



**GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL
ESTADO DE PUEBLA**



PERIÓDICO OFICIAL

LAS LEYES, DECRETOS Y DEMÁS DISPOSICIONES DE CARÁCTER OFICIAL SON OBLIGATORIAS POR EL SOLO HECHO DE SER PUBLICADAS EN ESTE PERIÓDICO

Autorizado como correspondencia de segunda clase por la Dirección de Correos con fecha 22 de noviembre de 1930

TOMO CCCLVII	H. PUEBLA DE Z., VIERNES 28 DE ENERO DE 2005	NÚMERO 12 CUARTA SECCIÓN
--------------	--	--------------------------------

Sumario

**GOBIERNO FEDERAL
GOBIERNO DEL ESTADO**

PROGRAMA de Ordenamiento Ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatepetl y su zona de influencia del Estado de Puebla.

GOBIERNO FEDERAL GOBIERNO DEL ESTADO

PROGRAMA de Ordenamiento Ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatepetl y su zona de influencia del Estado de Puebla.

Al margen un sello con el Escudo Nacional y una leyenda que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Gobierno del Estado de Puebla.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Secretaría de Desarrollo Urbano, Ecología y Obras Públicas

Gobierno del estado de Puebla

Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

CONTENIDO

Presentación

Introducción

Marco administrativo y jurídico

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Cuerpo legislativo del Estado y de Puebla

Aspectos institucionales

Parque Nacional Izta-Popo-Zoquiapan y anexas. Contexto legal y administrativo

Decreto de Parque Nacional a las haciendas de Zoquiapan, Río Frio e Ixtlahuacan

Decreto del Parque Nacional a las montañas Iztaccihuatl y Popocatepetl

El marco jurídico-administrativo en la actualidad

Dimensión natural

Localización

Clima

Lluvia anual

Temperatura media anual

Tipo de clima

Estaciones representativas de tipos de clima

Geología

Geología estructural

Geología ambiental

Geomorfología

Morfogénesis

Suelos

Tipos de suelos

Descripción de los tipos básicos de suelos

Hidrología

Índice de calidad de agua

Calidad de las aguas superficiales

Calidad de las aguas subterráneas

Balance hidrológico

Aguas superficiales

Aguas subterráneas

Vegetación. Categorías

B_Co: Bosque conservado

B-Pb: Bosque con perturbación baja

B_Pm: Bosque con perturbación media

B-Pf: Bosque con perturbación fuerte

B_Ps: bosque con perturbación severa

BC: Bosque cultivado

Vsa: Vegetación secundaria arbustiva

Pz: Pastizales

TA: Agricultura anual de temporal

TP: Agricultura permanente del temporal

RA: Agricultura anual de riego

RP: Agricultura permanente de riego

Dv: Desprovisto de vegetación

E: Erosión

ZU: Zonas Urbanas

Fauna

La vegetación y el gradiente altitudinal

Discusión

Parque Nacional Izta-Popo-Zoquiapan

Descripción geográfica

Características físicas

Fisiografía

Suelos

Hidrografía

Ecosistemas y biodiversidad

Vegetación

Estatus legal de las especies relevantes

Fauna silvestre

Dimensión económica

Estructura de la población económicamente activa

Distribución del ingreso

Unidades de producción rural

Riego

Superficie cultivada

Principales cultivos y valor de la producción agrícola

Ganadería

Silvicultura

Otras actividades en la UPR

Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario

Dimensión sociopolítica

Demografía

Bienestar social

Migración

Marginación

Tenencia de la tierra

Cambio del uso del suelo

Análisis de erosión

Territorio y cultura

Dimensión de riesgo eruptivo**Amenaza volcánica***Volcán Iztaccíhuatl**Actividad eruptiva del volcán Iztaccíhuatl**Volcán Popocatepetl**Evidencias eruptivas históricas del volcán Popocatepetl**Actividad eruptiva reciente**Reactivación eruptiva actual***Peligros volcánicos****Impactos de las erupciones históricas***Impactos globales**Impactos locales**Impactos en las culturas mesoamericanas**Impacto de la actividad actual***Condición actual del volcán Popocatepetl***Monitoreo de la actividad volcánica**Clasificación según el VEI***Análisis***Modelo eruptivo actual***El riesgo****Diagnóstico integrado****Calidad ecológica de los recursos****Condiciones socioeconómicas***Territorio e identidad***Deterioro y calidad ecológica***Índices ambientales**Fragilidad**Calidad ambiental**Resultados**Sobre el uso urbano***Aptitud del suelo***Criterios para definir la aptitud**Resultados***Cálculo de vulnerabilidad****Modelo conceptual de la problemática ambiental en el área
sujeta al Ordenamiento Ecológico****Prospectiva****Escenario tendencial***Definición**Escenario tendencial ambiental**Tendencias de cambios de vegetación y uso de suelo por
regiones*

Escenario tendencial socioeconómico

Crecimiento y concentración de la población

Nivel de ingreso

Actividades económicas

Escenario contextual

Exponiendo el escenario de contexto

Matriz de escenario de contexto

Modelos de desarrollo económico, medio ambiente, situación sociopolítica y de riesgo

Los acuerdos internacionales sobre medio ambiente

El modelo económico nacional

Hacia la progresiva urbanización

La articulación de programas para el desarrollo y la gestión del riesgo

La participación social

Ordenamientos

Escenarios contextuales numéricos

Escenario estratégico

Imagen objetivo

Áreas de atención prioritaria

Propuestas para la corrección de las tendencias negativas para los ecosistemas

Criterios para los asentamientos humanos

Modelo

Unidades de gestión ambiental y riesgo eruptivo

Metodología para su configuración

Criterios naturales

Relación entre regiones y criterios ecológicos

Sobre el riesgo volcánico

Criterios sociopolíticos

Definición de las políticas ambientales

Definición de los usos del suelo

Criterios ecológicos para el uso del suelo, la preservación de los recursos naturales y el aprovechamiento sustentable

Asignación de políticas, usos del suelo y criterios ecológicos por unidad de gestión ambiental y riesgo eruptivo

Instrumentación del modelo

Discusión y adopción social del modelo

Resumen de resoluciones de los talleres de validación

Cédulas de las Unidades de Gestión Ambiental y Riesgo Eruptivo

Glosario**Abreviaturas empleadas****Bibliografía****Anexos**

Climas de la región del volcán Popocatepetl

Análisis de agua. Métodos y técnicas empleadas para cada parámetro analizado

Fauna

Flujos de vegetación

Agricultura de temporal (TA) y agricultura permanente (TP) por Ugare a partir de la cota de los 2 mil 700 msnm hacia arriba

Evaluación de los programas de fomento productivo, validación, desarrollo y creación de la infraestructura

Directrices relacionadas con el ordenamiento ecológico del territorio y las Áreas Naturales Protegidas (caso Izta-Popo)

Historia agraria y tenencia de la tierra en la región del volcán Popocatepetl y su zona de influencia

El Popocatepetl y los pueblos volcaneros

PRESENTACIÓN

El presente trabajo corresponde a la etapa final del que originalmente se llamó ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA, y que para fines de su aprobación en el estado de Puebla se denominará:

Programa de ordenamiento ecológico y por riesgo eruptivo del Popocatepetl y su zona de influencia en el estado de Puebla.

CONTEXTO AMBIENTAL. México, con un territorio de 1 millón 972 mil 544 km², es el decimocuarto país más grande del mundo, ocupa el cuarto lugar en diversidad biológica, que se distribuye en grandes y extensos sistemas montañosos de bosques holárticos, llanuras, áreas desérticas, selvas tropicales altas, medianas y bajas, lagunas y planicies costeras y manglares. La abundancia de especies, tanto de su flora como de su fauna, es consecuencia de su historia biogeográfica, que ha dado como resultado una gradación de climas que abarcan al Reino Neártico en el Norte y al Neotropical en el Sur.

El país alberga unas 30 mil especies de plantas, de las cuales más de 21 mil 600 son fanerógamas. Las coníferas dominan grandes extensiones del territorio y pertenecen a unos 15 géneros con más de 150 especies. Se tienen 49 especies de pinos, que representan más de 50 por ciento del total mundial.

En relación con la fauna silvestre, la República Mexicana cuenta con 449 especies de mamíferos, de los cuales 142 son endémicos; hay más de mil especies de aves, 693 especies de reptiles (55 por ciento son endémicos), 285 especies de anfibios (45 por ciento son endémicos) y más dos mil especies de peces. Las especies de insectos se cuentan por miles, de los cuales 25 mil son lepidópteros, lo que indica que en el país hay más de una especie de mariposas por cada especie de planta fanerógama. Sólo de abejas existen 154 géneros y mil 580 especies, lo que da idea de su diversidad.

La región de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl y la Sierra Nevada es de enorme importancia desde el punto de vista de la prestación de servicios ambientales para millones de mexicanos. Tan sólo en el estado de Puebla más de 2.5 millones de personas viven de la extracción de los acuíferos formados en las laderas de los volcanes. Los aportes en bienes vegetales, faunísticos y minerales han sido y son fundamentales para el desarrollo de las urbes próximas. Ahora bien, este territorio padece dos grandes amenazas: la natural, que es el potencial destructivo del Popocatepetl, y la antropogénica, consistente en el deterioro de los ecosistemas ocasionado por la acción del hombre.

En cuanto a la primera, el volcán es uno de los más explosivos del mundo y ha arrojado sus productos a considerable distancia. El periodo eruptivo que cumple 10 años en diciembre de 2004 es de baja intensidad, como otras 20 que han ocurrido en los últimos mil años, pero las zonas proximales del cráter representan un gran peligro, y en menor medida, para quienes habitan un círculo irregular de unos 30 km.

En cuanto a la segunda amenaza, el estudio que sustenta el presente programa de ordenamiento ilustra sin lugar a dudas importantes evidencias de un deterioro acumulado a lo largo de los últimos 500 años —pero particularmente ocurrido en la segunda mitad del siglo XX— que ha reducido significativamente la superficie boscosa y alterado las composiciones boscosas supervivientes, con el consecuente daño en otros procesos vitales como los que corresponden a la vegetación, la fauna, la recarga de acuíferos, la erosión, la desaparición y alteración de los hábitat, la reducción en la captación de carbono y producción de oxígeno.

La región ha transferido incuantificables recursos a las urbes más dinámicas de su entorno y sus grupos dominantes, pero no ha beneficiado así a los lugareños volcaneros.

APORTE METODOLÓGICO. El presente programa de ordenamiento es de carácter regional al incluir tres estados de la República; la información de cambio de uso de suelo y vegetación fue hecha en una escala 1:50,000 mediante un estudio especial elaborado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática para la institución consultora e incorpora la metodología de análisis de desastre, en este caso por peligro eruptivo, en condiciones de equivalencia con la amenaza producida por el deterioro del medio ambiente.

Ambos procesos de análisis se complementan para dar por resultado un diagnóstico integrado, apoyado en el enfoque metodológico de sistemas complejos, que ofrece los elementos necesarios para la modelación y la programación del ordenamiento.

Metodológicamente incorporamos el trabajo en las comunidades, mediante un sistema de evaluación rural participativa a la elaboración misma de la caracterización diagnóstica—incluyendo verificación y agregación de datos en campo— al modelo de ordenamiento. Ello dio al proceso de validación otro sentido, puesto que las alternativas de solución dadas a los problemas en estos talleres fueron convertidas en las estrategias, los tipos de uso de suelo, y los criterios o lineamientos asignados en cada una de las Unidades de Gestión Ambiental y Riesgo Eruptivo.

VINCULACIÓN DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO CON LA PLANEACIÓN EN EL ESTADO DE PUEBLA. El Plan Estatal de Desarrollo Urbano Social Sustentable, como parte del Plan Estatal de Desarrollo, retoma a la sustentabilidad como un principio rector de planeación. Entre sus objetivos generales está ordenar y reorientar el desarrollo urbano y el territorio poblano de acuerdo con el criterio de sustentabilidad integral, promoviendo políticas de aliento, impulso, consolidación y control.

El Plan Nacional de Desarrollo 2000-2006 considera entre sus objetivos específicos lograr un desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza y fortalecer una cultura de cuidado del medio ambiente considerando los efectos "no deseados" de las políticas, construir una "cultura ciudadana" y "estimular la conciencia de la relación entre el bienestar y el desarrollo en equilibrio con la naturaleza. El PND asume que compete al Estado crear condiciones para el desarrollo sustentable.

El objetivo del Ordenamiento Ecológico según la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente "es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas bajo una perspectiva que compatibilice el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales, y reduzca la vulnerabilidad ante una contingencia volcánica".

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo 2000-2006, el gobierno federal tiene como objetivo la planeación y regulación del Ordenamiento Ecológico de toda la nación mediante la aplicación de un Ordenamiento General de todo el territorio del país o de diversos de forma regional. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su Artículo 20, señala que los ordenamientos Ecológicos Regionales tienen por finalidad regular las actividades y asentamientos en una zona, y cuando ésta se encuentra localizada entre dos o más entidades federativas, será competencia de la Federación la implementación de dichos ordenamientos.

En el año 2001, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través del Programa de Desarrollo Institucional Ambiental (PDIA), impulsó la elaboración del proyecto denominado "Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia", con la participación de los Gobiernos de los Estados de México, Morelos y Puebla. Conscientes de los riesgos tanto naturales como antropogénicos que presenta la Región del Volcán Popocatepetl, resolvieron que el ordenamiento fuera realizado en dos fases; a).- La primera para la elaboración de la caracterización y diagnóstico integrado de la Región Popocatepetl y su Zona de Influencia, permitiendo identificar claramente los factores bióticos y abióticos que representan el área de estudio así como sus factores socioeconómicos y de riesgo, definiendo las interacciones de las dimensiones ambiental, sociopolítica y económica en el contexto de integración regional, b).- La segunda fase para elaborar el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial que permita regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas bajo una perspectiva que compatibilice el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales y reduzca su vulnerabilidad ante una contingencia volcánica.

Para la elaboración de la primera fase se constituyó el "Comité Técnico de Seguimiento y Evaluación del Proyecto Regional denominado Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia" que, como primer trabajo, analizó las propuestas presentadas por diferentes instituciones académicas para la elaboración de este programa, determinando que la propuesta realizada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) a través del Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales (Cupreder), cumplía técnica y económicamente con los requisitos solicitados por lo que se seleccionó a esta institución académica para la realización del programa regional. De esta manera, con fecha 24 de agosto de 2001, se firmó el Convenio entre la Secretaría de desarrollo Urbano, Ecología y Obras Públicas (Sedurbecop) y la BUAP para la realización, en 18 municipios del estado de Puebla, de este Ordenamiento Ecológico en su primera fase, la cual se entregó satisfactoriamente el día 14 de febrero de 2002. Para proseguir con los estudios necesarios, el 18 de octubre de 2002, ambas instituciones firmaron un segundo Convenio para la realización de la fase dos del "Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia" cuyos resultados se presentan en este documento.

MARCO ADMINISTRATIVO Y JURÍDICO

El Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) 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 el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento" (LGEEPA, 2003).

Para la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del estado de Puebla, el Ordenamiento Ecológico "es el instrumento de política ambiental que establece el proceso de planeación dirigido a programar el óptimo manejo de los recursos naturales en el territorio estatal, para regular e inducir el uso de suelo con base en su vocación natural y las

actividades productivas a través de la aplicación de políticas y criterios para proteger, preservar, conservar, restaurar y aprovechar sustentable-mente los recursos naturales" (artículo 4, fracción XXXVIII).

El programa de OET forma parte del sistema Nacional de Planeación Democrática y tiene por objeto:

1) La regionalización ecológica del territorio a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas en que en ellas se desarrollen y, de las ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes.

2) Los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como la localización de las actividades productivas y de los asentamientos humanos (Ibid.)

El trabajo para el "Ordenamiento ecológico del volcán Popocatepetl y su zona de influencia" incluye una dimensión de análisis que no se ha formalizado en las anteriores definiciones. Se trata del ordenamiento del territorio con fines de prevención frente a una contingencia desastrosa de tipo volcánico, generada en este caso por la actividad eruptiva del Popocatepetl. No es un ordenamiento aparte, ni desligado de las medidas recomendadas de tipo ecológico; por el contrario, se trata de un modelo combinado, armónico, que atiende tanto la amenaza por alteración del ámbito ecosistémico como la que se da sobre el entorno social y natural como resultado de la amenaza del emblemático volcán. Ello nos lleva a proponer que el nombre definitivo del presente instrumento de planeación sea: ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y DE RIESGO ERUPTIVO DEL TERRITORIO DEL VOLCAN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA.

El Programa de Ordenamiento Ecológico es propiamente el instrumento mediante el cual se instrumentarán las políticas y los procedimientos de regulación del territorio con base en los objetivos establecidos por la sociedad. Resume e integra los análisis de la caracterización y el diagnóstico de los subsistemas natural, sociopolítico, económico y de riesgo volcánico, así como del diagnóstico integrado, elaborados todos en la primera parte del este trabajo. El modelo establece también una prospectiva de la situación, con base en la información analizada y proyectándola a 25 años en tres escenarios: tendencial, contextual y estratégico. Este último constituye la imagen objetivo, base inmediata para construir la propuesta de Ordenamiento Ecológico y de Riesgo Volcánico del Territorio.

Como herramienta de soporte y administración del Ordenamiento Ecológico se ha integrado un sistema de información geográfica que conjunta la base de datos y cartografía digital del modelo de usos del suelo de las unidades de gestión ambiental (que llamamos UGARE), así mismo, se incluye la ficha de cada una de ellas conteniendo los elementos necesarios para la gestión y actualización de la propuesta técnica.

El Convenio de Coordinación que suscribieron, por una parte, el Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y por la otra parte, los Gobiernos de los Estados de México, Morelos y Puebla, el ocho de julio de 2004, incide de manera importante en el Ordenamiento al reconocer las partes, de manera explícita, "la necesidad de revertir las tendencias de degradación ambiental en la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia (...) a efecto de conjuntar acciones y esfuerzos tendientes a la planificación del territorio en función del patrimonio natural y los riesgos volcánicos, de los medios de transformación de los recursos naturales y de los costos y beneficios que estos aportan a la sociedad en su conjunto.

El soporte jurídico de este Programa de ordenamiento ecológico está en los siguientes cuerpos legislativos:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículos ambientales 4, 25, 27, 73, 115.

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Artículo 32 Bis.

Reformas a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

Decreto por el que reforma la Ley orgánica de la Administración Pública Federal

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Reformas a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

DECRETO por el que se adiciona una fracción XXXVI al artículo 3o., la fracción XX al artículo 15 y se reforma el artículo 39 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

DECRETO por el que se reforma la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (DOF 31-XII-2001.)

Ley General de Vida Silvestre

DECRETO por el que se reforman diversas disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre. (10-I-2002)

Delitos Ambientales

Ley Forestal (D.O.F. 22-XII-1992)

Decreto por el que se expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25-II-2003) entrará en vigor a los 90 días de su publicación.

DECRETO por el que se reforma el artículo 7 de la Ley Forestal. (31-XI- 2001.)

Ley de Pesca (D.O.F. 25-VI-1992)

Ley de Aguas Nacionales

Ley Federal del Mar (D.O.F. 08-I-1986)

Ley Minera (D.O.F. 26-VI-1992)

Ley Federal sobre Metrología y Normalización (D.O.F. 01-VII-1992)

Ley de Planeación (D.O.F. 05-I-1983)

Ley de Federal de Derechos en Materia de Agua

Ley General de Bienes Nacionales D.O.F. 08-I-1982

Decreto por el que se reforma el artículo 50 y se adiciona el artículo 50 Bis, de la Ley Gral. de Bienes Nacionales. Publicado por la Sria. de Gobernación el día 31 de diciembre de 2001.

Ley Federal de Sanidad Vegetal (D.O.F. 05-I-1994).

Ley Federal de Sanidad Animal

Ley Federal de Procedimiento Administrativo D.O.F. 04-VIII-1994

Ley de Información Estadística y Geográfica (D.O.F. 30-XII-1980 y sus reformas).

Ley de Expropiación (D.O.F. 25-XI-1936 y sus reformas). (zip)

Ley General de Asentamientos Humanos (D.O.F. 21-VII-1993).

Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Ley Agraria

Ley Federal de Turismo

Ley Federal de Variedades Vegetales.

REGLAMENTOS DE LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE

En Materia de Impacto Ambiental D.O.F. 30-V-2000

En Materia de Residuos Peligrosos D.O.F. 25-XI-1988

En Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera D.O.F. 25-XI-1988

Reglamento en materia de Auditoría Ambiental D.O.F. 29-XI-2000

Reglamento de Áreas Naturales Protegidas (D.O.F. 30-XI-2000).

