mx.
- Soberón, J. Y otros (2002). Áreas Naturales Protegidas y conservación in situ de la Biodiversidad en México, en: <http://www.ine.gob.mx/ueaje:/publicaciones/gacetitas/161/>.
- SPP, Secretaría de Programación y Presupuesto (1983): Carta hidrológica de aguas superficiales 1:250,000, E14-2, México: SPP.
- Toledo, A. (2006). Agua, hombre y paisaje. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Tricart, J. y Filian, J. (1982). La eco-geografía y la ordenación del medio natural. Anagrama, Barcelona España.
- Trotiño, V.M. (1990). Geografía y ordenamiento del territorio. Universidad Complutense. Madrid, Esp.
- UICN, The World Conservation Union, (2002). The UICN Protected Area Management Categories. Disponible en pagina web <http://www.iucn.org/themes/wcpa>
- Valdez, M.E. y Mireles, P. (2007). Propuesta Metodológica para el Ordenamiento de Áreas Naturales Protegidas, en México. En Coloquio de Investigación 2007. Abril-mayo. México. UAEM.
- Valencia, V. J. y otros (2004): “La gestión integrada de los recursos hídricos en México: nuevo paradigma en el manejo del agua” en Cotler, Helena (compiladora), 2004: El manejo integral de cuencas en México, estudios y reflexiones para orientar la política ambiental, México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT y Instituto Nacional de Ecología INE.
- Vallejo, S.J. y Ramírez, A. (2001). Parque Nacional Cofre de Perote y desarrollo sustentable. Disponible en http://www.cetrade.org/v2/revista_transicion/2001/revista_38_el_futuro_del_campo_mexicano/vallejo_santes-ramirez_barradas.
- Vargas, J. M. (2003). “Desarrollo de la legislación ambiental en México” en *Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México*. Sánchez, O. Vega, E. Peter, E. y Monroy O. (editores). México. SEMARNAT-INE.
- Vilchis, M.M. (2001). Geomorfología de la carta E14A47, Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Geografía de la UAEM.
-
-

ANEXOS

Estimación de la cantidad de agua del Parque Nacional Nevado de Toluca

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Tipo Muestra *	VOLUMEN m3/s (cálculo de campo)	Volumen m3/año (CNA)	Volumen m3/año (CNA) Región	Calidad del Agua			
12	Lerma-Toluca (A)	Almoloya-Otzolotepec (a)	Las Cruces-Zacango	FQ	0.0243	648,610.00	3,134,912.00 m ³ /año aprovechado por CNA	Muy buena			
			La Cienega	FQB	0.0886	355,875.00		Muy buena			
		La Gavia (i)	Paso de Vázquez	FQ	0.0817	739,125.00		Buena			
			El Oyamel	FQB	0.0075	22,812.00		Buena			
			Palmillas	FQ	0.0000	120,085.00		Buena			
		Tejalpa (j)	Buenavista-La Garrapata	FQB	0.1817			Excelente			
			La Ciervita	FQB	0.3741	63,072.00		Aceptable			
			Tejalpa-Terrerillos	FQB	0.0557	787,980.00		Excelente			
		Verdiguel (k)	Agua Bendita-Cano	FQ	0.0025	397,353.00		Excelente	0.8161 m ³ /año producido por el PNNT	Excelente	
		18	Balsas Mezcala (B)	Pachumeco (f)	Arroyo Nava	FQB		0.1481		447,119.00 m ³ /año aprovechado por CNA	Excelente
					Chiquihuitero-Los Tizantes	FQBT		1.1205			Aceptable
El Jabalí	FQ				0.3495		Aceptable				
Paso Ancho	FQB				0.0868	82,140.00	Excelente				
Arroyo Grande	FQ				0.0993	364,979.00	Buena				
Tintojo	FQ				0.2683		Excelente				
San Gaspar	FQ				1.2458		Excelente				
Lago La Luna	FQ				0.0000		Buena				
Lago El Sol	FQ				0.0000		Buena				
Cutzamala (G)	Temascaltepec (f)				Palo Amarillo-Los Hoyos	FQ	0.0104		5.1168 m ³ /año producido por el PNNT		Buena
			La Hortaliza	FQB	0.5023		Buena				
			Pichontagui	FQ	0.1056		Excelente				
			La Comunidad-A. Hondo	FQ	0.2188		Aceptable				
			Peña Blanca	FQ	0.4036		Excelente				
	Tilostoc (g)		El Faro	FQB	0.1555		Contaminada				
			La Cascada	FQBT	0.2424		Contaminada				
			Agua Bendita-Los Hoyos	FQ	0.1602		Excelente				
			* F (Físico), Q (Químico), B (Biológico), T (Testigo).				5.93	3,582,031.00		3,582,031.00	

Fuente: Mireles, P. Valdez, M.E. y Pastor, J. (2007).