Para la Prevención y Control de la Contaminación Generada por los Vehículos Automotores que Circulan por el Distrito Federal y los Municipios de la Zona Conurbada

Para prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias D.O.F. 23-I-1979

Para la Protección del Ambiente Originada por la Contaminación Originada por Ruido D.O.F. 06-XII-1982(; fe de erratas 08-XII-1982).

Para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos

Reglamento de la Ley Minera

Reglamento de la Ley de Pesca D.O.F. 29-IX-1999

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales D.O.F. 12-I-1994

Decreto por el que se Reforma el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Reglamento de la Ley Forestal D.O.F. 25-IX-1998

Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar (D.O.F. 21-VIII-1991).

Reglamento del Registro Público de la Propiedad Federal (D.O.F. 04-X-1999).

Reglamento de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización (D.O.F. 14-I-1999)

Reglamento de la Ley de Información Estadística y Geográfica (D.O.F. 03-XI-1982).

Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (D.O.F. 21-I-2003).

Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural (D.O.F. 04-I-1996).

Reglamento de la Ley Federal de Turismo

Reglamento para la ley de prestación del servicio turístico de buceo

Reglamento de la Ley Federal de Variedades Vegetales

Reglamento de Parques Nacionales e Internacionales

CUERPO LEGISLATIVO DEL ESTADO DE PUEBLA

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla. Artículos 1, 79 fracción II y XVI, 81, 83 párrafo primero, 107 y 108.

Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Puebla. Artículos 15 fracción VII, 29 fracción I y 35 Fracciones I, XIV, XV, XVI, XX, XXI, XXII y XXIII.

Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla. Artículos 1, 2, 7, 8 y 9.

Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla. Artículos 5 fracciones I, II y V, 12 y 19.

Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Urbano, Ecología y Obras Públicas del Estado de Puebla. Artículo 8 fracción XXVI.

ASPECTOS INSTITUCIONALES

El Ordenamiento Ecológico del Territorio es un instrumento de la política ambiental mexicana para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente, que se complementa con los estudios de evaluación del impacto ambiental, y tiene como objetivo prevenir o minimizar el impacto negativo de proyectos y actividades públicas o privadas.

El programa busca posicionar a los programas de manejo como documentos rectores del desarrollo y conservación a nivel local, regional, estatal y federal, pero no proporciona las herramientas técnicas; los recursos humanos y las capacidades financieras para lograrlo, por lo que aún existe reticencia en el gobierno federal de trasladar la administración y gestión de las Áreas Naturales Protegidas ya no al ámbito municipal, sino tan sólo al estatal, propiciando con ello el traslape de competencias en los ámbitos de gobierno federal, estatal y municipal y el burocratismo de los servidores públicos ambientales.

A pesar de los esfuerzos sectoriales por presentar una política ambiental integral, los programas sectoriales evidencian la parcialidad en sus contenidos y la incapacidad en la coordinación, concertación y respeto a la concurrencia de los diferentes niveles de gobierno, de tal modo que tanto la Federación como los estados y municipios pretenden en algunos casos crear sus propios programas de ordenamiento ecológico del territorio (OET) en el ámbito de su competencia específica o desde una visión sectorial aislada (ordenamiento de protección civil, ordenamiento ecológico, etc.). Sin duda, el trabajo intersectorial no podrá avanzar en tanto no sea establecida claramente la delimitación de las competencias y creadas las bases legales que le den legitimidad y operatividad a las actividades programadas.

Desde que el gobierno federal decidió iniciar el proceso formal de planeación nacional del desarrollo en 1980, cuando en el plan correspondiente se hizo una escueta mención al mejoramiento y preservación del medio ambiente (SPP, 1980), se ha intentado crear una base normativa y técnica para fortalecer la rectoría del Estado; tal y como se estableció en las reformas constitucionales de 1982-1983 a los artículos 25 y 26 de la Constitución; sin embargo, en los primeros años de la misma década de los ochenta inició un proceso de reestructuración económica y político-administrativa en México definida entre otras características por la desregulación, la apertura comercial, la privatización y la reducción de la participación del Estado en los procesos económicos. De esta manera, la Ley de Planeación de 1983 no ha tenido la fuerza para ser un instrumento efectivo para racionalizar los procesos socioeconómicos en el país.

De la misma manera, la Ley General de Protección Civil promulgada en 2000 establece muy poco con relación a las competencias intersectoriales en la materia. Más allá de señalar las responsabilidades de la sociedad civil en cuanto a atender los señalamientos de emergencia, y de plantear una estrategia de divulgación de información limitada, la ley está ajena a la corresponsabilidad en cuanto a la planeación, y ajena también a la relación entre planes de desarrollo y protección civil. En consecuencia, es muy difícil vislumbrar que la prevención de desastres pueda ser desplegada como una política de desarrollo, vinculada con la sustentabilidad y el cuidado a los recursos naturales, en virtud de que está probada la relación entre desastre y deterioro ambiental.

La nueva Ley del Sistema Estatal de Protección Civil de Puebla quedó también limitada. No obstante que los *considerandos* de la ley aprobada incluyeron fragmentariamente diversos fundamentos propuestos por el equipo académico que fue invitado en un inicio a contribuir con la formulación del texto, las aportaciones no quedaron expresadas en su estructura, a saber:

a) Los desastres no son eventos coyunturales externos a la sociedad, son inherentes a ésta, en cuanto a su nivel de desarrollo, calidad de vida, toma de decisiones y capacidad organizativa.

b) Tampoco se trata de eventos aislados de otros procesos más generales de la sociedad y de la naturaleza (económicos, territoriales, sociales, ambientales, geológicos y climáticos).

c) Los desastres en tanto que procesos específicos de las interrelaciones sociedad-naturaleza no son inevitables.

d) La emergencia no es sinónimo de desastre, es una etapa de éste, por lo que las políticas de respuesta deben articularse con aquellas que inciden en las distintas etapas del desastre.

e) La participación de la sociedad debe ser considerada de manera integral, no es reductible a la acción especializada de grupos de auxilio y rescate.

f) La organización institucional de protección civil ha sido diseñada en torno a la emergencia, por lo que su estructura y programas se limitan a acciones de respuesta inmediata y de recuperación de corto plazo.

Concluimos que no existe la suficiente coherencia entre las dependencias de los tres sectores de gobierno. Hay muchos diagnósticos, proyecciones y programas —con su correlación presupuestal— insuficientes o incluso contradictorios con los de otras áreas de los tres niveles de gobierno. Las acciones de organización fuera del ámbito gubernamental son muy diversas y en muchos casos las agrupaciones suelen obedecer a sus propios intereses económicos o visiones parciales y no a un esquema de conjunto; su relación con las instancias gubernamentales es irregular o nula. No existe un organismo que vincule, regule y estimule importantes esfuerzos sociales, existentes y potenciales, en bien del mejoramiento del ecosistema y la mitigación de riesgos.

PARQUE NACIONAL IZTA-POPO-ZOQUIAPAN Y ANEXAS. CONTEXTO LEGAL Y ADMINISTRATIVO

Los primeros antecedentes oficiales sobre la protección de recursos se remontan a 1870, cuando se emitieron las primeras disposiciones sobre cacería y se establecieron en el Código Civil las vedas sobre algunas especies en su época reproductiva; en 1876, durante el gobierno de Sebastián Lerdo de Tejada, se crea lo que puede considerarse el primer Área Natural Protegida en México, al expropiarse la zona boscosa del Desierto de los Leones, para proteger el curso de los manantiales que abastecían de agua a la Ciudad de México (de la Garza, 1992).

La protección forestal cobra importancia en ciertos sectores oficiales, debido a la ininterrumpida y perseverante labor del Ing. Miguel Ángel de Quevedo, quien fue el iniciador del Servicio Forestal Mexicano, realizador de una serie de actividades como presidente de la Junta Central de Bosques, fundador de la Primera Escuela de Enseñanza Forestal, promotor de la expedición de Leyes Forestales tendientes a la conservación de los Recursos Naturales Biológicos, hasta lograr la expedición de una Ley Forestal el 5 de abril de 1926 y su Reglamento, el 8 de septiembre de 1927 (Vargas, 1984), en el cual se establece que:

(Art. 39) "Los terrenos forestales que por su ubicación, configuración, topografía y otras circunstancias constituyan una belleza natural propicia para el recreo popular y fomento del turismo serán declarados, por Decreto del Ejecutivo, Parques Nacionales, previa proposición del Servicio Forestal".

DECRETO DE PARQUE NACIONAL A LAS HACIENDAS DE ZOQUIAPAN, RÍO FRÍO E IXTLAHUACÁN

En este contexto, los extensos bosques de las haciendas de Zoquiapan y Río Frío en el estado de México, así como Ixtlahuacán en el estado de Puebla, con una superficie estimada de 15 mil has

—administradas por la "Caja de préstamos" desde 1929 y que se constituyeron, particularmente, en forma de Reserva Forestal y se sujetaban a un Plan de Aprovechamiento Resinífero—, fueron declarados "Parque Nacional" en diciembre de 1930; de esta manera surgía el Parque, con el convencimiento de que la conservación y la reforestación eran cuestiones de utilidad pública y, aunque con objetivos muy limitados, no obstante sentaba un precedente en el inicio de las acciones de conservación y protección de los recursos naturales:

DECRETO por el cual se declara de utilidad pública la repoblación forestal de varios terrenos, en los estados de México y Puebla.

Debido a la necesidad que existe de atender a la conservación y reforestación de nuestros bosques, se declara "Zona Protectora Forestal" la cuenca hidrográfica del Valle de México; y teniendo en cuenta que la Caja de Préstamos para Obras de Irrigación y Fomento de la Agricultura es una institución cuyo carácter y condiciones económicas deben ser reguladas por la Administración Pública Nacional; y

CONSIDERANDO.- que los montes existentes en las haciendas de Zoquiápan, Río Frio, e Ixtlahuacán, pertenecen a la Caja de Préstamos, están dentro de la Cuenca Hidrológica del Valle de México;

ARTÍCULO ÚNICO: Se declara de utilidad pública la repoblación (vegetación) forestal de los siguientes terrenos, sitios en los estados de Puebla y México:

En virtud de lo anterior, se declaran los terrenos antes deslindados para reforestación, "Parque Nacional", debiendo pasar, con esta denominación, a depender de la Secretaría de Agricultura y Fomento.

Dado en el Palacio del Poder Ejecutivo Federal, en México Distrito Federal, a los cuatro días del mes de diciembre del mil novecientos treinta.- P. Ortiz Rubio.- Rúbrica.- El Secretario...

Ante el avance en el deterioro de los recursos naturales y con el reconocimiento creciente de la importancia y función que las áreas forestales limítrofes con las cuencas de México y Puebla jugaban para las poblaciones asentadas en la región, el 12 de junio de 1933 el Secretario de Agricultura y Fomento emite un documento en el que se establece el siguiente:

ACUERDO por el cual se declara Zona Protectora Forestal, los terrenos que forman parte de la Cuenca del Valle de México.

CONSIDERANDO.- Que los diversos estudios técnicos hechos por el Servicio Forestal sobre las condiciones que guarda la vegetación forestal de la cuenca del Valle de México, demuestran que es urgente e inaplazable la necesidad de poner en práctica las medidas de orden legal y técnico indispensables para evitar una deforestación mayor en las zonas forestales situadas dentro de dicha cuenca.

Que el abastecimiento de agua en la Capital de la República depende de la potencialidad de diversos manantiales situados dentro de la cuenca del Valle de México, cuyo sostenimiento no es sino resultado directo de la acción benéfica de los bosques, siendo, por tanto, indispensable mantener las condiciones actuales y mejorarlas paulatinamente, como una medida de defensa pública;

Que, además de la protección a los manantiales y corrientes de aguas subterráneas, los bosques impiden el deslave del suelo cuyo material de arrastre azolva las obras de almacenamiento de aguas y que, por otra parte, esos mismos bosques tienen el carácter de reguladores de las condiciones del clima, el cual se caracteriza en la Ciudad de México y sus contornos por las temperaturas extremas e impurezas del aire;

Que el gobierno federal sólo desea evitar mayores perjuicios en el futuro a los múltiples intereses creados en la capital de la República, que tengan su origen en la explotación irracional de los bosques situados dentro de la Cuenca del Valle de México, sin que por ello se desconozca el derecho de los habitantes comarcanos para aprovechar los terrenos adecuados al cultivo agrícola o pastizales para el mantenimiento de ganados, esta Secretaría, con fundamento en el artículo 92, inciso (a) del Reglamento de la Ley Forestal de 8 de septiembre de 1927, ha tenido a bien dictar el siguiente ACUERDO:

I.- Se Declaran Zona Protectora Forestal los terrenos situados en las vertientes y planicies que forman parte de la cuenca del Valle de México.

II.- La explotación de bosques situados dentro de la zona protectora antes mencionada, sólo podrá efectuarse de acuerdo con el plan general de trabajos que determine el Servicio Forestal y previo el marcaje oficial, o de conformidad con los permisos otorgados con anterioridad al presente acuerdo, en los que la explotación se realice según planes racionales aprobados por la Dirección Forestal de Caza y Pesca, y siempre que dichas explotaciones no se lleven a cabo en forma perjudicial.

III.- El Servicio Forestal, con la ayuda de las demás dependencias del Ejecutivo y de las sociedades u organizaciones particulares que están en posibilidad de cooperar, formulará desde luego un programa general de reforestación, para ponerlo en práctica en las regiones de la cuenca del Valle de México, donde sea urgente la restauración de la vegetación forestal.

IV.- El presente acuerdo no implica restricción alguna a los trabajos agrícolas y ganaderos, siempre que no afecten terrenos cubiertos de arbolado de origen natural o artificial.

La política forestal y de conservación que pretendía, aun de manera vaga e imprecisa, fijar las bases para el establecimiento de zonas protectoras --las cuales mediante los procedimientos correspondientes fijados y regulados por el Gobierno Federal y los Gobiernos Estatales, serían elevadas a la categoría de Parques Nacionales-- debería encontrar primero la forma de conjugar los intereses que encerraba la riqueza forestal para sus propietarios, las necesidades de las poblaciones que dependían de esas áreas para su sustento, así como la preservación de la riqueza y el equilibrio en el ecosistema. Esa era la tarea monumental para las autoridades y tal era el sentido que los múltiples decretos y acuerdos se empeñaban en mostrar como una necesidad para cambiar la interacción del hombre con la naturaleza.

En 1935, una de las primeras medidas adoptadas para proteger la parte oriental de la Sierra Nevada la constituyó el Decreto Presidencial promulgado con fecha 13 de agosto de ese mismo año, que declaró Zona Protectora Forestal los terrenos comprendidos dentro de las cuencas hidrográficas superiores de los ríos Atoyac de Puebla, Zahuapan y Nexapa. En este decreto se trató de abarcar, especialmente, tanto las vertientes levantinas de la Sierra Nevada como las estribaciones meridionales de la Sierra de Tlaxco, al mismo tiempo que la montaña aislada Malinche o Matlacueyatl. En general, se trataba de una extensa e importante región geográfica, densamente poblada e intensamente industrializada, donde más importaba proteger y conservar los bosques existentes; la elevada y vasta región donde aparecen los brazos formadores del río de las Balsas y que algunos geógrafos incluyen dentro de la llamada "Mesa del Sur"; región que abarca la totalidad del "valle de Puebla" y la mayor parte del territorio tlaxcalteca; desde las altas cimas del Popocatepetl, del Iztaccihuatl, del Tláloc, de la Malinche, hasta la distante serranía cretácica del Tentzo (Sosa, 1950):

DECRETO que declara Zona Protectora Forestal los terrenos comprendidos dentro de las cuencas hidrográficas superiores de los ríos Atoyac de Puebla, Zahuapan y Nexapa.

"LÁZARO CÁRDENAS, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Con fundamento en lo que establece la fracción I del artículo 89 constitucional, los artículos 1º, 18 y 41 de la Ley Forestal vigente, así como el inciso (a) del artículo 92 de su Reglamento, y el Decreto de 29 de diciembre de 1934; y

CONSIDERANDO: Que por los estudios técnicos realizados en los últimos años, se ha demostrado que las cuencas hidrográficas superiores de los ríos Atoyac de Puebla, Zahuapan y Nexapa han sido objeto de explotaciones que han determinado el empobrecimiento, degradación y ruina de los suelos ubicados en las vertientes de dichas cuencas, al mismo tiempo que han causado la perturbación del régimen hidráulico de dichos ríos, convirtiéndolos en torrenciales, con grave daño para las numerosas industrias establecidas en los estados de Puebla y Tlaxcala, y que no solamente han perjudicado a las industrias sino a la agricultura, pues la torrencialidad, cada vez más acentuada, de las corrientes de que se trata, han perjudicado el regadío de los terrenos dedicados a cultivos agrícolas;

CONSIDERANDO: Que las cuencas superiores de los ríos de que se trata constituyen regiones montañosas de gran belleza y utilidad forestal, como son las vertientes orientales de la Sierra Nevada, donde culminan los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, y que la vertiente Sur de la serranía de Tlaxco y la montaña aislada denominada "La Malinche", constituyen asimismo regiones que antes se encontraban cubiertas por extensos y vallosos bosques y actualmente se hallan deforestadas en gran parte, con el grave peligro que esto puede determinar, he tenido a bien expedir el siguiente DECRETO:

Artículo Primero.- Se declara Zona Protectora Forestal a toda la que abarca los terrenos forestales comprendidos dentro de las cuencas hidrográficas superiores de los ríos Atoyac de Puebla, Zahuapan y Nexapa.

Artículo Segundo.- La Zona Protectora Forestal formada por las cuencas hidrográficas superiores de los ríos Atoyac de Puebla, Zahuapan y Nexapa, quedará limitada: al Norte, por toda la parte meridional de la serranía de Tlaxco, desde la línea divisoria de las aguas vertientes, incluyendo los escalonamientos secundarios que se desprenden de dicha serranía y que son tributarios del río Zahuapan y sus afluentes; al Oriente, por la montaña aislada "La Malinche", así como por las demás alturas y terrenos escabrosos que cierran por ese rumbo la cuenca del río Atoyac; al Oeste, terminará esta zona en la línea divisoria de las aguas vertientes de la Sierra Nevada, comprendiendo toda la parte oriental de la misma, así como los escalonamientos secundarios que de ella se desprenden y que afluyen hacia el río Atoyac y sus afluentes; finalmente, al Sur, terminará la zona de que se trata, en la cordillera del Tentzo y sistemas escabrosos anexos.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, a los trece días del mes de agosto de mil novecientos treinta y cinco.- Lázaro Cárdenas.- Rúbrica.- El Jefe del Departamento Forestal y de Caza y Pesca. Miguel A. de Quevedo.- Rúbrica.- El C. Secretario de Gobernación.- Presente"

DECRETO DEL PARQUE NACIONAL A LAS MONTAÑAS IZTACCÍHUATL Y POPOCATÉPETL

Las acciones oficiales revelaban un particular interés en las políticas tendentes a resolver los grandes problemas originados por la sobreexplotación de los recursos forestales y advertían las consecuencias futuras de no lograr preservar la riqueza y diversidad de los recursos naturales; sin embargo, no se realizaban las actividades y funciones propias de la conservación, el manejo y el aprovechamiento regulado de los recursos. En estas condiciones, con la pretensión, quizás, de abordar más particular y concretamente la problemática del deterioro de los recursos naturales, así como para plantear las alternativas de solución, se da a conocer, en 1935, un decreto en el que las montañas denominadas Iztaccíhuatl y Popocatepetl se declaran Parque Nacional:

"LÁZARO CARDENAS, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

CONSIDERANDO que las montañas culminantes del Territorio Nacional, que forman la división de sus principales valles, ocupados por ciudades populosas y que, a la vez constituyen la división de las cuencas hidrográficas y por su propia extensión contribuyen de manera considerable a la alimentación de las aguas de los ríos, manantiales y lagunas de los mismos valles, sosteniendo su régimen hidráulico si están cubiertas de bosques, como deben de estarlo, para evitar la erosión de sus terrenos en declive y para mantener el equilibrio climático de las comarcas vecinas, se hace de todo punto necesario que esas montañas culminantes sean protegidas de manera eficaz en sus bosques, pastos y yerbales que formen una cubierta suficientemente protectora del suelo y de las demás condiciones climáticas y biológicas; conservación forestal que no puede obtenerse de una manera eficaz si prevalecen los intereses privados vinculados en la propiedad comunal o ejidal o de particulares que tienden a la excesiva explotación de los mismos elementos forestales; siendo por todo ello indispensable que dichas montañas culminantes se constituyan con el carácter de Reservas Forestales de la Nación; y en aquellas que, como son las montañas denominadas Iztaccíhuatl y Popocatepetl, que por su portentosa silueta y típicos perfiles, coronadas de nieve perpetua, forman en el panorama nacional majestuosos relieves que señalan a esas montañas como monumentos de excepcional belleza y

grandiosidad, con sus elevadas cumbres cubiertas de nieve, en prodigioso contraste en un territorio inter-tropical, y con una vegetación forestal boscosa y una fauna de animales silvestres especiales que imprimen a las propias montañas un carácter de verdaderos museos vivos de la flora y la fauna comarcanas a esas montañas singulares, llenando así los caracteres de Parques Nacionales, que por acuerdo de las naciones civilizadas se ha convenido en señalar y destinar esa categoría de relieves terrestres y de bosques con la designación especial de Parques Nacionales;

CONSIDERANDO que entre las montañas culminantes del territorio nacional las denominadas Iztacchuatl y Popocatepetl son sin duda, las más portentosas y significativas por sus mismos perfiles y situación inmediata, la una de la otra, en el centro principal más poblado de la República, donde importa a todo trance proteger su suelo contra la degradación, manteniendo o restaurando sus bosques en perfecto estado y sus praderas en bello contraste para la garantía del buen clima regular de las ciudades vecinas, como son la capital de la República y demás poblaciones del Distrito Federal, así como la capital del estado de Puebla y otras de sus ciudades de importancia como Atlixco, Izúcar de Matamoros, Texmelucan, y, asimismo en el estado de Morelos, las ciudades de Cuernavaca, Cuautla y Yauhtepec; para todas las cuales, así como para sus ricos valles y cursos de agua importantes para la agricultura y la industria es necesario asegurar la conservación forestal de las dos montañas mencionadas.

CONSIDERANDO, finalmente, que la misma gran belleza natural de estas montañas y la de su flora y fauna forman un atractivo poderosísimo para el desarrollo del gran turismo, acondicionando, al efecto, buenos caminos de acceso para ascender a ellas, partiendo de cualquiera de las ciudades ya citadas; y, considerando, también, que todo ello vendría a dar mucho valor a los pueblos cercanos circundantes, cuyos campesinos trabajadores encontrarán buen aprovechamiento para sus propias actividades obteniendo a la vez, una gran mejoría en sus propios cultivos agrícolas de las llanuras inmediatas; por todo ellos, el Ejecutivo de mi cargo tiene a bien extender el siguiente DECRETO:

ARTÍCULO PRIMERO.- Se declara Parque Nacional a las montañas denominadas Iztacchuatl y Popocatepetl, comprendiendo a los contrafuertes que las unen, como sitio de belleza natural protectora y museo de la flora y de la fauna comarcanas.

ARTÍCULO SEGUNDO.- El límite inferior de este Parque Nacional será trazado por el Departamento Forestal y de Caza y Pesca siguiendo una curva de nivel de 3,000 metros de altitud sobre el nivel del mar, salvando únicamente las porciones de terrenos agrícolas y poblados que se encuentren dentro de la misma curva, estableciendo la línea límite del Parque Nacional a una distancia de 100 metros, por lo menos, de los correspondientes poblados y cultivos.

Ahora se tenía una delimitación precisa, una institución responsable de la administración y manejo del parque y una institución responsable de las finanzas; también se establecía claramente el compromiso de adquirir mediante la expropiación los terrenos comprendidos dentro de la superficie del Parque; en ese momento se presentaba la oportunidad de fincar las bases para su desarrollo como un área con cierta autonomía e independencia; por esa razón y quizás como consecuencia del intento por profundizar en los objetivos y alcances de un área protegida, así como por la necesidad de establecer los medios que dieran continuidad a las actividades de manejo y lograr su consolidación, en 1937 se concede mayor amplitud y precisión sobre las áreas que por su ubicación geográfica, riqueza natural e importancia ecológica deberían conformar el área protegida, mediante un decreto que declara la pertenencia al Parque Nacional Iztac-Popo, los terrenos de la Hacienda Zoquiapan y Anexas:

CONSIDERANDO que de los estudios efectuados en la delimitación de la superficie que corresponde al Parque Nacional Iztac-Popo, se ha comprobado que los terrenos forestales corresponden a las haciendas de Zoquiapan y Anexas (Zoquiapan, Ixtlahuacán y Río Frio) ubicadas en los estados de México y Puebla, han quedado comprendidos dentro de los límites que corresponden a dicho Parque Nacional, y procede, por lo tanto, que en cumplimiento de lo dispuesto por la fracción V del Artículo 13 de la Ley de Secretarías y Departamentos de Estado de 30 de diciembre de 1935, queden dichos terrenos bajo la administración directa del Departamento Forestal y de Caza y Pesca; he tenido a bien expedir el siguiente DECRETO:

ARTÍCULO PRIMERO.- Con el carácter de Parque Nacional que corresponde a los terrenos de la Hacienda de Zoquiapan y Anexas (Zoquiapan, Ixtlahuacán y Río Frio), ubicada en los estados de México y Puebla, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público pondrá desde luego a disposición del Departamento Forestal y de Caza y Pesca la extensión total de los bosques y terrenos forestales que han estado a cargo del Banco Nacional de Crédito Agrícola, en la zona mencionada.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Al hacerse cargo el Departamento Forestal y de Caza y Pesca de la administración de los bosques y terrenos forestales a que alude el artículo anterior, dictará desde luego las disposiciones necesarias para suspender las explotaciones y atender las necesidades de los pueblos enclavados dentro de los límites de la citada propiedad en la forma y términos que para el caso fijan las disposiciones forestales.

ARTÍCULO TERCERO.- Las dotaciones ejidales solicitadas por los pueblos dentro del Parque Nacional a que contrae el artículo primero de este Decreto, podrán ser otorgadas fuera de los límites del propio Parque Nacional.

Con este decreto se define y precisa la situación de los terrenos pertenecientes a las haciendas de Zoquiapan y Anexas, pero no como el Parque Nacional que vagamente había sido declarado en 1931 o como un nuevo Parque, sino como un área perteneciente al Parque Nacional Ixta-Popo, cuya superficie comprendía 19 mil 418 has y en la que las principales elevaciones son los cerros Tlaloc, Telapón y El Papayo; además, se faculta al Departamento Forestal y de Caza y Pesca para que dicte las disposiciones necesarias a fin de suspender las explotaciones forestales y atender las necesidades de los pueblos enclavados dentro de los límites del Parque. Por otra parte, también se especifica que las dotaciones ejidales solicitadas por los pueblos dentro del Parque Nacional, podrán ser otorgadas fuera de los límites del propio Parque.

En esta época, todo parecía indicar que la consolidación de las áreas protegidas era sólo cuestión de tiempo; sin embargo, como consecuencia quizás de los grandes intereses que se encontraban en juego, o por los cambios que en la política oficial indicaban que la prioridad era el desarrollo industrial del país, en 1948 se publica un decreto que establece a favor de la Fábrica de Papel San Rafael y Anexas, S. A., una Unidad de Explotación Forestal, en varios municipios de los estados de Puebla, México y Morelos:

CONSIDERANDO: PRIMERO.- Que con motivo del estado de guerra que sufrió el país, el Gobierno se vio obligado, a fin de evitar la paralización de actividades de las Fábricas de Papel de San Rafael y Anexas, S. A., a autorizar, en forma provisional, aprovechamientos forestales en la zona boscosa del Iztacchuatl y Popocatepetl, y teniendo en cuenta que los factores que determinaron se diera la autorización, lejos de haber desaparecido con la terminación del conflicto armado, se han acentuado, estabilizándose condiciones precarias, respecto a la posibilidad de importación, tanto de los mercados europeos como de los correspondientes a Estados Unidos del Norte y del Canadá, de celulosas, pastas de madera y aun de papel ya elaborado, para satisfacer el consumo de la industria papelera nacional, o en general, las demandas en el mercado interior respecto del papel;

SEGUNDO.- Que los bosques que forman parte del Parque Nacional "Iztacchuatl y Popocatepetl", así como las inmediaciones colindantes, a pesar de los esfuerzos realizados por el Servicio Oficial Forestal, tienen condiciones de abandono que le son altamente perjudiciales, ya que las explotaciones clandestinas, principalmente las realizadas por los campesinos indigentes en la elaboración de maderas labradas a hacha; los efectos de los frecuentes incendios; el pastoreo no controlado y las plagas y enfermedades de la vegetación forestal, originan anualmente pérdidas de volúmenes maderables superiores a las cantidades de madera que normalmente requieren las Fábricas de Papel de San Rafael y Anexas para su normal abastecimiento, estando indicado, por tanto, mediante el establecimiento de eficientes servicios forestales de protección, atender el suministro de materias primas a la industria de que se trata, de los volúmenes correspondientes a las pérdidas que se eviten, sin disminuir las existencias de los bosques y aun mejorándolas, como resultado de los trabajos culturales que se hagan;

DECRETO:

ARTÍCULO 1º. - Se establece a favor de las Fábricas de Papel San Rafael y Anexas, S. A., en su carácter de industria consumidora de productos forestales, una Unidad Industrial de explotación Forestal, dentro del área, que no teniendo carácter de Parque Nacional, quede comprendida en los municipios de Texcoco, Ixtapaluca, Chalco, Tlamanalco, Ozumba de Alzate, Atlautla y Ecatzingo del Estado de México; Tlahuapan, San Salvador el Verde, Teotitlán, Cholutzingo, Huejotzingo, San Andrés Calpan, San Nicolás de los Ranchos, Tianguismanalco, Atlixco y Tochmilco en el estado de Puebla, y Tetela del Volcán y Ocuilco, del Estado de Morelos.

Esta disposición terminaba por deshacer el tejido legal que durante años pretendió fortalecer y desarrollar el sentido social de las áreas protegidas, pues dejaba en manos de la iniciativa privada la construcción de la infraestructura que las impulsara. Así era, puesto que cuando se emitió el decreto que daba origen al Parque Nacional Izta-Popo, éste consideraba sus límites a partir de la cota de los 3 mil msnm y comprendía alrededor de 52 mil 550 has en el estado de México (municipios de Ecatzingo, Atlautla, Ozumba, Amecameca, Tlamanalco Ixtapaluca y Texcoco); 31 mil 390 has en el estado de Puebla (municipios de Tlahuapan, San Salvador el Verde, San Felipe Teotitlán, Huejotzingo, San Nicolás de los Ranchos, Tochmilco y Atlixco); 5 mil 90 has en el estado de Morelos (municipio de Tetela del Volcán) y 770 has en el estado de Tlaxcala (municipios de Calpulalpan y Nanacamilpa).

De esta manera, cuando se crea la Unidad de Explotación Forestal, se modifican los linderos del Parque Nacional Izta-Popo, los cuales ahora se ubicarán sobre la cota de los 3 mil 600 msnm. Así, no sólo se reduce en gran parte al área inicialmente asignada al Parque, sino que además se marca un viraje en la política planteada anteriormente para el desarrollo de esas áreas. Es posiblemente a partir de esta nueva delimitación cuando se comienza a considerar oficialmente como áreas separadas al Parque Nacional Zoquiapan y Anexas (cuyas principales elevaciones son los cerros Tláloc, Telapón y El Papayo) y al Parque Nacional Izta-Popo (cuyas cumbres son los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl).

EL MARCO JURÍDICO-ADMINISTRATIVO EN LA ACTUALIDAD

A partir de los años cincuenta se desarrollan dos senderos por los que transcurre la actividad respecto al manejo de los recursos naturales; por un lado las políticas oficiales que se caracterizan por la gran tolerancia y elasticidad con la que se interpretan las leyes relacionadas con el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y que, ante situaciones como la de la grave e incontrolada deforestación que han sufrido los bosques han declarado vedas cuya vigencia ha abarcado periodos de tiempo muy largos, como en el caso de la decretada en 1947 durante el gobierno de Miguel Alemán, que comprendía el área forestal de todo el estado de México y que no fue suspendida sino hasta 1970, pero a la que no obstante, paralelamente le encontraron formas para crear organismos o emitir decretos que permitieron a algunas entidades, generalmente de la iniciativa privada, continuar con la explotación de los recursos.

De la misma manera se han creado organismos e instituciones oficiales o paraestatales como la Protectora e Industrializadora del Bosque (PROTIMBOS), hoy PROBOSQUE, cuya finalidad era el aprovechamiento racional de los recursos forestales del estado de México, pero que se hizo a un lado en ciertas regiones a fin de que el aprovechamiento de los bosques corriera a cargo de empresas papeleras como San Rafael y Loreto y Peña Pobre; o entidades como la Protectora de Bosques del estado de México (PROBOSQUE) que en sus objetivos contemplaba establecer las condiciones para la protección, conservación, fomento y vigilancia de los recursos forestales, pero de la que en la práctica poco se conoce de su acción. En la misma situación podemos incluir infinidad de acuerdos y convenios como el establecido en 1987 entre el gobernador del estado de México y el titular de la SEDUE, en el que se comprometían a otorgar recursos, realizar inventarios de los existentes, nominar a un administrador responsable, realizar actividades de recuperación y fomento en las áreas de los parques nacionales y elaborar un Programa Integral de Desarrollo para el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas y para cinco parques nacionales más.

El otro sendero ha sido aquél en el que se realizaron esfuerzos más serios y constantes por parte de investigadores e instituciones dedicadas al estudio de la ecología, la biología y al manejo de los recursos bióticos. Así, las estaciones biológicas son una versión de las Áreas Naturales Protegidas que contribuye a la conservación de los recursos naturales. Las primeras fueron creadas por el Instituto de Biología de la UNAM y posteriormente por el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, las cuales surgieron como respuesta a la necesidad de investigación y protección de los recursos bióticos a largo plazo y a la necesidad de formación de profesionales especializados en diversas ramas de la biología y la ecología. Se puede mencionar también la aparición y organización de diversos grupos ecologistas en el panorama de la conservación del ambiente y de los recursos naturales, como Pronatura y Monarca y algunos que aparecen paralelamente a la creación de la SEDUE, como el Grupo de los Cien.

A partir de la creación de la Sedue, en 1983, se iniciaron los trabajos oficiales para abordar y solucionar la problemática principal de los aspectos ecológicos y ambientales particulares. Como resultado, se generó por primera vez la propuesta para un programa de acciones que buscaba la reorganización de todas las áreas naturales protegidas del país y se introdujo posteriormente un apartado sobre éstas en la Ley de Ecología, que fue creada en enero de 1988 y llamada Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, a partir de la cual se constituye oficialmente el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas que contempla siete categorías de manejo: Reservas de la Biosfera, Reservas especiales de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Parques Marinos Nacionales, Áreas de Protección de Recursos Naturales y Áreas de Protección de Flora y Fauna (Anaya et al., 1992).

Actualmente, el marco jurídico y administrativo que considera las acciones de protección, conservación y manejo de los recursos naturales está integrado por: una normatividad de carácter general acerca de los usos del suelo, así como para la regulación de las actividades productivas, que se encuentra establecida en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en cuyo artículo 27 se establecen los principales usos del suelo que son agrícolas, ganaderos, forestales, urbanos, de transporte, industriales, recreativos y de turismo, considerados desde una doble perspectiva: la protección y la regulación, y en el que se garantiza la libertad de decisión y gestión de los ejidos y sus integrantes, así como la definitividad de los derechos individuales sobre la tierra y la constitución de sociedades.

Las principales leyes reglamentarias de los preceptos constitucionales contenidos en el artículo 27 constitucional son la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de protección y regulación y la Legislación Forestal, las cuales contienen los preceptos en materia de regulación de las actividades silvoagropecuarias.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente contiene una serie de disposiciones generales y normas preliminares que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público y pretenden garantizar el derecho a toda persona 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; la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; la preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas; 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 la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; garantizar la participación responsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Esta ley contiene además los principios para regular los diferentes niveles de responsabilidad en ejecución de sus lineamientos y las actividades de coordinación, así como las políticas para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; los instrumentos

para la aplicación de la política de planeación ambiental, para el ordenamiento ecológico del territorio y la evaluación del impacto ambiental; los objetivos del establecimiento de áreas naturales protegidas y las características de éstas; los medios para garantizar la participación de los habitantes en el establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas, con el objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

La Legislación Forestal contiene un conjunto de disposiciones generales de orden público e interés social, que tienen por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, aprovechamiento, manejo, cultivo y producción de los cultivos forestales del país, a fin de propiciar el desarrollo sustentable mediante la conservación, la protección y la restauración de los recursos forestales y la biodiversidad de sus ecosistemas; la protección de las cuencas y cauces de los ríos y los sistemas de drenaje natural, así como la prevención y control de la erosión de los suelos y procurar su restauración; contribuir al desarrollo socioeconómico de los ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios, comunidades indígenas y demás propietarios o poseedores de dichos recursos, con pleno respeto a la integridad funcional y a las capacidades de carga de los ecosistemas, para que sea posible la capitalización y modernización de la actividad forestal y la generación de empleos en el sector, en beneficio de los ejidos, las comunidades, los pequeños propietarios, comunidades indígenas y demás personas físicas y morales que sean propietarios o legítimos poseedores recursos forestales; promover la participación de las comunidades y pueblos indígenas en el uso, protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales existentes en los territorios que les pertenezcan, considerando su conocimiento tradicional en dichas actividades y así incrementar la participación corresponsable de la sociedad.

DIMENSIÓN NATURAL

LOCALIZACIÓN

La zona sujeta a ordenamiento en un sentido amplio se localiza entre las coordenadas geográficas 18° 59' y 19° 25' 45" de Latitud Norte y 98° 38' 58" y 98° 52' 58" de Longitud Oeste. Comprende parte de los estados de México, Puebla y Morelos. A Puebla corresponden 227 mil 822.07 has y 377 mil 668 habitantes de la zona de estudio en sentido amplio, correspondientes a los siguientes municipios.

Acateopan	3,074
Atlixco	117,111
Atlixcohuacán	11,933
Calpan	13,571
Cohuecan	4,596
Chilautzingo	17,788
Domingo Arenas	5,581
Huachuapilla	28,654
Huejotzingo	50,868
Nealtican	10,644
San Felipe Teotlalcingo	8,632
San Jerónimo Tecuanipan	5,267
San Nicolás de los Ranchos	10,009
San Salvador el Verde	22,649
Santa Isabel Cholula	8,815
Tepemaxalco	1,272
Tiangulmanalco	9,640
Tlahuapan	31,665
Tochimilco	17,171
TOTAL	378,937

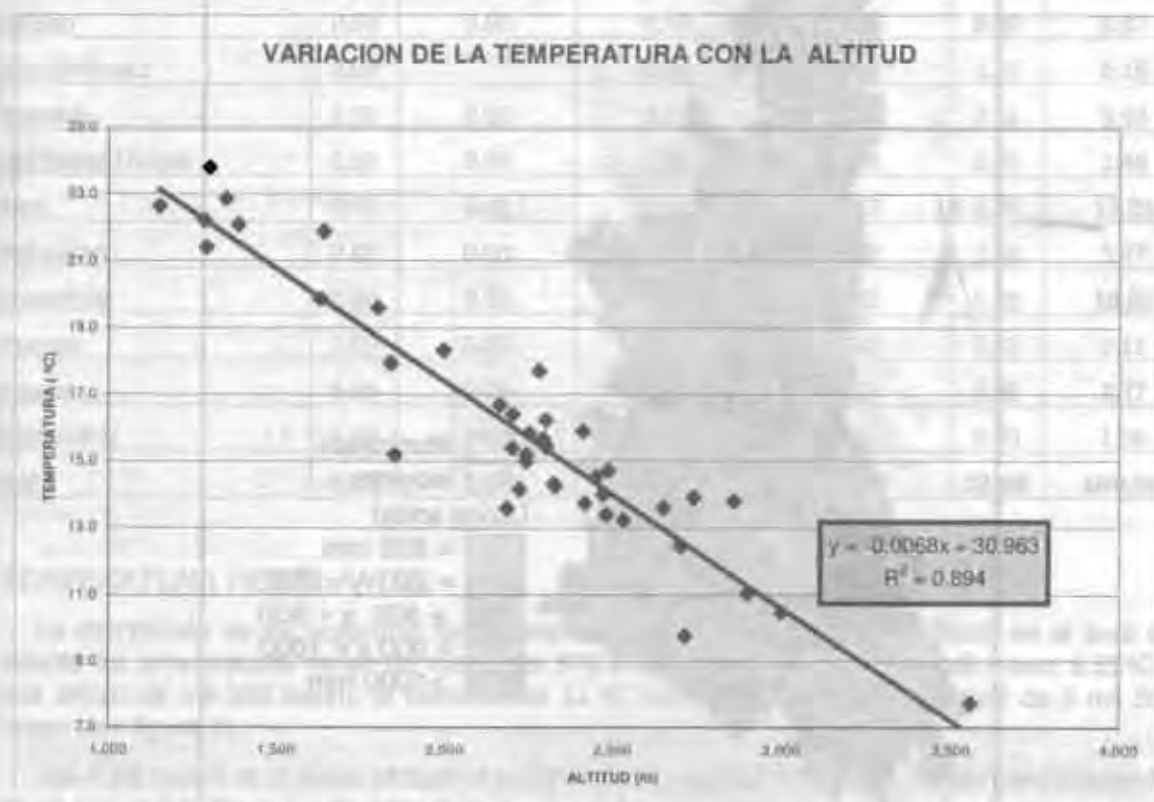
CLIMA

El sistema volcánico compuesto por el Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Telapón y Tláloc está en la mesa central de la República Mexicana entre los 18°45' y 19° 15' latitud Norte con una orientación Norte-Sur. En esta zona de altitud superior a los 1000 msnm, el clima depende de la altitud, de la latitud y de la exposición a los vientos húmedos (E. García, 1970).