Parámetros químicos de agua del Parque Nacional Nevado de Toluca

Microcuenca	SOL. TOT. mg/L	D.B.O.5 mg/L	D.Q.O. mg/L	COL. FECALES NMP/100cm ³	C.O.T.	CLORUROS mg/L	SAAM mg/L	NITRA mg/L	NITRI mg/L
Las Cruces-Zacango	136	<5	6	220	*	*	*	*	*
La Cienega	12	<5	3	*	2,7836	0,5	0,23	1,1	0,0658
Paso de Vázquez	224	*	*	*	*	*	*	*	*
El Oyamel	144	<5	8,0	230	3,6293	<1,0	0,038	11,86	<0,03
Palmillas	140	<5	4,0	*	*	*	*	*	*
Buenavista-La Garrapata	384	<5,0	2,0	>23	0,2365	1,0	0,013	3,98	<0,03
La Ciervita	572	<5	21	>23	1,1269	1,0	0,035	9,94	<0,03
Tejalpa-Terrerillos	528	<5	8,0	>23	0,6893	1,5	0,05	3,98	<0,03
Agua Bendita-Cano	84	<5,0	6,0	*	*	*	*	*	*
Arroyo Nava	92	<5	2	13	2,2324	0,504	<0,1	3,0	<0,03
Chiquihuitero-Los Tizantes	92	7 ± 1	49	>1 600	7,5577	0,5	0,3	0,66	0,0774
El Jabalí	84	7 ± 1	49	*	*	*	*	*	*
Paso Ancho	72	<5	1	240	1,8332	1,01	0,16	4,16	<0,03
Arroyo Grande	72	<5	9	*	*	*	*	*	*
Tintojo	32	<5	6	*	*	*	*	*	*
San Gaspar	68	< 5	8	*	*	*	*	*	*
Lago La Luna	84	*	*	*	*	*	*	*	*
Lago El Sol	136	*	*	*	*	*	*	*	*
Palo Amarillo-Los Hoyos	176	*	*	*	*	*	*	*	*
La Hortaliza	324	<5,0	12	>23	2,0066	<0,5	0,055	1,37	<0,0091
Pichontaqui	92	<5,0	9,7	*	*	*	*	*	*
La Comunidad-A. Hondo	8 140	<5,0	12	*	*	*	*	*	*
Peña Blanca	68	<5,0	6,0	*	*	*	*	*	*
El Faro	140	<5	8,0	4 600	0,5638	1,0	0,031	3,78	<0,03
La Cascada	88	<5	4,0	2 400	2,4313	0,5	0,03	3,43	<0,03
Agua Bendita-Los Hoyos	108	<5	12	*	*	*	*	*	*

Fuente: Mireles, P. Valdez, M.E. y Pastor, J. (2007).

 Parámetros físicos y químicos de agua calculados en campo en el PNNT

Microcuenca	PH	TURB (NTU)	TEMP (°C)	COND (mS/cm)	DO (mg/l)
Las Cruces-Zacango	8.74	10	12.1	0.054	6.85
La Cienega	9.72	25	13.7	0.52	6.20
Paso de Vázquez	9.64	87	14.0	.062	7.14
El Oyamel	9.93	10	13.5	0.118	6.55
Palmillas	9.30	40	12.1	0.057	6.63
Buenavista-La Garrapata	10.23	21	16.1	.085	6.63
La Ciervita	9.41	177	14.3	.060	6.19
Tejalpa-Terrerillos	9.84	20	15.0	.062	5.72
Agua Bendita-Cano	9.92	3.0	13.0	0.074	7.30
Arroyo Nava	9.53	4	11.9	.044	6.89
Chiquihuitero-Los Tizantes	9.29	149	9.4	.034	6.90
El Jabalí	9.39	7	10.6	.044	6.05
Paso Ancho	9.77	1	13.7	.094	5.71
Arroyo Grande	10.15	27	14.8	.082	5.98
Tintojo	9.60	6	12.6	.052	6.75
San Gaspar	10.19	4	13.8	.055	8.20
Lago La Luna	7.98	2	11.0	.011	6.01
Lago El Sol	9.26	5	10.8	.069	6.19
Palo Amarillo-Los Hoyos	9.85	6	12.7	0.055	9.27
La Hortaliza	10.26	20	11.5	.070	6.74
Pichontagui	9.28	0	9.5	.064	9.42
La Comunidad-A. Hondo	10.11	7	12.1	0.065	6.77
Peña Blanca	9.19	5.0	10.8	.054	7.32
El Faro	8.38	10	14.1	0.055	6.32
La Cascada	9.19	15	12.3	0.044	7.0
Agua Bendita-Los Hoyos	9.65	6	12.9	0.034	6.62