Por la latitud en la que se halla la región de estudio, ésta es afectada en la época fría del año por sistemas de tiempo propios de las latitudes medias, como los frentes fríos y la invasión de masas de aire polar continental; en el verano influyen los sistemas meteorológicos propios de la zona tropical como los huracanes y las ondas tropicales.

La distribución de la temperatura en el área de estudio está determinada principalmente por la variación de la altitud; la temperatura disminuye con la altura a razón de 0.68°C por cada 100 m, las temperaturas mayores de 20°C se registran al Sureste y Suroeste del volcán Popocatepetl a altitudes inferiores a los mil 700 msnm. La temperatura más baja --de 7.7°C-- se registró en la estación de Hueyatenco (estado de México) a una altitud de 3 mil 557 msnm.

VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA CON LA ALTITUD



Fuente: Elaboración Cupreder con base en datos de la Comisión Nacional del Agua.

LLUVIA ANUAL

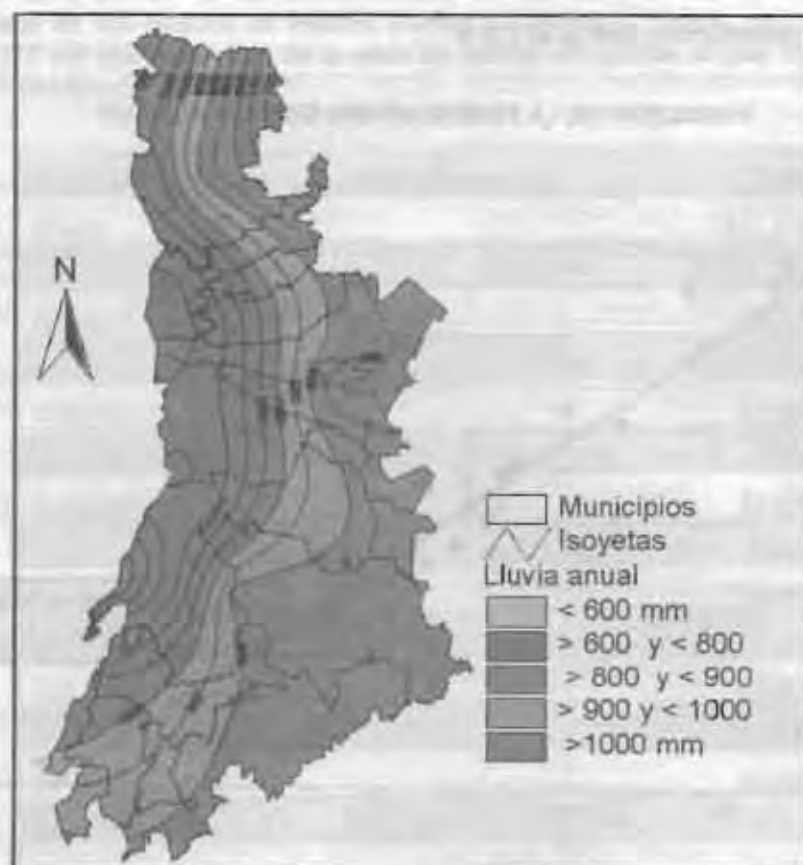
En la distribución de las isoyetas no se observa relación con la altitud. Anualmente se registran entre 800 y mil 300 mm de lluvia en el área del ordenamiento ecológico, la región sur es más favorecida por la lluvia, desde los mil 400 msnm se registran precipitaciones anuales mayores a los 900 mm. En el municipio de Tochimilco, a una altitud de 2 mil 600 msnm a 3 mil msnm se acumulan anualmente hasta mil 300 mm, en la región del centro al oeste del municipio de Atlixco las lluvias mayores a 900 mm son a partir de los 2 mil 200 msnm y en la parte norte, arriba de los 2 mil 700 msnm se rebasan los 900 mm de lluvia anual (ver figura 1).

Con relación al área total del ordenamiento ecológico en el 38.84 por ciento se registra entre 800 y 900 mm anuales de lluvia, el 11.07 por ciento del área total corresponde al municipio de Atlixco, el 8.9 por ciento al municipio de Huaquechula, el 5.3 por ciento al municipio de Huejotzingo, el 3.2 por ciento al municipio de Santa Rita Tlahuapan, y los otros municipios tienen porcentajes menores al 2 por ciento (ver tabla a continuación).

En el 24.78 por ciento del área total del ordenamiento se registran lluvias de entre 900 y 1000 mm anuales, el 3.08 por ciento del área total del ordenamiento es del municipio de Santa Rita

Tlahuapan, el 3.17 del municipio de Tianguismanalco, el 2.23 por ciento de Tochimilco, el 2.29 por ciento de Atzizihuacan, el 2.56 por ciento de Acteopan. El resto de los municipios tienen porcentajes menores al 2 por ciento.

FIGURA 1



En el 33.68 por ciento del área total se acumulan anualmente más de 1000 mm al año, Santa Rita Tlahuapan tiene un 5.63 por ciento con estas características pluviométricas, San Salvador el verde el 3.01 por ciento, San Nicolás de los Ranchos el 6.61 por ciento, Tochimilco el 7.51 por ciento. El resto con porcentajes menores al 2 por ciento.

Los municipios más favorecidos por la lluvia son Santa Rita Tlahuapan, que en aproximadamente la mitad del área se acumulan anualmente más de 900 mm, San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco; la mayor parte de estos dos municipios acumulan más de 1000 mm anuales de lluvia.

TABLA A. PORCENTAJE DEL ÁREA TOTAL CON RELACIÓN A LA LLUVIA ANUAL.

NOMBRE	< 600	> 600 y < 800	> 800 y < 900	> 900 y < 1000	> 1000	Total
Santa Rita Tlahuapan	0.00	2.13	3.21	3.08	5.64	14.06
San Salvador El Verde	0.00	0.55	0.82	0.54	3.01	4.92
San Felipe Teotlalcingo	0.00	0.00	0.16	0.77	0.86	1.79
Chilautzingo	0.00	0.00	0.45	1.37	1.86	3.69

Huejotzingo	0.00	0.00	5.29	1.06	1.62	7.96
San Nicolás de los Ranchos	0.00	0.00	0.03	0.69	6.61	7.34
Domingo Arenas	0.00	0.00	0.53	0.02	0.00	0.55
Calpan	0.00	0.00	1.55	0.64	0.84	3.02
San Jerónimo Tecuanipan	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	1.73
Nealtican	0.00	0.00	0.59	0.29	0.00	0.87
Tlanguismanalco	0.00		1.64	3.18	1.33	6.15
Tochimilco	0.00	0.00	0.19	2.23	7.51	9.93
Santa Isabel Cholula	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00	1.48
Atlixco	0.00	0.00	11.07	1.47	0.79	13.33
Atzizihuacan	0.00	0.00	1.08	2.29	2.09	5.47
Huaguechula	0.00	0.00	8.94	1.92	0.00	10.86
Cohuecan	0.00	0.00	0.04	1.34	0.72	2.11
Acteopan	0.00	0.00	0.00	2.57	0.80	3.37
Tepemaxalco	0.00	0.00	0.05	1.31	0.00	1.36
Total	0.00	2.68	38.85	24.78	33.69	100.00

TEMPERATURA MEDIA ANUAL

La distribución de las isotermas tienen una relación significativa con la altitud, en el área de estudio las temperaturas varían de menos de 5°C a una altitud de más de 4 mil msnm a 22°C a una altitud de mil 500 msnm, la isoterma de 12 °C coincide con la curva de nivel de 2 mil 500 msnm (ver figura 2).

Los 4 mil msnm es el límite altitudinal superior de la vegetación arbórea. La temperatura media anual menor a 12°C es característica térmica donde las asociaciones vegetales dominantes incluyen bosques de oyameles.

En el 27.4 por ciento del área de estudio se registran temperaturas de entre 5°C y 12°C, el 7.2 por ciento corresponde al municipio de Santa Rita Tlahuapan, el 6.6 por ciento a San Nicolás de los Ranchos, el 3.5 por ciento al municipio de Tochimilco.

En el 24.6 por ciento del área total del ordenamiento se registran de 12 a 15 °C de temperatura media anual, 6.9 por ciento de Santa Rita Tlahuapan, 2.0 por ciento de Huejotzingo, 3.4 por ciento de Tlanguismanalco, el 2.7 de Tochimilco los demás municipios tienen porcentajes menores a 2 por ciento.

En el 18.4 por ciento del área las temperaturas están entre los 15 y 18 °C, el 4.8 por ciento corresponde al municipio de Atlixco, 3.0 por ciento al municipio de Tochimilco, 4.1 por ciento a Huejotzingo, etcétera.

FIGURA 2

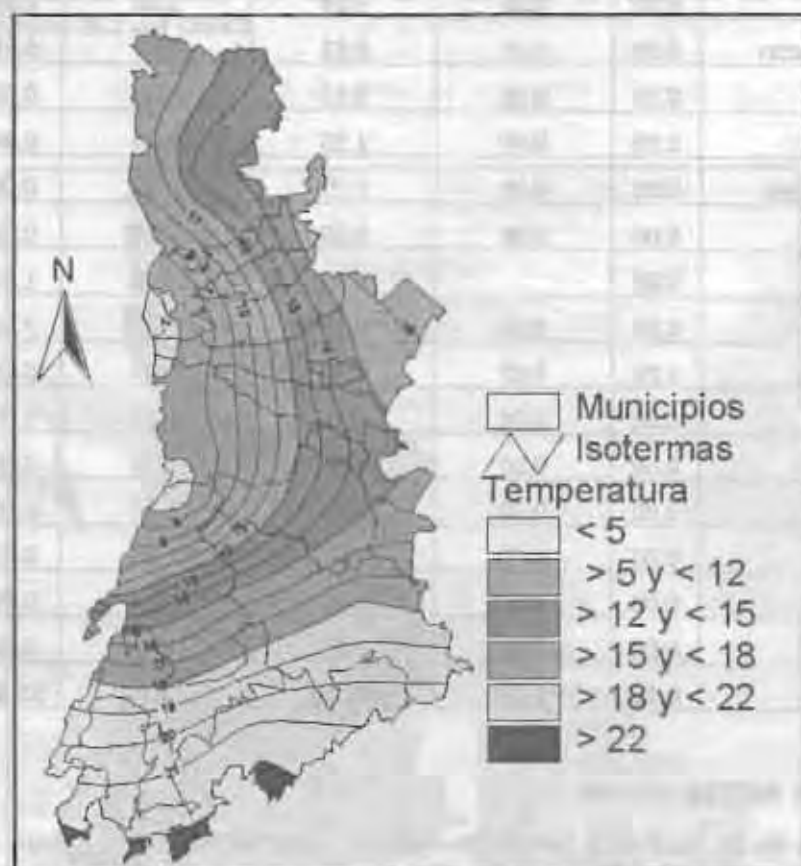


TABLA B. PORCENTAJE DEL ÁREA SEGÚN RANGO DE TEMPERATURA

NOMBRE	< 5	> 5 y < 12	> 12 y < 15	> 15 y < 18	> 18 y < 22	> 22	Total
Santa Rita Tlahuapan	0.0	7.2	6.9	0.0	0.0	0.0	14.1
San Salvador El Verde	0.8	2.3	1.1	0.8	0.0	0.0	4.9
San Felipe Teotlalcingo	0.0	0.9	0.8	0.1	0.0	0.0	1.8
Chiautzingo	0.0	1.9	1.5	0.2	0.0	0.0	3.7
Huejotzingo	0.2	1.7	2.0	4.1	0.0	0.0	8.0
San Nicolás de los Rancho	0.5	6.6	0.2	0.0	0.0	0.0	7.3
Domingo Arenas	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.6
Calpan	0.0	1.2	1.9	0.0	0.0	0.0	3.0
San Jerónimo Tecuanipan	0.0	0.0	1.0	0.7	0.0	0.0	1.7
Nealtican	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9
Tlanguismanalco	0.0	1.5	3.4	1.2	0.0	0.0	6.2
Tochimilco	0.4	3.5	2.7	3.0	0.4	0.0	9.9
Santa Isabel Cholula	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1.5
Atlixco	0.0	0.7	1.6	4.8	6.2	0.0	13.3
Atlixihuacan	0.0	0.0	0.0	2.0	3.5	0.0	5.5

Huaquechula	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	1.2	10.9
Cohuecan	0.0	0.0	0.0	0.1	1.9	0.1	2.1
Acteopan	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	3.4
Tepemaxalco	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4
Total	1.9	27.4	24.6	18.4	26.4	1.3	100.0

En el 26.4 por ciento del área de ordenamiento la temperatura media anual esta entre los 18 y 22°C, características térmicas que se presentan en los municipios del sur; Atlixco tiene el 6.2 por ciento del área total del ordenamiento, Huaquechula el 9.7 por ciento, Atzizihuacan el 3.5 por ciento, Acteopan el 3.4 por ciento.

En el 1.3 por ciento la temperatura rebasa los 22°C, corresponde a pequeñas áreas de los municipios de Huaquechula y Cohuecan.

TIPO DE CLIMA

El 22.6 por ciento del área tiene un clima $C(w2)(w)(b')$ ig Semifrio Subhúmedo, tipo de clima con temperatura media anual entre 5°C y 12°C, el 7.2 por ciento corresponde al municipio de Santa Rita Tlahuapan, el 4.1 por ciento al municipio de San Nicolás de los Ranchos, en menores porcentajes otros municipios.

El 26.8% tiene un clima $C(w'2)(w)$ big Templado Subhúmedo, el municipio de Santa Rita Tlahuapan tiene el 6.1 por ciento del área con este clima, el municipio de Tianguismanalco tiene el 4.4 por ciento, Tochimilco el 4.9 por ciento.

Estos dos climas abarcan el 49.4 por ciento del área del ordenamiento ecológico, en menores porcentajes el clima $C(w2)(w)(b')$ g Templado Subhúmedo con oscilación térmica entre 5 y 7°C tiene el 7.7 por ciento del área de estudio, el municipio que tiene un mayor porcentaje de área con este clima es Huejotzingo con el 2.4 por ciento.

El clima $(A)C(w'1)(w)$ big con el 5.9 por ciento del área de estudio, repartido principalmente en los municipios de Atlixco con 2.6 por ciento y Atzizihuacan con el 2.2 por ciento.

Los climas A(C) y Aw - Semicálidos y Cálidos se presentan en los municipios del sur del área de estudio como Huaquechula, Cohuecan, Acteopan (ver figura 3).

TABLA C. PORCENTAJE DEL ÁREA SEGÚN EL TIPO DE CLIMA. LOS NÚMEROS DE LA PARTE SUPERIOR CORRESPONDEN AL TIPO DE CLIMA SEGÚN LA TABLA D

POBLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Total
Santa Rita Tlahuapán	0.0	0.0	7.2	6.1	0.1	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1
San Salvador El Verde	0.8	1.2	1.1	1.4	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9
San Felipe Teotitlán	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
Chiatzingo	0.0	0.1	1.8	1.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
Huejotzingo	0.2	0.4	1.3	1.0	2.4	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
San Nicolás de los Ranchos	0.5	2.5	4.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
Domingo Arenas	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
Calpan	0.0	0.0	1.2	0.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
San Jerónimo Tecunipan	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
Nealtlán	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
Tangüenánaco	0.0	0.0	1.5	4.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2
Tochimilco	0.4	0.6	2.9	4.9	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
Santa Isabel Cholula	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
Atlixco	0.0	0.0	0.7	3.0	0.0	0.7	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.7	0.0	2.6	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3
Aztatlán	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.6	2.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
Huauclilla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.7	0.5	1.2	0.0	0.5	4.1	2.2	0.0	0.0	0.1	0.3	0.9	10.9
Cohuecan	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.1
Acatepec	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.8	0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
Tepicavaco	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
Total	1.9	4.8	22.6	26.8	7.7	4.1	4.3	0.0	0.1	0.5	1.1	1.8	2.2	5.9	0.9	1.2	1.8	1.7	1.2	4.1	3.7	0.0	0.0	0.2	0.3	1.1	100.0

FIGURA 3

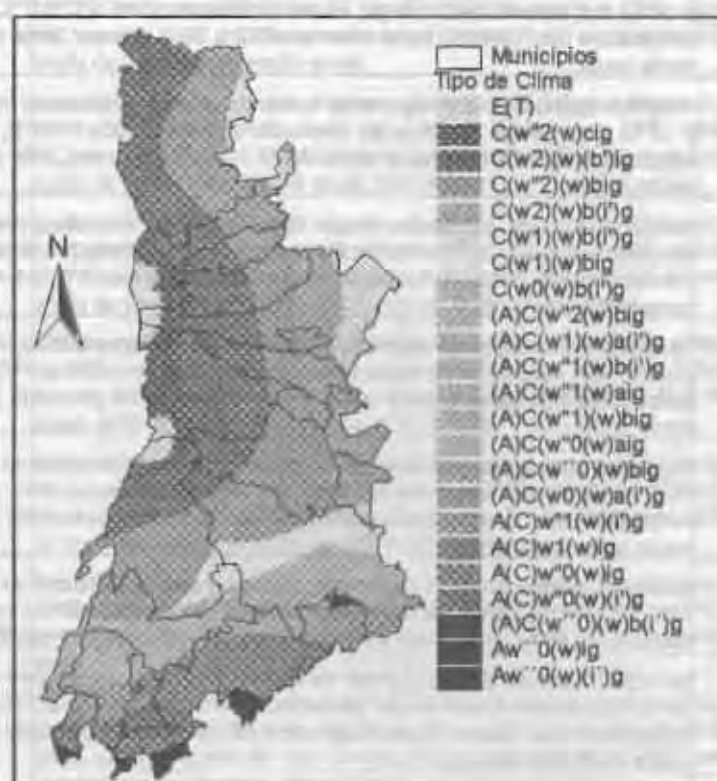


TABLA D TIPO DE CLIMA

No	Tipo de Clima	Descripción
1	E(T)	Frío subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre -2 °C y 5°C, temperatura media del mes más caliente entre 0°C y 6.5°C.
2	C(w''2)(w)cig	Semifrío subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 5°C y 12°C con menos de cuatro meses con temperatura media mayor a 10°C, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual con más de 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
3	C(w2)(w)(b')ig	Semifrío subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 5°C y 12°C con más de cuatro meses con temperatura media mayor a 10°C, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual con más de 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual.
4	C(w''2)(w)big	Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual con más de 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
5	C(w2)(w)(b'l')g	Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual con más de 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual.

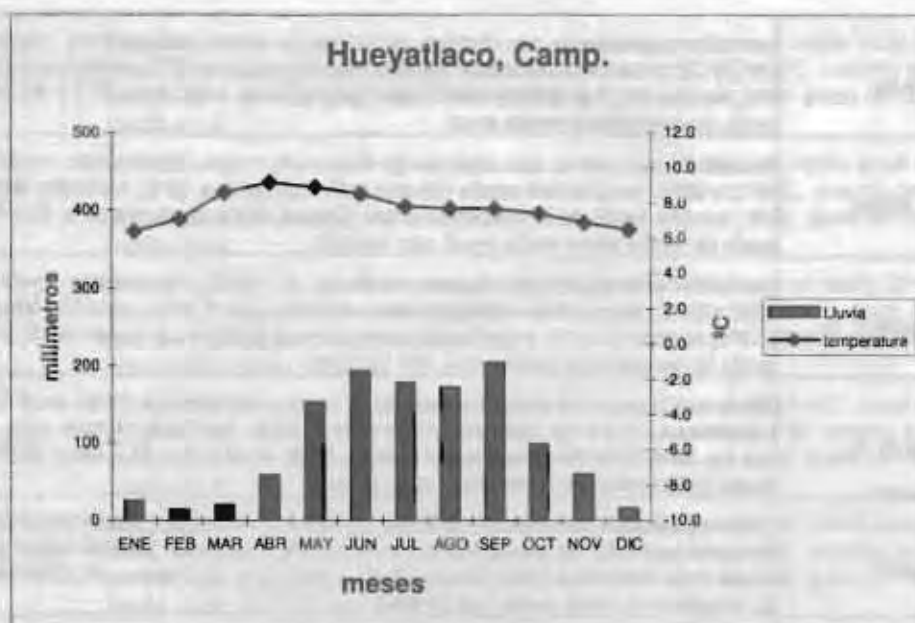
6	C(w1)(w)b(i')g	Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual de 43.2 a 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual.
7	C(w1)(w)big	Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica menor de 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual de 43.2 a 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual.
8	BS1k'w(w)(i')g	Semiseco templado con verano fresco largo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura media del mes más cálido menor a 18°C, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual mayor a 22.9 mm por cada grado de temperatura media anual.
9	C(w0)(w)b(i')g	Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual menor de 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual.
10	(A)C(w''2)(w)big	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual con más de 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
11	(A)C(w1)(w)a(i')g	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 18°C, con verano cálido, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual entre 43.2 y 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual.
12	(A)C(w''1)(w)b(i')g	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual entre 43.2 y 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
13	(A)C(w''1)(w)aig	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 18°C, con verano cálido, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual entre 43.2 y 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
14	(A)C(w''1)(w)big	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica menor de 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual entre 43.2 y 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
15	(A)C(w''0)(w)aig	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 18°C, con verano cálido, oscilación térmica menor de 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual menor a 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
16	(A)C(w''0)(w)big	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica menor de 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual menor a 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual.
17	(A)C(w0)(w)a(i')g	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 18°C, con verano cálido, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual menor a 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual.
18	(A)C(w''1)(w)(i')g	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura media del mes más frío mayor a 18°C, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual entre 43.2 y 55.0 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.

19	A(C)w1(w)lg	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura media del mes más frío mayor a 18°C, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual entre 43.2 y 55.0 mm por cada grado de temperatura media anual.
20	A(C)w''0(w)lg	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura media del mes más frío mayor a 18°C, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual menor a 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
21	A(C)w''0(w)(l')g	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura media del mes más frío mayor a 18°C, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual menor de 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
22	Aw''1(w)(l')g	Cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 22°C, temperatura media del mes más frío mayor a 18°C, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual entre 43.2 mm y 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
23	Aw''1(w)lg	Cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 22°C, temperatura media del mes más frío mayor a 18°C, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual entre 43.2 mm y 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
24	(A)C(w''0)(w)b(l')g	Semicálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual menor a 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual.
25	Aw''0(w)lg	Cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 22°C, temperatura media del mes más frío mayor a 18°C, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual menor de 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.
26	Aw''0(w)(l')g	Cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual mayor a 22°C, temperatura media del mes más frío mayor a 18°C, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual menor de 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.

ESTACIONES REPRESENTATIVAS DE TIPOS DE CLIMA

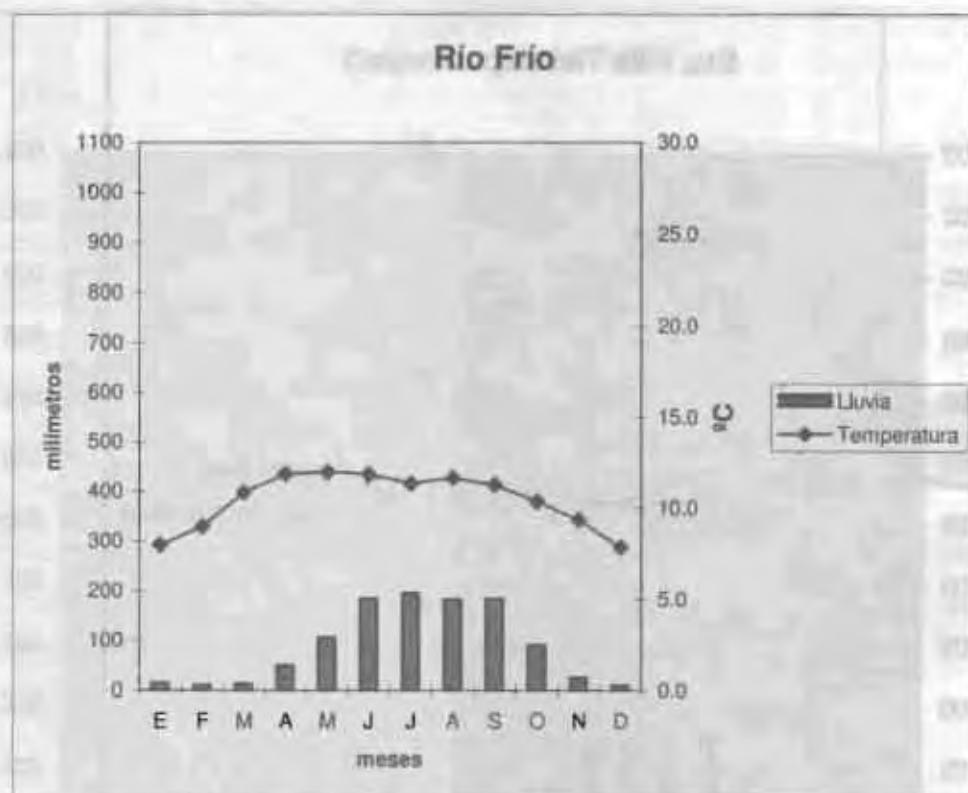
C(w''2)(w)cg. Semifrío subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 5°C y 12°C con menos de cuatro meses con temperatura media mayor a 10°C, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual con mas de 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.

Estación	Lat N	Long W	Altitud	Período de datos	años	P/T(mm/°C)	Temed anual	Lluvia Anual
Hueyatla, Camp.	19.07	98.46	3557.0	1961-1983	23	153.6	7.7	1186.8



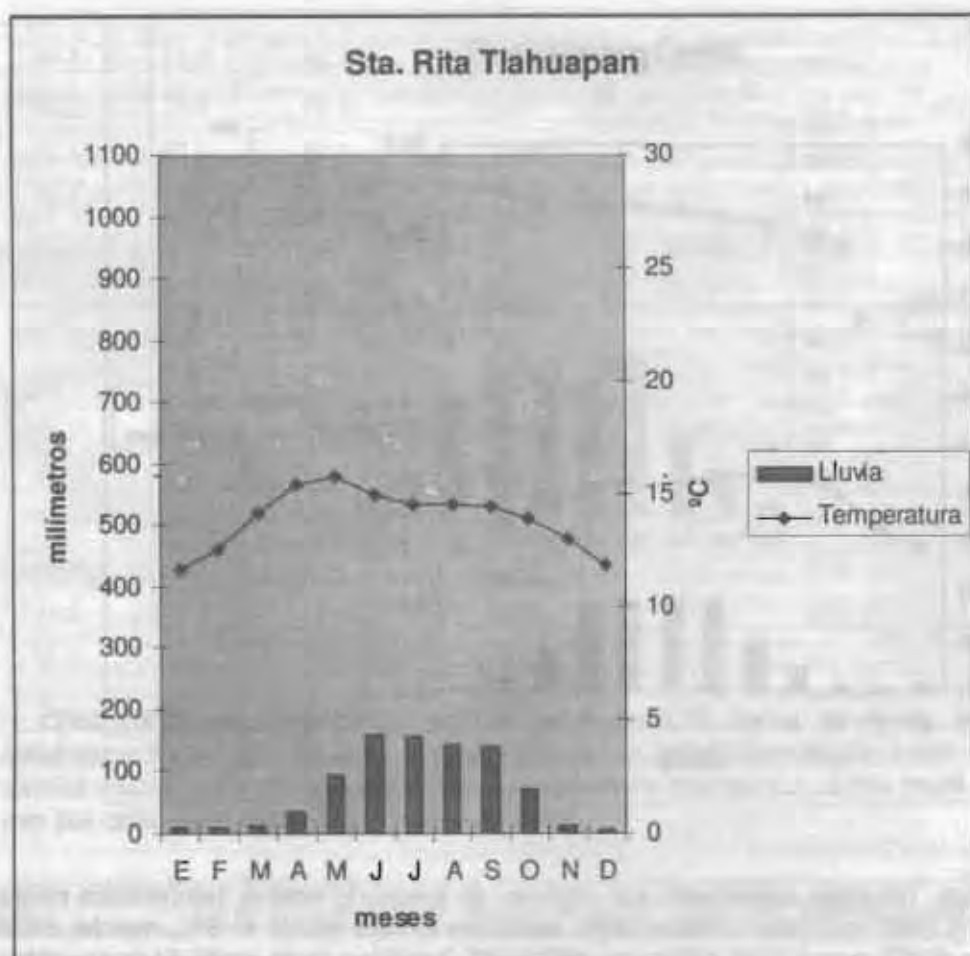
C(w2)(w)(B*)IG. Semifrío sudhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 5°C y 12°C con más de cuatro meses con temperatura media mayor a 10°C, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo ganges, lluvia anual con más de 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual.

Estación	Lat N	Long W	Altitud	Periodo de datos	años	P/T(mm/°C)	Temed anual	Lluvia Anual
Río Frío	19.21	98.40	3000.0	1961-1988	28	102.4	10.5	1074.3



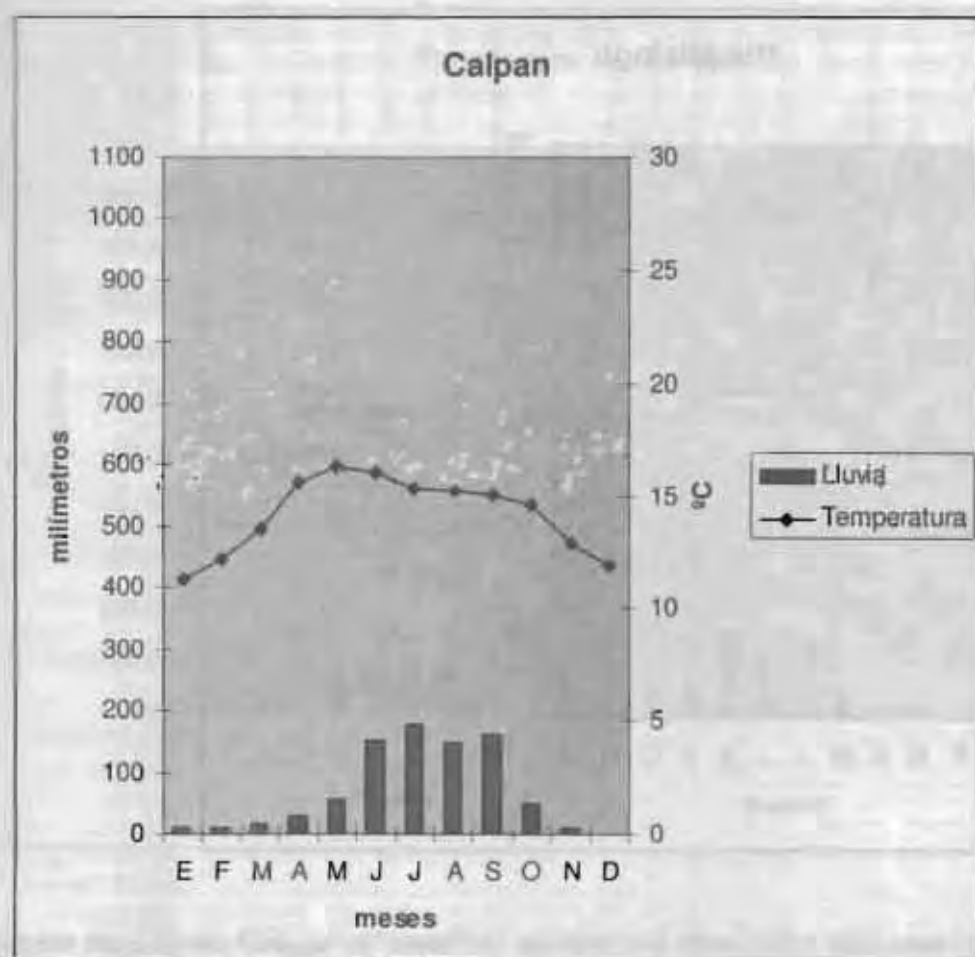
C(w'2)(w)BIG. Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica menor a 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual con más de 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula

Estación	Lat N	Long W	Altitud	Periodo de datos	años	P/T(mm/°C)	Temed anual	Lluvia Anual
Sta. Rita Tlahuapan	19.20	98.35	2740.0	1963-1987	25	61.7	13.9	859.9



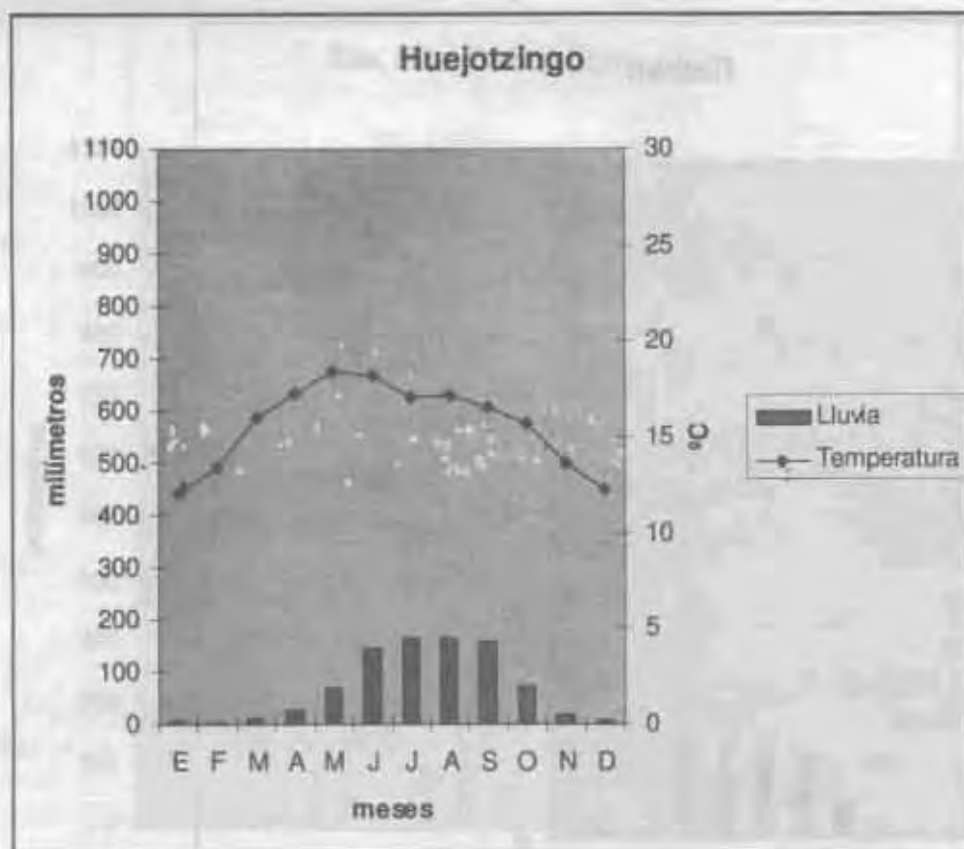
C(w2)(w)8(1')G. Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual con más de 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual.

Estación	Lat. N	Long. W	Altitud	Periodo de datos	años	P/T(mm/°C)	Temed anual	Lluvia Anual
Calpan	19.1	98.27	2220	1980-1987	8	57.84162	14.15792	818.9167



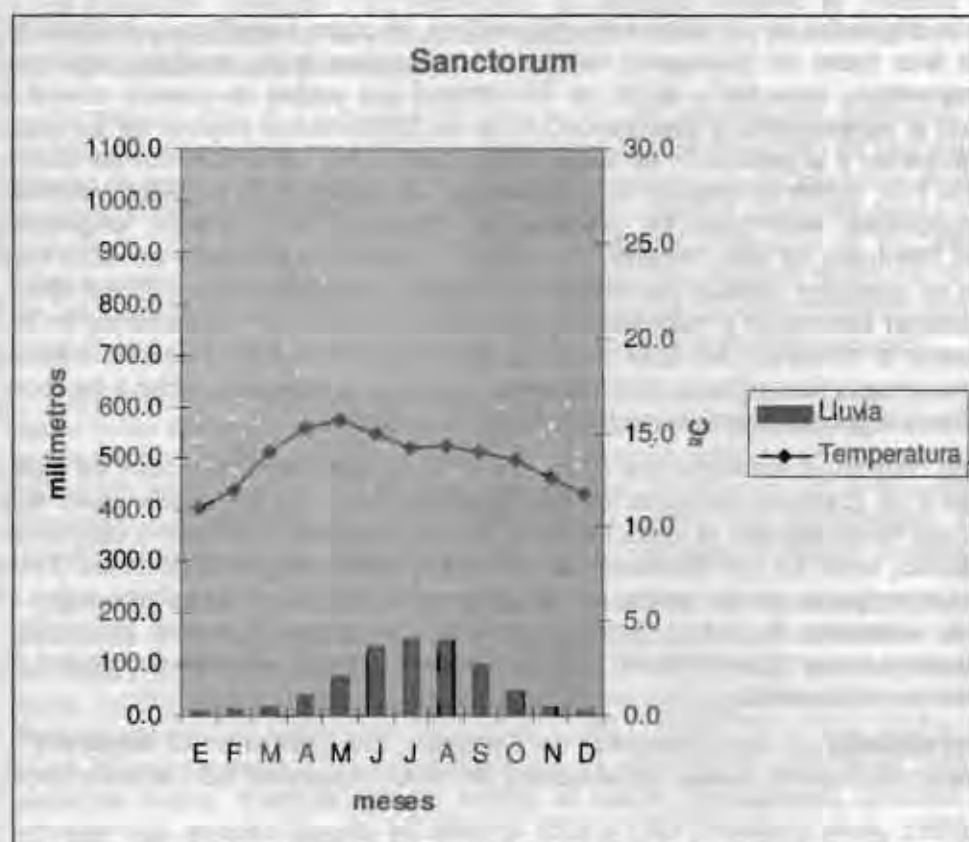
C(w1)(w)B(1')G. Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica entre 5°C y 7°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual de 43.2 a 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual.

Estación	Lat N	Long W	Altitud	Periodo de datos	años	P/T(mm/°C)	Temed anual	Lluvia Anual
Huejutzingo	19.09	98.24	2291.0	1925-1987	63	54.6	15.7	856.2



C(w1)(w)BIG. Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con verano fresco largo, oscilación térmica menor de 5°C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual de 43.2 a 55.3 mm por cada grado de temperatura media anual.

Estación	Lat N	Long W	Altitud	Periodo de datos	años	P/T(mm/°C)	Temed anual	Lluvia Anual
Sanctorum	19.30	98.27	2183.0	1966-1988	23	54.3	13.6	738.1



Los fríos climas E(T), con temperatura media anual entre -2° y 5°C , se encuentran entre las curvas de nivel de 4 mil y 5 mil 272 m; en este rango de altitud se considera que las temperaturas oscilan alrededor de los 0°C en los meses más calientes del año y continuamente hay formación de hielo. Los climas EF, muy fríos o de nieves perpetuas con temperatura media anual menor de -2°C , están a una altitud mayor de 5 mil 272 m.

La distribución de la lluvia responde a la dirección de los vientos que introducen humedad a la región, así como a la configuración del relieve. El efecto de los vientos del Suroeste que inciden en las laderas del Popocatepetl dan como resultado que entre los 2 mil 500 y 3 mil 700 msnm en las laderas occidentales haya características de mayor humedad en comparación con las laderas orientales; en la estación de Amecameca se registran 928 mm de precipitación pluvial y en la estación de Calpan, que se encuentra en la ladera oriental y aproximadamente al mismo nivel, se recogen anualmente 818,9 mm de lluvia.

GEOLOGÍA

La geología regional está representada por rocas volcánicas del Cenozoico, principalmente del Terciario (T), aunque se encuentran de manera aislada afloramientos de rocas mesozoicas del Cretácico tardío (Ks).

La evolución tectónica de la Sierra Nevada generó un conjunto de estructuras que manifiestan una zona de arqueamiento de la corteza terrestre, producto de esfuerzos compresivos que ejerce la placa de Cocos contra la placa Continental Americana y el rígido del Golfo de México (CRM, 2000). Dichas estructuras constan de fallas de cizalla o de corrimiento, fallas normales y fallas inversas.

Debido a que son originadas por un vulcanismo más antiguo, las rocas andesíticas y dacíticas de la parte norte del área (zona de Zoquiapan) son las más expuestas a los agentes meteóricos (contrastes de temperatura, humedad y acción de los vientos) que actúan de manera interna y externa, provocando el agrietamiento y descomposición de los componentes internos de las rocas (minerales), contribuyendo a la generación de suelos. Estas condiciones contrastan con las que se tienen al sur de Río Frío, donde el clima es más extremo. Sin embargo, la actividad volcánica constante del Popocatepetl interrumpe los procesos de intemperismo y erosión, originando depósitos recientes (derrames de lava, material piroclástico, y lahares) que cubren las rocas más antiguas, pero que en ocasiones cambian los relieves de la región (erupción de hace 23 mil años). Por otro lado, el intenso tectonismo y magmatismo en la zona ha causado fracturamiento en las rocas, lo que favorece la infiltración del agua de lluvia en la zona montañosa y de esta manera alimenta los cuerpos de agua subterráneos. Estos agentes endógenos y exógenos le dan a las rocas ciertas características que pueden alterar el medio ambiente de la región.