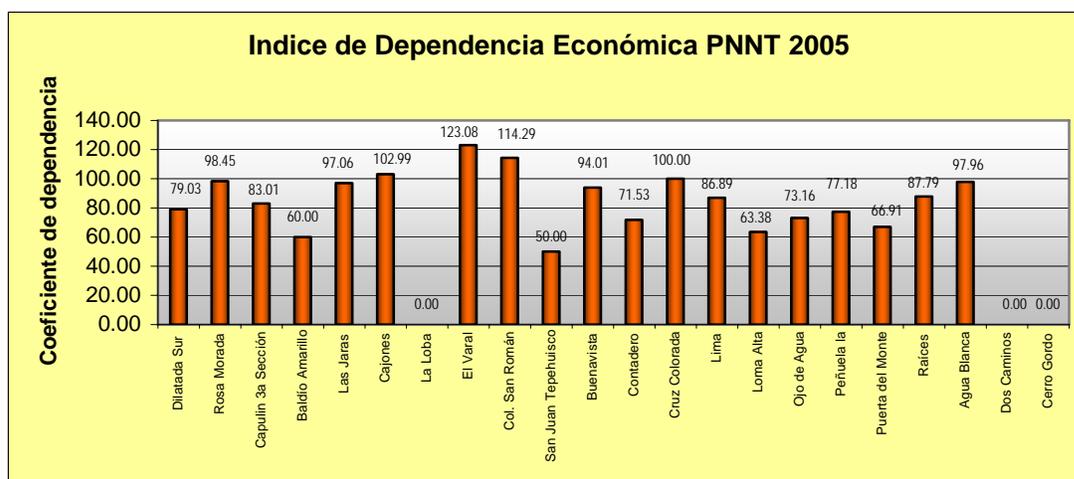
Fuente: Mireles, P. Valdez, M.E. y Pastor, J. (2007).

Coeficiente de dependencia económica por localidad 2005

Localidad	Población de 0 a 14 años	Población de 15 a 59 años	Población de 60 años y más	Coeficiente de Dependencia
Dilatada Sur	499	763	104	79.03
Rosa Morada	169	193	21	98.45
Capulín 3a Sección	183	259	32	83.01
Baldío Amarillo	4	10	2	60.00
Las Jaras	32	34	1	97.06
Cajones	63	67	6	102.99
La Loba	-	-	-	-
El Varal	13	13	3	123.08
Col. San Román	79	70	1	114.29
San Juan Tepehuisco	3	10	2	50.00
Buenavista	217	267	34	94.01
Contadero	637	1022	94	71.53
Cruz Colorada	12	15	3	100.00
Lima	92	122	14	86.89
Loma Alta	165	314	34	63.38
Ojo de Agua	571	950	124	73.16
Peñuela la	186	298	44	77.18
Puerta del Monte	73	136	18	66.91
Raíces	233	303	33	87.79
Agua Blanca	41	49	7	97.96
Dos Caminos	-	-	-	-
Cerro Gordo	-	-	-	-

Fuente: Elaboración con base en INEGI (2005)

Índice de dependencia económica por localidad del PNNT 2005



Fuente: Elaboración con base en INEGI (2005)

Índice y grado de marginación de las localidades del PNNT

Localidad	Población Total	Índice de marginación	Grado de Marginación	Porcentaje de población del PNNT
Capulín Tercera sección	461	1.03698	Muy Alto	12.69%
Baldío Amarillo	14	2.73009		
Las Jaras	112	1.51749		
Cajones	109	1.14462		
Col. San Román	177	2.48603		
San Juan Tepehuisco	83	1.82936		
Cruz colorada	34	2.10776		
Agua Blanca	77	1.80553		
Cerro Gordo	16	2.11422		
Dilatada Sur	1452	0.55495		
Rosa Morada	364	0.87053		
El Varal	55	0.55591		
Buenavista	461	0.64237		
Dos Caminos	26	0.51995		
La Loba	13	0.07726	Medio	59.43%
Contadero	1504	-0.41754		
Loma Alta	512	0.21251		
Ojo de Agua	1711	-0.85995		
La Peñuela	577	0.19909		
Puerta del Monte	212	0.00612		
Raíces	544	-0.33009		

Fuente: Porras. L (2004).