Por otro lado, las constantes fumarolas que emite el volcán son una mezcla de vapor de agua, gases, cenizas finas y en ocasiones partículas de roca incandescentes. Los principales gases que emite el volcán en sus fumarolas son: el vapor de agua, bióxido de azufre, monóxido y bióxido de carbono y varios ácidos, entre los que sobresalen el sulfhídrico, clorhídrico y el fluorhídrico. Tales sustancias pueden ser atrapadas por las cenizas que al permanecer en el aire y depositarse sobre el terreno, en plantas o cauces de ríos y arroyos, producen, en mayor o menor proporción, contaminación ambiental. Hasta el momento no se han reportado casos de afección por alguno de los gases anteriormente mencionados.

La zona está representada por rocas volcánicas del Cenozoico, principalmente del Terciario (T), aunque se encuentran de manera aislada afloramientos de rocas Mesozoicas del Cretácico tardío (Ks).

CRETÁCICO (Ks). En la región de Cuernavaca y el Valle de Puebla se encuentran expuestas rocas calizas del Cretácico, brechas calizas y rocas sedimentarias pelágicas, que forman también afloramientos cerca de Tula, 50 km al Noroeste de la Ciudad de México. Estas rocas pueden ser la fuente de raros metapelitos xenolíticos recubiertos por las lavas del Iztaccihuatl y la Malinche, así como de fragmentos epidotizados de arenisca, encontrados en deyecciones del Popocatepetl de la era Reciente (Q). Una depresión al Este de la Ciudad de México, Pozo Texcoco, intersecta un lago lleno del Cuaternario tardío (Q) y rocas volcánicas del Terciario (Ts) antes de penetrar en sedimentos del Cretácico (Ks) a 2 mil 600 m de profundidad (Mooser et al., 1974). Afloramientos de calizas del Cretácico se observan en las cercanías de la población de Atzitzihuacan en el estado de Puebla.

TERCIARIO (T). A mediados de la era Terciaria se constituyeron las bases de la Sierra Nevada, en un proceso que se conoce como Formación Xochitepec, el cual consiste en la acumulación de productos volcánicos durante alrededor de 20 millones de años y que han formado estratos de considerable espesor, así como afloramientos en grandes superficies que se extienden hasta las aplanadas cumbres situadas al Noreste del Iztaccihuatl. Las primeras erupciones de dacitas y andesitas se abrieron paso a través de grietas en los pliegues de los estratos subyacentes del Cretácico (Ks). El Terciario (T) es la base del relieve actual, pues como producto de la actividad volcánica y el flujo de lavas, la Sierra Nevada representa una unidad que alcanzó su forma y desarrollo actual debido a la múltiple sobreposición de sistemas volcánicos sucesivos, en los que coexisten los flujos de erupciones andesíticas arrojadas por los grandes conos, que se caracterizaron por su explosividad y la efusión abundante de lavas basálticas emitidas por los volcanes pequeños; por esto, los depósitos de material clástico andesítico se intercalan en algunas regiones con los malpaisés basálticos.

Durante el Plioceno (Tp) se desarrollaron en la base de la Sierra extensos abanicos aluviales, que se conocen como Formación Tarango, la cual consta de horizontes de suelos y conglomerados casi planos que se formaron en las condiciones de un clima semiárido, en el que a pesar de las escasas lluvias se lograron arrastrar y depositar aluviones de un espesor considerable.

La formación Tlayecac (Tp) representa un depósito notable de material clástico anguloso derivado del Popocatepetl. Yace en forma discordante sobre las rocas volcánicas del grupo Tepexco y de las unidades terciarias anteriores.

CUATERNARIO (Q). El Cuaternario se caracterizó por movimientos tectónicos producidos por la fractura Clarión, lo que aunado a un clima lluvioso y el desarrollo de glaciares dio origen a un proceso de erosión muy acentuado en las partes elevadas y a una gradación de depósitos aluviales, lacustres y fluviales, en las partes bajas, que se conocen como formación clástica aluvial del Cuaternario. Con estos cambios generales, la Formación Tarango se vio afectada debido a la erosión causada por los escurrimientos superficiales que cavaron profundos barrancos, así como por los movimientos tectónicos que crearon fracturas por las que surgieron infinidad de volcanes y flujos de lava que lograron acumulaciones de 2 mil m y aun de mayor espesor.

Los primeros movimientos de la fractura Clarión dieron origen al Iztaccíhuatl y El Ventorrillo, los cuales están formados por lavas de andesita porfírica de piroxena. Los derrames superiores de este edificio consisten de una andesita de coloración rosácea de hornblenda. El espesor y la disposición estructural de los derrames son variables, de acuerdo con la topografía sobre la que se asentaron. Los derrames dacíticos constituyen la unidad del Popocatepetl, pero su base está cubierta por abanicos aluviales que en su parte Sur muestran un espesor considerable.

La forma única del Iztaccíhuatl ha sido construida por lava y esculpida por hielo glacial semejando el contorno de una doncella reclinada, especialmente perceptible cuando está cubierta por nieve y que era conocida por los aztecas como "Mujer Blanca". La anatomía comprende cabeza, pecho, rodillas y pies; la cabeza constituye la cumbre principal (5 mil 46 m), la cima del pecho es el casquete cubierto de hielo (5 mil 286 m), las rodillas (5 mil 100 m) y la cumbre inferior de los pies (4 mil 703 m), de Norte a Sur respectivamente. La actividad del Iztaccíhuatl cesó antes de la última glaciación mayor, mientras que su vecino, el volcán Popocatepetl, continuó en erupción, con actividad más reciente durante los años de 1920 a 1927 (Mooser y otros, 1958) y últimamente en 1994.

El basamento sobre el cual están contruidos los volcanes de la Sierra Nevada no se encuentra expuesto dentro del Valle de México, sino que es subyacente a las rocas volcánicas del Grupo Chichinautzin y está inter-estratificado sobre detritos sedimentarios.

LITOLOGÍA Y RASGO GEOMORFOLÓGICO CORRESPONDIENTE A CADA MUNICIPIO DE LA ZONA DE ORDENAMIENTO

No.	MUNICIPIO	LITOLOGÍA	EDAD	RASGO GEOMORFOLÓGICO
1	Acateopan	Lahar	Cuaternario	Sierra Nevada
2	Atlixco	Andesita	Plioceno	Sierra Nevada y Valle de Atlixco
		Basalto Andesita	Cuaternario	
		Lahar	Cuaternario	
		Riolita	Oligoceno	
		Calizas	Aptiano	
3	Atzizihuacán	Lahar	Cuaternario	Sierra Nevada y Valle de Atlixco
		Riolita	Oligoceno	
		Calizas	Aptiano	
		Conglomerado	Eoceno	

4	Calpan	Basalto Andesita	Cuaternario	Sierra Nevada y Valle de Puebla
		Toba Andesita	ND	
5	Chiautzingo	Andesita Basalto	Cuaternario	Sierra Nevada y Valle de Puebla
		Toba Andesita	ND	
		Aluvión	Cuaternario	
		Basalto Andesita	Cuaternario	
6	Cohuecan	Lahar	Cuaternario	
7	Domingo Arenas	Toba Andesita	ND	Sierra Nevada
8	Huaquechula	Riolita	Oligoceno	Sierra Nevada y Valle de Atlixco
		Calizas	Aptiano	
		Conglomerado	Eoceno	
		Lahar	Cuaternario	
		Arenisca-lutita	Aptiano	
		Toba Andesita	ND	
9	Huejotzingo	Andesitas	Cuaternario	Sierra Nevada y Valle de Puebla
		Morrenas	ND	
		Glaciar	ND	
		Toba Andesita	ND	
		Aluvión	Cuaternario	
		Basalto Andesita	Cuaternario	
10	Nealtican	Toba Andesita	ND	Sierra Nevada y Valle de Puebla
		Basalto Andesita	Cuaternario	
11	Ocoyucan	Andesitas	Plioceno	Valle de Puebla
		Lahar	Cuaternario	
12	San Felipe Teotlalcingo	Basalto Andesita	Cuaternario	Sierra Nevada y Valle de Puebla
		Toba Andesita	ND	
		Aluvión	Cuaternario	
		Lahar	Cuaternario	
		Andesita Basalto	Cuaternario	
13	San Gregorio Atzompa	Toba Andesita	ND	Valle de Puebla
		Aluvión	Cuaternario	
		Andesitas	Plioceno	
14	San Jerónimo Tecuanipan	Toba Andesita	ND	Valle de Puebla
		Aluvión	Cuaternario	

		Basalto Andesita	Cuaternario	
15	San Martín Texmelucan	Aluvión	Cuaternario	Valle de Puebla
		Basalto Andesita	Cuaternario	
		Lahar	Cuaternario	
16	San Nicolás de los Rancho	Andesitas	Cuaternario	Sierra Nevada
		Basalto Andesita	Cuaternario	
		Andesita Basalto	Cuaternario	
		Toba Andesita	ND	
		Toba Basáltica	ND	
		Lahar	Cuaternario	
		Pómez	Cuaternario	
		Morrenas	ND	
		Glaciar	ND	
17	San Pedro Cholula	Aluvión	Cuaternario	Valle de Puebla
		Toba Andesita	ND	
18	San Salvador El Verde	Andesitas	Cuaternario	Sierra Nevada y Valle de Puebla
		Glaciar	ND	
		Andesita Basalto	Cuaternario	
		Toba Andesita	ND	
		Toba Basáltica	ND	
		Lahar	Cuaternario	
		Aluvión	Cuaternario	
		Morrenas	ND	
19	Santa Isabel Cholula	Lahar	Cuaternario	Valle de Puebla
		Andesitas	Plioceno	
20	Santa Rita Tlahuapan	Toba Andesita	ND	Sierra Nevada y Valle de Puebla
		Toba Basáltica	ND	
		Andesita Basalto	Cuaternario	
		Basalto Andesita	Cuaternario	
21	Tepemaxalco	Lahar	Cuaternario	Sierra Nevada
		Riolita	Oligoceno	
22	Tianguismanalco	Basalto Andesita	Cuaternario	Sierra Nevada
		Lahar	Cuaternario	
		Andesitas	Plioceno	

		Toba Andesita	ND	
23	Tlaltenango	Toba Andesita	ND	Valle de Puebla
24	Tochimilco	Toba Basáltica	ND	Sierra Nevada
		Lahar	Cuaternalio	
		Basalto Andesita	Cuaternalio	
		Conglomerado	Eoceno	
		Pómez	Cuaternalio	

ND = No definida

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La evolución tectónica de la Sierra Nevada generó un conjunto de estructuras que manifiestan una zona de arqueamiento de la corteza terrestre, producto de esfuerzos compresivos que ejerce la placa de Cocos contra la placa Continental Americana y el rígido del Golfo de México (CRM, 2000). Dichas estructuras constan de fallas de cizalla o de corrimiento, fallas normales y fallas inversas.

El término falla se refiere a aquellas con movimiento normal y corresponden al efecto distensivo de esfuerzos tectónicos y magmáticos. Las fisuras son fracturas abiertas rellenas con material volcánico reciente. Existen también otros sistemas de fallamientos ortogonales, orientados NE-SW y N-S. El de orientación NE-SW corta al de dirección N-S. Los NE-SW generan fosas (graben) y pilares (horsts).

ESTRUCTURAS TECTÓNICAS PRINCIPALES PARA EL ÁREA DE ESTUDIO

Estructura	Ubicación	Longitud (km)	Orientación	Características
Fisura Tlaltezompa	Trasversales al volcán, cruza el cráter de SW a NE	23	N60E/90	Constituye una zona de debilidad importante, posible ducto de lava. Forma la barranca Tlaltezompa
Falla Cerro Gordo	8 km al norte del volcán Popocatepetl	27	N70E/65SE	Define el límite Norte de la fosa que conforma el Paso de Cortés.
Fallas de cizalla del Iztaccihuatl	Ambos flancos Este y Oeste del volcán Iztaccihuatl	6 a 12	N70E/90	Evidencian movimientos corticales compresivos debido al empuje de placas tectónicas
Fisuras, zonas de debilidad	Flancos suroeste, sur y suroeste del Popocatepetl	5	N35°E/70°SE	Fisuras con derrame de lavas recientes, probables zonas de ruptura del cráter.
		4	E-W/70°S	
		7	N30°W/70°SW	
Fallas de suelos con solifluxión horizontal (reptación montañosa)	Flanco nororiental del volcán Popocatepetl	(24 km ²)	Dirección del flujo N55°E	Debido a la fuerte inclinación del terreno y al efecto de gravedad los suelos están reptando.

Falla Tochimizolco	Flanco sur del volcán Popocatepetl	15	N15°/75°SW	Forma la Barranca de Mata Leones, ducto potencial muy importante de flujos de lodo
Falla Tetela	Flanco sur del volcán Popocatepetl	40	N55°/70°SE	Corta a la falla Tochimizolco. Esta cubierta por derrames recientes del Popocatepetl.
Fisuras de tensión radiales al cráter	Flanco sureste del cráter	4 a 5	E-W/90° N45°W/90° N35°W/90°	Se observan tres de reciente creación. Constituyen ductos lávicos y potencialmente son causante de inestabilidad en la zona sureste.
Fisuras Nexpayantla	Flanco Noroeste del volcán Popocatepetl	15	N50°-80°W/90°	Forma la cañada de Nexpayantla. Ducto principal de importancia para flujos de lodo.
Falla de Atexca	Flanco Noreste del volcán Popocatepetl	17	N35°E/90°	Esta falla involucra a la zona de solifluxión de suelos en la parte Noreste del volcán
Falla de cizalla Tlamacas	Flanco Noreste del volcán Popocatepetl	8.5	N55°E/90°	Forma el límite norte de la zona de solifluxión de suelos en el flanco Noreste del volcán Popocatepetl.
Fisura Cholula	Flanco Noreste del volcán Popocatepetl, se extiende hacia el este en dirección a Puebla.	30	E-W/90°	Alineación de conos cineríticos desarrollados en seno. Su trayectoria va de Santiago Xalitlintla hasta las cercanías de la Ciudad de Puebla.
Graben de Atlixco	Situado al Sureste del volcán Popocatepetl	30 km de longitud 15 km ancho	N20°E/70°SE N29°E/70°	Sus flancos están compuestos al Norponiente por la falla Tochimilco (1) y al Sureste por la falla El Mecate (2). La Cd de Atlixco se localiza en la parte media de la fosa.

GEOLOGÍA AMBIENTAL

En este apartado consideramos los factores geológicos que pudieran contribuir al deterioro ambiental en la zona de estudio. En sí, sólo consideramos la propiedad de permeabilidad y la emanación de gases durante las exhalaciones del volcán Popocatepetl.

Las rocas andesíticas y dacíticas de la parte norte del área (zona de Zoquiapa) son las más expuestas a los agentes meteóricos, debido a que son originadas por un vulcanismo más antiguo (lo que presenta un mayor grado de exposición a los contrastes de temperatura, humedad y acción de los vientos), los cuales actúan de manera interna y externa, provocando el agrietamiento y descomposición de los componentes internos de las rocas (minerales), contribuyendo a la generación de suelos. Estas condiciones contrastan con las que se tienen al sur de Río Frio, donde el clima es más extremoso. Sin embargo, la actividad volcánica constante del Popocatepetl interrumpe los procesos de intemperismo y erosión, originando depósitos recientes (derrames de lava, material piroclástico, y lahares) que cubren las rocas más antiguas, pero que en ocasiones cambian los relieves de la región (erupción de hace 23 mil años). Por otro lado, el intenso tectonismo y magmatismo en la zona ha causado fracturamiento en las rocas, lo que favorece la

infiltración del agua de lluvia en la zona montañosa y de esta manera alimenta los cuerpos de agua subterráneos. Estos agentes endógenos y exógenos le dan a las rocas ciertas características que pueden alterar el medio ambiente de la región.

Las constantes fumarolas que emite el volcán son una mezcla de vapor de agua, gases, cenizas finas y en ocasiones partículas de roca incandescentes. Este último peligro es el que ha causado mayor impacto al medio ambiente, pues en las erupciones de mayor intensidad (1997, 1998, 2000 y 2001), algunos de estos fragmentos han provocado incendios forestales (unas mil 700 has de bosque están en peligro potencial por este peligro volcánico). Los principales gases que emite el volcán en sus fumarolas son vapor de agua, bióxido de azufre, monóxido y bióxido de carbono y varios ácidos, entre los que sobresalen el sulfhídrico, clorhídrico y el fluorhídrico. Tales sustancias pueden ser atrapadas por las cenizas que al permanecer en el aire y depositarse sobre el terreno, en plantas o cauces de ríos y arroyos, producen, en mayor o menor proporción, contaminación ambiental. Hasta el momento no se han reportado casos de afectación por alguno de los gases anteriormente mencionados.

POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LOS SUSTRATOS

Tipo de material	Propiedades hidráulicas	Características
Andesitas, dacitas	Permeabilidad secundaria	Pueden ser favorables para la recarga de acuíferos en la región. Por su alto fracturamiento aportan material que es acarreado por corrientes fluviales en las barrancas.
Basaltos	Permeabilidad secundaria	Rocas que protegen a los acuíferos subterráneos, aunque permiten la infiltración por fracturamiento. Regulan la cantidad de humedad de los suelos que los sobreyacen y propician el crecimiento de vegetación incipiente.
Tobas	Permeabilidad media	Por su baja consolidación son susceptibles a sobresaturarse, por lo que pueden dar origen a flujos de lodo.
Lahares	Permeables	Cuando no están consolidados pueden ser buenos acuíferos si están confinados. Pero si se encuentran en barrancas son muy inestables.
Pumicitas	Permeabilidad alta	Puede ser un magnífico acuífero si se encuentra entre dos capas sellos. Pero si no están confinadas son fácilmente erosionables por el viento y por el agua, dando origen a cañadas de paredes abruptas y quebradas.
Morrenas		Son susceptibles a erosionarse cuando no se encuentran congeladas, porque son fácilmente transportables por viento y agua. Tiende a rellenar los arroyos que bajan de la montaña.

GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio se ubica en la parte centro-oriental del Cinturón Volcánico Mexicano, ocupando parte de la Sierra Nevada en su porción Sur y la Sierra de Rio Frio en la parte Norte. Sus geoformas son de origen volcánico y su rango altitudinal varía desde los mil 500 hasta los 5 mil 450

msnm. La zona de estudio es parte de diferentes estructuras geomorfológicas bien definidas: Sierra Nevada, Sierra de Río Frío, Valle de Puebla, Valle de Atlixco-Izúcar y parte sur de la Cuenca de México. El relieve terrestre es el resultado de diversos procesos geológicos endógenos y exógenos, en la zona de estudio las geoformas se pueden agrupar en relieves endógenos, endógenos modelados y exógenos, según sea el proceso dominante en la creación de ellas.

SIERRA NEVADA. Se caracteriza por un macizo montañoso que separa las cuencas de México, Puebla y Morelos con una longitud de alrededor de 100 km que se extiende de Norte a Sur y en la que destacan los volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl. En su porción inferior se extienden las elevaciones conocidas como los pies del Iztaccihuatl, ubicadas entre San Rafael y Santo Tomás Atzingo, que están conformadas por una sucesión de lavas andesíticas, como en el acantilado llamado Pulpito del Diablo. Las formaciones rocosas con escarpadas paredes verticales muestran los efectos de los procesos de erosión en la superficie casi horizontal. En esta región, el relieve es moderado y el drenaje discordante con el de las unidades adyacentes. Las elevaciones van desde los 2 mil 500 hasta 5 mil 452 msnm, y es aquí donde se localizan dos de las cumbres más altas de México (volcán Popocatepetl y volcán Iztaccihuatl).

El extremo sur de la Sierra Nevada está ocupado por el casi simétrico cono del volcán Popocatepetl (5 mil 452 m), localizado 15 km al sur del Iztaccihuatl. El límite norte de la Sierra Nevada se encuentra en un puerto montañoso bajo ocupado por Río Frío y la autopista que comunica a la Ciudad de México con Puebla.

VALLE DE PUEBLA. Se encuentra en el centro del estado de Puebla a una altitud aproximada de 2 mil 150 msnm; se caracteriza por una zona de lomeríos suaves constituidos por aparatos volcánicos y afloramientos calcáreos. Al Norte limita con cañadas labradas por los escurrimientos que descienden de la Malinche, al Poniente por la Sierra Nevada, al Sur y al Oriente por el Valle de Atlixco-Izúcar.

VALLE ATLIXCO-IZÚCAR. Este valle se encuentra delimitado al Norte por un puerto intermontano que la separa de la cuenca de Puebla (CRM, 2000). En la parte oriental se encuentra limitada por una cadena montañosa formada por derrames andesíticos y levantamientos de calizas alteradas. En la parte central de ésta se localizan lomeríos suaves que destacan sobre los depósitos piroclásticos del Popocatepetl.

MORFOGÉNESIS

Este término se refiere a los procesos geológicos que forman el relieve terrestre y en los cuales intervienen procesos endógenos y exógenos.

Las geoformas se pueden agrupar en relieves endógenos, endógenos modelados y exógenos, según sea el proceso dominante en la creación de ellas.

RELIEVE ENDÓGENO: Incluye el relieve volcánico explosivo, los volcanes cineríticos y las planicies y laderas de piroclastos. Estas últimas se originan por los depósitos piroclásticos que se producen en radios de varios kilómetros alrededor de un centro de erupción y cubren por lo general algún relieve anterior que podría ser volcánico, lacustre, fluvial, etc. Estos depósitos por lo general no presentan fuertes espesores (1 a 2 metros), aunque en algunos lugares del área se han encontrado hasta 10 metros de espesor (cerca de la comunidad de Xalitintla y San Nicolás de los Ranchos, Puebla).

RELIEVE VOLCÁNICO EFUSIVO: Lo componen las emanaciones de lava que acompañan a la actividad volcánica, las cuales originan formas muy diversas del relieve: laderas, coladas, mesetas, entre otras. En la parte occidental del Valle de Puebla y parte oriental de la Sierra Nevada resaltan los derrames de Nealtican y el derrame de Buenavista, en la parte Sur de la Sierra Nevada se localizan los derrames provenientes del volcán Popocatepetl en las cercanías de San Pedro Benito Juárez y en la parte Norte del municipio de Tochimilco.

En el RELIEVE ENDÓGENO MODELADO agrupamos las formas originadas por procesos endógenos, tectónicos, volcánicos, que no conservan su aspecto original, sino que han sido transformadas sustancialmente por la actividad exógena.

Debido a que la zona de estudio se localiza en una provincia volcánica, las formas del relieve endógeno modelado pertenecen al tipo volcánico erosivo. Este relieve se presenta en la Sierra Nevada, en las laderas inferiores de los grandes volcanes en los que, aunque son de litología joven (Popocatepetl), las condiciones oroclimáticas y el material no consolidado han permitido un fuerte desarrollo de los procesos erosivos gravitacionales y los erosivo-fluviales.

En las laderas del volcán Popocatepetl, hasta antes de la reactivación eruptiva, la erosión era de una fuerte intensidad en sus laderas superiores, sin embargo, mantenían su forma original. También se observaba una red radial de numerosos barrancos, acompañados con procesos gravitacionales como deslaves, corrimientos de tierras, derrumbes, etcétera. (Hubp, 1984).

Por otro lado, en el volcán Iztaccihuatl las laderas muestran un modelado mayor. Esto se observa en ambas vertientes, oriental y occidental, con fuertes inclinaciones y paredes verticales.

El relieve exógeno considera el relieve erosivo fluvial. La erosión fluvial es sin duda la más importante en la zona, constituyendo una red fluvial con grandes diferencias en su configuración, densidad y profundidad de corte vertical. Debido al volcanismo joven, las formas erosivas se presentan como incipientes, de corta extensión y poca profundidad. Las profundidades de erosión van desde los 300 a 400 metros.

En la Sierra Nevada las formas presentan mayor juventud, por lo tanto, el desarrollo del proceso de erosión es menor debido a la interrupción del proceso por la actividad volcánica a lo largo del Cuaternario. En la vertiente oriental también existe una fuerte disección y las cañadas presentan profundidades de 100 a 200 m y longitudes de 4 a 8 km con fuertes procesos actuales de erosión vertical y remontante. Laderas abajo se van concentrando y llevan sus aguas hacia el Valle de Puebla a la altura de la población de San Martín Texmelucan.

Cinco son las cañadas más importantes en la Sierra Nevada: Cosa Mala, el Negro, Tzontquintzingo, Huehuexotla y Nexpayantla. Esta última es la de mayor profundidad (500 m), pertenece a la cuenca del Balsas y se sitúa inmediatamente al parteaguas de la cuenca de México. Nace en las faldas del volcán Popocatepetl entre los 3 mil 900 y 4 mil msnm, a manera de un gigantesco circo de erosión. Su desarrollo ha sido favorecido por varios factores: aguas de deshielo, fuerte pendiente, precipitaciones pluviales intensas, y presencia de materiales de poca consolidación.

El volcán Popocatepetl está cortado por una red radial de barrancas que, a excepción de la cañada de Nexpayantla, son todavía poco profundas pero de gran dinámica, la más importante de éstas es sin lugar a dudas la barranca Huiloac.

El relieve erosivo glacial son las formas desarrolladas por la acción de los hielos. Los glaciares en el área de estudio tienen su límite inferior a los 4 mil 900 msnm y son del tipo volcánico de climas subtropicales (Hubp, 1984).

SUELOS

El recurso natural suelo es considerado por algunos autores como un sistema en sí mismo, vivo y dinámico, cuyas funciones primordiales son las de mantener la productividad de las especies vegetales que en él se establecen, la biodiversidad, la calidad del aire y del agua, la salud humana y el hábitat (Sojka y Upchurch, 1999; Etchevers et al., 2000).

El suelo se define como el material no consolidado sobre la superficie de la tierra, mineral u orgánico, que ha sido sometido e influenciado por factores propios y ambientales: material parental, clima (incluyendo efectos sobre el agua y la temperatura), macro y microorganismos y

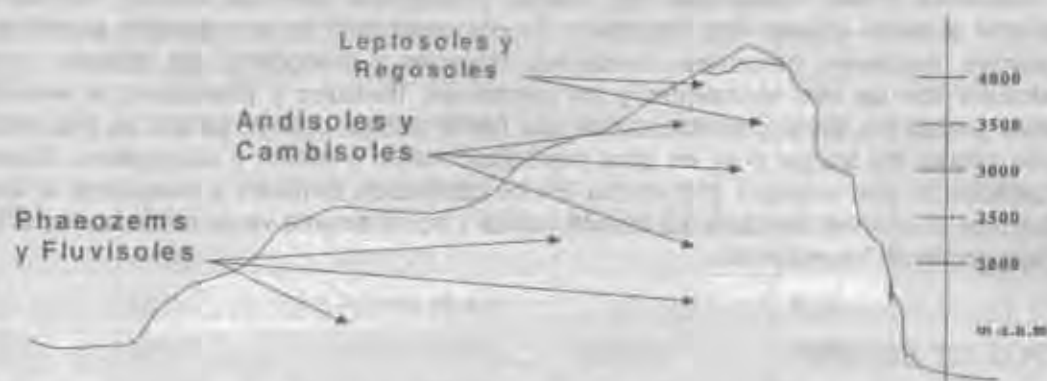
topografía, todos actuando durante el tiempo y generando un producto que difiere del material del cual se derivó en muchas características y propiedades físicas, químicas, biológicas y morfológicas (SSSA, 1987).

Los suelos presentes en los municipios aledaños a los Parques Nacionales Iztaccíhuatl-Popocatepetl-Zoquolapan y anexas se clasifican en seis grandes grupos (FAO, 1994): leptosoles, regosoles, andisoles o andosoles, cambisoles, phaeozems y fluvisoles.

SUBCUENCA NEXAPA: Comprende a los municipios de Tochmilco, Tianguismanalco, San Nicolás de los Ranchos, Atzitzihuacan, Acteopan, Tlapanala, Tepeojuma, Huaquechula, Atlixco, Santa Isabel Cholula, Nealtican, San Jerónimo Tecuanipan y San Gregorio Atzompa, en el estado de Puebla.

Los suelos presentes son los regosoles, leptosoles, andosoles; en el piso montañoso medio e inferior se presentan los andosoles y los cambisoles, asociados en el límite inferior del bosque a fluvisoles y phaeozems. En Tochmilco encontramos suelos con el porcentaje de erosión más alto. Hay una superficie considerable de bosque cultivado, lo que revela presión urbana sobre los recursos forestales. Los ph activo y potencial son ligeramente ácidos, la agregación de los materiales es baja.

En las zonas agrícolas en lo general no se realizan prácticas de conservación de suelos, con el consecuente empobrecimiento acelerado de materia orgánica. En zonas con pendientes de ligeras a moderadas hay importantes extensiones con huertas frutícolas en las que el problema de erosión es significativo, el manejo del recurso suelo no ha sido el más adecuado.

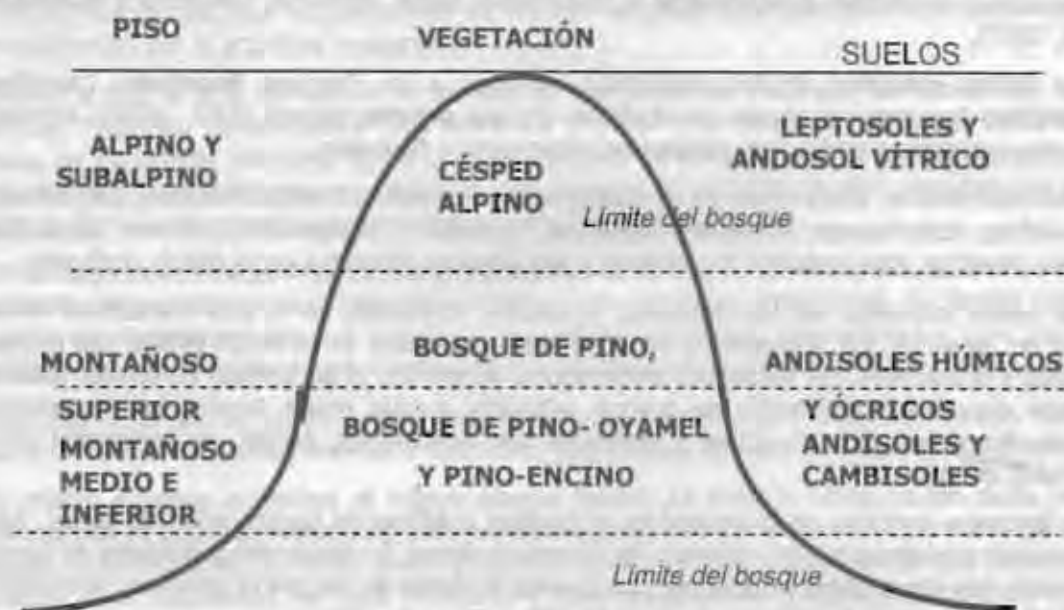


TIPOS DE SUELO

Fig. 1.

En el piso alpino y subalpino (3 mil 600 msnm aproximadamente) predominan suelos indiferenciados delgados (regosoles y leptosoles) los cuales soportan zacatonal subalpino.

ESCALONAMIENTO DE SUELO Y DE VEGETACIÓN SOBRE MATERIALES VOLCÁNICOS



En las zonas del piso montañoso superior donde la pendiente de los terrenos es alta (mayor de 20 por ciento) se tienen datos de erosión fuerte como consecuencia de la disminución de la cubierta forestal. El uso de agroquímicos ha propiciado degradación de suelos incrementando la acidificación y como consecuencia se reduce la fertilidad.

SUBCUENCA ATOYAC. Compuesta por Calpan, Chiautzingo, Domingo Arenas, Huejotzingo, San Salvador el Verde y Santa Rita Tlahuapan. En ella encuentran los seis grandes grupos de suelos: regosoles, leptosoles, andosoles, cambisoles, fluvisoles y phaeozems; los litosoles, regosoles y andosoles son los más abundantes y los cambisoles, fluvisoles y phaeozems se encuentran en menor proporción, como consecuencia de una fuerte presión urbana, ya que se encuentran en el límite inferior del bosque o en los pisos montañoso medio e inferior y submontano. Soportan una vegetación de pino-oyamel y pino-encino. En los cambisoles, fluvisoles y phaeozems se desarrollan diferentes actividades agrícolas. La erosión hídrica y por desmonte va de media a alta, al igual que la agregación de los materiales.

TIPOS DE SUELOS

En el siguiente cuadro se reportan los suelos encontrados en la zona de estudio, de acuerdo con la cartografía de INEGI 1:250,000.

Clave	Suelo primario	Suelo secundario	Suelo terciario	Textura	Fase física
Be/2/D	Cambisol éutrico			Media	Dúrica
Be+Hh/1/D	Cambisol éutrico	Feozem háplico		Gruesa	Dúrica
Be+I/2/D	Cambisol éutrico	Litosol		Media	Dúrica
Be+I+Hh/1/D	Cambisol éutrico	Litosol	Feozem háplico	Gruesa	Dúrica
Be+Re/2/DP	Cambisol éutrico	Regosol éutrico		Media	Dúrica profunda

Be+Re+Bv/2/LP	Cambisol éutrico	Regosol éutrico	Cambisol vértico	Media	Lítica Profunda
Be+Re+Hh/1	Cambisol éutrico	Regosol éutrico	Feozem háplico	Gruesa	
Be+To/1/G	Cambisol éutrico	Andosol ócrico		Gruesa	Gravosa
Bh+Be+Vc/2	Cambisol háplico	Cambisol éutrico	Vertisol crómico	Media	
Bk+E/2/LP	Cambisol cálcico	Rendzina		Media	Lítica Profunda
Bv+Be+Re/2/D	Cambisol vértico	Cambisol éutrico	Regosol éutrico	Media	Dúrica
Bv+Je/1	Cambisol vértico	Fluvisol éutrico		Gruesa	
Bv+Re/2	Cambisol vértico	Regosol éutrico		Media	
E+I/2/L	Rendzina	Litosol		Media	Lítica
E+I+Hc/2/L	Rendzina	Litosol	Feozem calcárico	Media	Lítica
Gv+Re/2	Gleysol vértico	Regosol éutrico		Media	
Hc+Je/2	Feozem calcárico	Fluvisol éutrico		Media	
Hh/2/L	Feozem háplico			Media	Lítica
Hh+Be+Je/1/G	Feozem háplico	Cambisol éutrico	Fluvisol éutrico	Gruesa	Gravosa
Hh+Hl/2/G	Feozem háplico	Feozem lúvico		Media	Gravosa
Hh+I+Bk/2/L	Feozem háplico	Litosol	Cambisol cálcico	Media	Lítica
Hh+I+Tm/2/P	Feozem háplico	Litosol	Andosol mólico	Media	Pedregosa
Hh+Rd/1	Feozem háplico	Regosol distríco		Gruesa	
Hh+Re+Be/1	Feozem háplico	Regosol éutrico	Cambisol éutrico	Gruesa	
Hh+Re+I/2/L	Feozem háplico	Regosol éutrico	Litosol	Media	Lítica
Hh+Vp/2/P	Feozem háplico	Vertisol péllico		Media	Pedregosa
Hh+Vp+Be/2/D	Feozem háplico	Vertisol péllico	Cambisol éutrico	Media	Dúrica
I/2	Litosol			Media	
I+Be+Re/2	Litosol	Cambisol éutrico	Regosol éutrico	Media	
I+E/2	Litosol	Rendzina		Media	
I+Hh/2	Litosol	Feozem háplico		Media	
I+Hh+E/2	Litosol	Feozem háplico	Rendzina	Media	
I+Rd/1	Litosol	Regosol distríco		Gruesa	
I+Re/1	Litosol	Regosol éutrico		Gruesa	
I+Re/2	Litosol	Regosol éutrico		Media	
Je/1	Fluvisol éutrico			Gruesa	
Je+Hh/1	Fluvisol éutrico	Feozem háplico		Gruesa	
Je+Hh+Re/1/G	Fluvisol éutrico	Feozem háplico	Regosol éutrico	Gruesa	Gravosa
Je+Re/1/G	Fluvisol éutrico	Regosol éutrico		Gruesa	Gravosa
Je+Re/1/P	Fluvisol éutrico	Regosol éutrico		Gruesa	Pedregosa
Rc+E+I/2/L	Regosol calcárico	Rendzina	Litosol	Media	Lítica
Rd+I+Th/2	Regosol distríco	Litosol	Andosol húmico	Media	

Re/2/L	Regosol éutrico			Media	
Re+Be/1/G	Regosol éutrico	Cambisol éutrico		Gruesa	Gravosa
Re+Be+Hh/1/G	Regosol éutrico	Cambisol éutrico	Feozem háplico	Gruesa	Gravosa
Re+Hh+Be/1/P	Regosol éutrico	Feozem háplico	Cambisol éutrico	Gruesa	Pedregosa
Re+I+Be/2/P	Regosol éutrico	Litosol	Cambisol éutrico	Media	Pedregosa
Re+I+Tv/1/P	Regosol éutrico	Litosol	Andosol vítrico	Gruesa	Pedregosa
Re+Je/1	Regosol éutrico	Fluvisol éutrico		Gruesa	
Th+Bh+I/2	Andosol húmico	Cambisol háplico	Litosol	Media	
Th+I/2/P	Andosol húmico	Litosol		Media	Pedregosa
Th+To+I/2/P	Andosol húmico	Andosol ócrico	Litosol	Media	Pedregosa
Vp+Hh/3/P	Vertisol pélico	Feozem háplico		Fina	Pedregosa
Vp+Rc/3/P	Vertisol pélico	Regosol calcárico		Fina	Pedregosa

DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS BÁSICOS DE SUELOS

- Andosol: Son suelos poco desarrollados derivados de cenizas volcánicas y otros materiales piroclásticos. Suelen encontrarse en zonas montañosas resultado de la actividad volcánica. Suelen estar ocupados por vegetación templada, particularmente por bosques de coníferas y de encino. Estos suelos suelen ser poco fértiles y muy susceptibles a la erosión, por lo que se recomienda un uso de suelo forestal.
 - húmico: Se forman en cenizas de edad media y viejas en laderas húmedas y templadas. La meteorización está bastante avanzada. Suelos flojos, ricos en alófanos con contenidos altos de sustancias orgánicas.
 - mólico: Se forman en laderas bajas, cálidas y secas en el material de piroclástica antigua. Son andosoles con horizontes A, B, y C con una saturación muy alta.
 - ócrico: Por medio de la erosión y la pérdida de humus los andosoles mólicos se transforman por medio de actividades agrícolas en andosoles ócricos.
 - vítrico: Suelos poco desarrollados formados a partir de cenizas recientes.
- Cambisol: Estos suelos por ser jóvenes y poco desarrollados, se presentan en cualquier clima, menos en las zonas áridas. Puede tener cualquier tipo de vegetación, ya que ésta se encuentra condicionada por el clima y no por el tipo de suelo. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo de roca, ya que en ella se forman terrones, además pueden presentar acumulación de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, hierro, manganeso, etcétera, pero sin que esta acumulación sea muy abundante. También pertenecen a esta unidad, algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate (fase dúrica) siempre y cuando no se encuentren en zonas áridas, ya que entonces pertenecerían a otra unidad como Xerosol o Yermosol. En México son muy abundantes y se destinan a muchos usos. Los rendimientos que permiten varían de acuerdo con la subunidad de Cambisoles de que trate y el clima en que se encuentren. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.
 - calcárico: Se caracterizan por ser calcáreos en todas sus capas, o por tener acumulación de caliche suelto en alguna profundidad, pero con una capa superficial de color claro, o pobre en materia orgánica. Se usan mucho en agricultura de temporal o de riego,

principalmente en el cultivo de granos, oleaginosas u hortalizas y con rendimientos generalmente altos.

- o éutrico: Son suelos saturados de bases en más del 50% entre los 20 y 100 cm de profundidad.
- o háplico: Se caracterizan por presentar solamente lo indicado para la Unidad de Cambisol, sin ninguna de las características señaladas para las subunidades. La vegetación natural que presentan, sus usos y su productividad son muy variados, de acuerdo con el tipo de clima en que se encuentren especialmente en agricultura, proporcionan rendimientos de moderados a altos.
- o vértico: Se caracteriza por tener una capa en el subsuelo de textura arcillosa, que se agrieta cuando está seca. También se usan con pastos y ganado bovino, o para cultivos como caña de azúcar y arroz; en ambos casos con rendimientos de medios a altos.
- Feozem: Son suelos que se encuentran en varias condiciones climáticas, desde regiones semiáridas, hasta templadas o tropicales muy lluviosas, así como en diversos tipos de terrenos desde planos hasta montañosos. Pueden presentar casi cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales. Su característica principal es una capa superficial oscura, sube, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con que cuentan estos dos suelos. Los Feozems son suelos abundantes en nuestro país, y los usos que se les dan son variados, en función del clima, relieve, y algunas condiciones del suelo que dependen de las subunidades. Muchos Feozems profundos y situados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con altos rendimientos. Otros menos profundos, o aquellos que se presentan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad. Sin embargo pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. Como se ve, el uso óptimo para estos suelos depende mucho del tipo de terreno y las posibilidades de obtener agua en cada caso. Su susceptibilidad a la erosión varía también en función de estas condiciones.
- o calcárico: La porción fina del suelo muestra efervescencia fuerte con HCl al 10%. Contiene más del 2% de carbonato de calcio equivalente.
- o háplico: Tienen sólo las características descritas para la unidad de Feozem. Sus posibles utilidades, productividad y tendencia a la erosión dependen también de los factores que se han detallado para todos los Feozems.
- o lúvico: Tiene un horizonte árgico con una capacidad alta de intercambio catiónico y con una saturación de bases mayor al 50% en todo el espesor del horizonte hasta una profundidad de 1 m desde la superficie del suelo.
- Gleysol: Los Gleysols consisten de sedimentos recientes aluviales, que muestran características hidromorfas dentro de los primeros 50 cm a partir de la superficie. Suelen encontrarse en sitios más bajos que los alrededores con un drenaje relativamente lento. Su utilización agrícola puede presentar algunas dificultades por un nivel demasiado alto del manto freático o demasiada salinidad.
- o vértico: Se trata de suelos muy pesados, haciéndolos difíciles de labrar. Por el otro lado, se considera que la fertilidad de estos suelos podría ser alta sin no está restringida por el nivel del agua demasiado superficial por un alto contenido de sales.
- Fluvisol: Se caracterizan por estar formados siempre por materiales acarreados por agua. Están constituidos por materiales disgregados que no presentan estructura en terrones, es decir, son suelos muy poco desarrollados. Se encuentran en todos los climas y regiones de México, cercano siempre a los lagos o sierras desde donde escurre el agua a los llanos, así como en los lechos de los ríos. La vegetación que presentan varía desde selvas hasta

matorrales y pastizales, y algunos tipos de vegetación son típicos de estos suelos como los ahuehuetes, ceibas o sauces. Presentan muchas veces capas alternadas de arena, arcilla o grava, que son producto del acarreo de dichos materiales por inundaciones o crecidas no muy antiguas. Pueden ser someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función del tipo de materiales que lo forman.

- o éutrico: Se caracterizan por presentar sólo las características de la unidad de los Fluvisoles, sin poseer ninguna de las que presentan las otras subunidades. Son los Fluvisoles más abundantes en México. Tienen una gran variedad de usos: bajo riego dan buenos rendimientos agrícolas de cereales y leguminosas. En lugares muy cálidos y húmedos se usan para la ganadería, muchas veces con pastizales cultivados, con buenos rendimientos. En otros casos se utilizan para pastoreo o cultivo de hortalizas. Sus rendimientos varían en función de su textura y profundidad, y del agua disponible en cada caso.
- Litosol: Son suelos que se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por tener una profundidad menor de 10 centímetros hasta la roca, tepetate o caliche duro. Se localizan en todas las sierras de México, en mayor o menor proporción, en laderas, barrancas y malpais, así como en lomeríos y en algunos terrenos planos. Tienen características muy variables, en función del material que los forma. Pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo, y puede ser desde moderada hasta muy alta. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su utilización es forestal; cuando presentan pastizales o matorrales se puede llevar a cabo algún pastoreo más o menos limitado, y en algunos casos se usan con rendimientos variables, para la agricultura, sobre todo de frutales, café y nopal. Este empleo agrícola se halla condicionado a la presencia de suficiente agua y se ve limitado por el peligro de erosión que siempre existe. No se tienen subunidades.
- Regosol: Son suelos que se pueden encontrar en muy distintos climas y con diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son claros y se parecen bastante a la roca que los subyace, cuando no son profundos. Se encuentran en las playas, dunas y, en mayor o menor grado, en las laderas de todas las sierras mexicanas, muchas veces acompañado de Litosoles y de afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su uso agrícola está principalmente condicionado a su profundidad y al hecho de que no presenten pedregosidad. En las regiones costeras se usan algunos Regosoles arenosos para cultivar cocoteros y sandía; entre otros frutales, con buenos rendimientos. En Jalisco y otros estados del centro, se cultivan principalmente granos, con resultados moderados o bajos. En las sierras encuentran un uso pecuario y forestal, con resultados variables, en función de la vegetación que exista. Son de susceptibilidad variable a la erosión.
 - o calcárico: Son suelos ricos en cal. Son los más fértiles de los Regosoles.
 - o éutrico: No presentan características especiales. Son de fertilidad moderada o alta.
 - o districo: Regosoles con pH ácido y muy pobre en nutrientes.
- Rendzina: Estos suelos se presentan en climas cálidos o templados con lluvias moderadas o abundantes. Su vegetación natural es de matorral, selva o bosque. Se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y muy fértil, que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal. No son muy profundos. Son generalmente arcillosos. Cuando se encuentran en llanos o lomas suaves se utilizan sobre todo en Tamaulipas y la península de Yucatán, para sembrar henequén, con buenos rendimientos, y maíz, con rendimientos bajos. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos o moderados, pero con gran peligro de erosión en las laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende

de la vegetación que presenten. Su susceptibilidad a la erosión es moderada. No tienen subunidades.

- **Vertisol:** Son suelos que se presentan en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural de estos suelos va desde las selvas bajas hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises en las zonas del Centro y Oriente de México; y cafés y rojizos en el Norte. Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos, a veces son salinos. Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles pero presentan ciertos problemas para su manejo, ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problema de inundación y drenaje. Estos son los suelos donde se produce la mayor cantidad de la caña de azúcar mexicana, así como el arroz y el sorgo, todos ellos con buenos rendimientos. En el Bajío, además de los cultivos mencionados, se producen granos y hortalizas de riego y temporal. En el Bajío, además de los cultivos mencionados, se producen granos y hortalizas de riego y temporal, así como fresa y otros varios, con rendimientos muy altos. En la costa del Golfo también abundan estos suelos y se siembra en ellos caña de azúcar, maíz y cítricos. En la del Pacífico se les encuentra con frecuencia, sobre todo en Sinaloa y Nayarit, donde se cultivan el jitomate y el chile. En el norte se usan para la agricultura de riego, básicamente de algodón y granos con rendimientos buenos en todos los casos. Para la utilización pecuaria, cuando presenta pastizales, son también suelos muy adecuados, sobre todo en el Norte y Noroeste del país.
- **crómico:** Tiene un horizonte B que en su mayor parte tiene un hue Munsell de 7.5YR y un croma, húmedo, de más de 4, o un hue más rojo que 7.5YR.
- **pélico:** Estos son vertisoles negros o grises oscuros. Se encuentran en las costas, en el Bajío y en la parte sur del país.

HIDROLOGÍA

El deterioro ambiental que México ha experimentado durante décadas está asociado a su crecimiento económico, a una expansión demográfica sostenida y a un proceso irreversible de urbanización. Por razones históricas e institucionales se han generado grandes polos de concentración poblacional y económica que ejercen una severa presión sobre los recursos naturales como el agua cuya problemática requerirá de soluciones integrales y de un extraordinario esfuerzo colectivo (Semarnap, 1996).

Los ecosistemas acuáticos, entre ellos los ríos y sus cuencas hidrográficas, representan la base natural de la economía nacional, al mismo tiempo que constituyen recursos que el país debe conservar, rehabilitar y/o restaurar. En este sentido, su utilización no debe modificar los procesos esenciales que determinan su funcionamiento y por tanto, se deben conocer los umbrales, más allá de los cuales, se rompe su capacidad de autorregulación y sostenimiento. Tal restricción implica establecer un riguroso código de posibilidades de intervención o manejo que deben respetarse para no quebrantar la continuidad de los mecanismos que permiten su permanencia y uso sustentable.

Históricamente los ríos son receptores de la mayoría de los desechos generados por los usos del agua en las actividades, agrícolas, industriales y domésticas. Constituyen ecosistemas lineales, abiertos, cuyas características principales se refieren al flujo y al transporte constante de materiales en dirección al océano; con una gran variedad de mecanismos físicos, químicos y biológicos mediante los cuales pueden asimilar dichos desechos. No obstante, el problema se presenta cuando los contaminantes alcanzan niveles que superan la capacidad asimilativa o umbral, provocando el deterioro no sólo de los usos consuntivos actuales y potenciales sino del ecosistema.

La región de este Ordenamiento pertenece a la cuenca del Alto Balsas. Dos son los acuíferos principales: Atoyac (que incluye en el sistema hídrico a La Malinche) y el acuífero del Nexapa; calculamos que ambos abarcan y atienden (por extracción) la demanda de 2.5 millones de poblanos.

La Región IV Balsas se localiza entre los paralelos 17°13' y 20°04' de latitud Norte y los meridianos 97°25' y 103°20' de longitud Oeste. Cuenta con una superficie hidrológica administrativa de 119 mil 219 km² (y una superficie hidrológica de 117 mil 405.3 km²) equivalente al 6 por ciento del territorio nacional. Incluye en su totalidad al estado de Morelos y parcialmente a los estados de Tlaxcala, Puebla, México, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco, con un total de 422 municipios* (). Para efectos de planeación la Región se ha dividido en tres Subregiones: Alto Balsas (51 mil 412 km²), Medio Balsas (29 mil 290 km²) y Bajo Balsas (38 mil 517 km²).

Dentro de la subregión del Alto Balsas existen 334 municipios que comprenden un total de 6 cuencas, 17 centros urbanos de mediana y grande importancia, con una población de 50 mil habitantes o más, en donde se concentra el 30.8 por ciento de la población total, estos Centros son: San Martín Texmelucan, Puebla, Cholula y Atlixco. En esta subregión se concentra el 69 por ciento de la población, misma que superficialmente ocupa el 39.4 por ciento del total de la región IV Balsas.

Los recursos hídricos que nacen en el Parque Nacional son originados principalmente por el deshielo de los glaciares y la precipitación pluvial, abundante en la región. Las corrientes superficiales pueden ser permanentes o intermitentes, éstas últimas son innumerables durante la época lluviosa. También ocurre gran filtración de agua que va a alimentar corrientes subterráneas. Los ecosistemas de la Sierra efectúan los procesos que permiten la recarga de acuíferos y mantos freáticos que abastecen buena parte del Valle de Puebla-Tlaxcala. El parteaguas de la Sierra Nevada es el origen que divide las aguas tributarias del Océano Atlántico (Golfo de México) de las aguas tributarias del Océano Pacífico, formando dos de las más importantes cuencas de nuestro país. Las corrientes que descienden contribuyen a formar el río Cuautla que alimenta la subcuenca del río Nexapa, tributaria de la cuenca del Balsas. En la vertiente oriental los escurrimientos del macizo montañoso conforman la subcuenca del Atoyac, tributaria también de la cuenca del Balsas, misma que desemboca en el océano Pacífico.

SUBCUENCA DEL RÍO NEXAPA. El río Nexapa tiene origen en la unión de los ríos Alseseca y Apol, que llevan escurrimientos y deshielos del Iztaccíhuatl. Se dirige hacia el Sur y se une al río Mezcala. El río Nexapa recibe numerosos afluentes, principalmente por la margen derecha entre los cuales sobresalen los ríos Apatlaco, Amatzinac y Atila. Hacia el Sur de las subcuencas de los ríos Atoyac y Nexapa se encuentra el Alseseca; este río recibe las aguas de los arroyos Cuatupilco y Achupitzi. Al Norte del río Alseseca nacen los arroyos Pipinahua y Tolimpa, que desembocan en el río Actiopa.

El río Apol baja por el frente sur del Iztaccíhuatl y recibe el caudal de la barranca Tlalquecochcotl del arroyo Nextlacutla, éste río junto con el Alseseca forman el río Nexapa. Los afluentes del río Aguisoc son las barrancas de Tetitla, Zapotal, Aguardientero, Teacalco y el Campanario, este río se transforma en la corriente denominada Barranca Seca que desemboca en el Atila-Huitzilac. La barranca Coahuatlatenco y la barranca Hueyetlaco descienden desde la zona nevada del Popocatepetl y se convierten en el río Matadero, tributario del Atila.

Las barrancas El Americano y Las Minas, que forman la barranca Perales, Xitamotlatlaco y Mataleones, aportan su caudal al río Atila y al Sur se unen al río Nexapa.

SUBCUENCA DEL RÍO ATOYAC. El río Atoyac se origina en el frente Norte del Iztaccíhuatl y sus aguas se dirigen hacia la población de San Martín Texmelucan, en donde es canalizado para riego, cultivos acuícolas y abastecimiento de los poblados aledaños; por esa razón, muchos de los escurrimientos

* El número de municipios se incrementó de 421 a 422 de acuerdo al decreto de creación o incorporación del 1 de enero de 2002, en el que se crea el municipio de Luvianos a partir del municipio de Tejupilco.

desaparecen al llegar a la planicie; sin embargo, hay manantiales que surgen en las faldas del volcán. La del Guajito y la de San Francisco confluyen en la cañada Texcalteca, que aporta a la barranca Cuauxjumulco cerca del poblado de Santa Rita Tlahuapan, en donde se conoce como carranco Texal y desemboca en el río Atoyac (río San Martín).

El río Ayotla surge en la barranca Buenavista y es tributario del río Atoyac. Por otra parte, los arroyos Santa Cruz y San José se fusionan formando el río Santa Elena que desemboca en el río Cotzala, afluente del mismo Atoyac. La vertiente oriental del Iztaccihuatl está cortada por un gran número de cañadas profundas nacientes entre los 4 mil 500 y 4 mil 800 msnm y surgen no sólo por acción del escurrimiento sino por accidentes naturales generados por emanaciones de lava.

Al oriente la Barranca Seca vierte sus aguas al río Cotzala, que se origina a una altura de 5 mil 100 msnm en la cañada Tlatzala, que junto con la cañada Ocoyo provienen de la cima del Iztaccihuatl. La cañada Magna deposita sus aguas en la cañada Huaytitla, que se une a las anteriores para dar lugar a la corriente del río Cotzala, que es represado pero mantiene un flujo perene; el resto de su caudal baja desde los 5 mil msnm y es perene hasta los 3 mil 700 msnm. Afluentes de este río se encuentran el arroyo Huahuatlaco, la cañada Mihuatlaco, los arroyos San Francisco, Tepozantla y Huilostoc y las aguas de Palo Marco que constituyen una corriente en el poblado de San Felipe Teotlatcingo antes de desembocar en el río.

El río Xochiac tiene un carácter perene; nace a los 2 mil 900 msnm como arroyo con el mismo nombre, recibe numerosos afluentes como los arroyos Ixtapalapa, Texcoac, Tepetzitla, Santa Clara y Chiconquiac. Al sur del río Xochiac nace el río Xopanac antes de depositar sus aguas en el Atoyac.

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

Los índices de calidad del agua los cuales son obtenidos agregando, bajo criterios específicos, varios parámetros de calidad del agua dentro de un solo número. Este es el caso del Índice de Calidad del Agua (ICA) que se ha utilizado tradicionalmente en México y que recientemente a Comisión Nacional del Agua empleó para clasificar los cuerpos de agua superficiales a nivel nacional (CNA, 1999).

El ICA tuvo su origen a partir de Brown y McClelland (1973), obtuvo una evaluación numérica del ICA a partir de técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos. Dinius lo modificó en 1987 obteniéndose la siguiente expresión:

$$ICA = \prod_{i=1}^n Q_i^{W_i}$$

Donde W_i son los pesos específicos asignados a cada parámetro (i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno. Q_i es la calidad del parámetro (i), en función de su concentración y cuya calificación oscila entre 0 y 100. $\prod$ representa la operación multiplicativa de las variables Q elevadas a la W .

El ICA arroja un número entre 0 y 100 que califica la calidad, a partir del cual y en función del uso del agua, permite estimar el nivel de contaminación. Los parámetros y los valores de los pesos específicos W_i considerados se presentan a continuación:

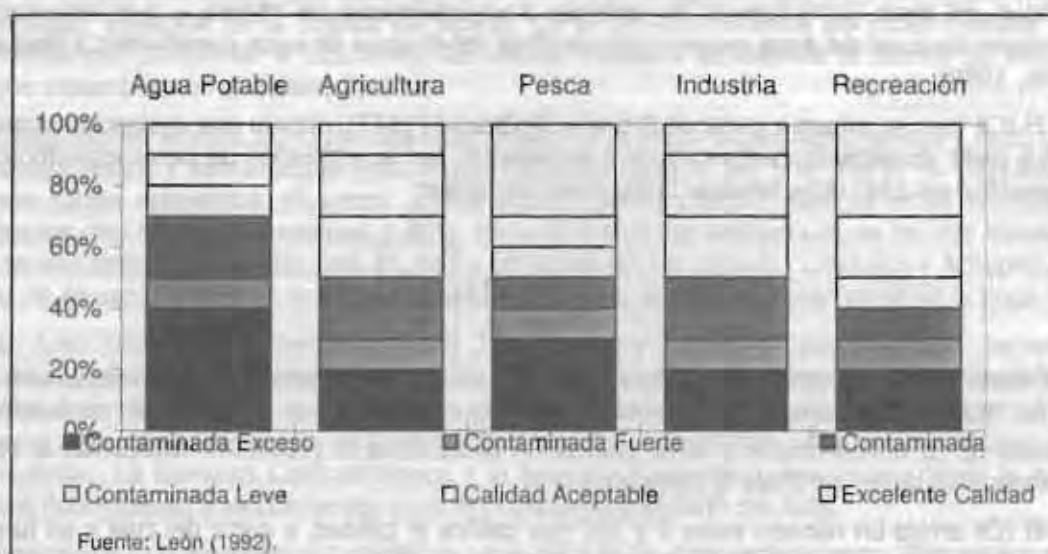
PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA.

Parámetro	(Unidad)	Peso W_i
Oxígeno Disuelto	(OD-% Sat.)	0.103
Demanda Bioquímica Oxígeno	(DBO-mg/l)	0.096

Demanda Química de Oxígeno	(DQO-mg/l)	0.053
Grado Acidez/Alcalinidad	(pH -)	0.063
Sólidos Suspendidos	(SST-mg/l)	0.033
Coliformes Totales	(ColiT-NMP/100 ml)	0.083
Coliformes Fécules	(ColiF-NMP/100 ml)	0.143
Nitratos	(NO3-mg/l)	0.053
Amonio	(NH3-mg/l)	0.043
Fosfatos	(PO4-mg/l)	0.073
Fenoles	(Fenol-µg/l)	0.033
Diferencia Temperatura	(DT-°C)	0.043
Alcalinidad como CaCO3	(AlcT-mg/l)	0.055
Dureza como CaCO3	(DurT-mg/l)	0.058
Cloruros	(Clor-mg/l)	0.068

Fuente: IMTA, 2002.

Se muestran a continuación los intervalos de calificación del ICA en función del uso del agua (León, 1992).



El índice considera cinco usos del agua: potable (AP), agricultura (Agr), pesca (Pes), industrial (Ind.) y recreación (Rec). Además se definen seis intervalos de estado de calidad del agua: (E) excelente; (A) aceptable; (LC) levemente contaminada; (C) contaminada; (FC) fuertemente contaminada y (EC) excesivamente contaminada.

En función de esta clasificación, se establecieron criterios que dependiendo del uso al que se destina el agua se indican las medidas correctivas o límites aconsejables (Dinius, 1987; León, 1991; León, 1992). Es importante mencionar que dichos criterios deberán ser analizados para cada caso en particular.

Se muestran algunos ejemplos y a continuación se presentan dichos criterios o puntos de referencia (León, 1992):

Fig. 17. Criterios generales según el índice de calidad del agua.



Gráfica tomada de León, 1992.

E; E; excelente; A; aceptable; LC; levemente contaminada; C; contaminada; FC; Fuertemente contaminada; EC; Excesivamente contaminada.

USO COMO AGUA POTABLE

Rangos	Escala de calidad	Especificidades
90-100	E	No requiere purificación para consumo
80-90	A	Purificación menor requerida
70-80	LC	Dudoso su consumo sin purificación
50-70	C	Tratamiento potabilizador necesario
40-50	FC	Dudosa para consumo
0-40	EC	Inaceptable para consumo

USO EN AGRICULTURA

Rangos	Escala de calidad	Especificidades
90-100	E	No requiere purificación para riego.
70-90	A	Purificación menor para cultivos que requieran de alta calidad de agua
50-70	LC	Utilizable en mayoría de cultivos
30-50	C	Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos
20-30	FC	Uso sólo en cultivos muy resistentes.
0-20	EC	Inaceptable para riego.

USO EN PESCA Y VIDA ACUÁTICA

Rangos	Escala de calidad	Especificidades
70-100	E	Pesca y vida acuática abundante
60-70	A	Límite para peces muy sensitivos
50-60	LC	Dudosa la pesca sin riesgos de salud
40-50	C	Vida acuática limitada a especies muy resistentes
30-40	FC	Inaceptable para actividad pesquera
0-30	EC	Inaceptable para vida acuática

USO INDUSTRIAL

Rangos	Escala de calidad	Especificidades
90-100	E	No requiere purificación.
70-90	A	Purificación menor para industrias que requieran alta calidad de agua para operación.
50-70	LC	No requiere tratamiento para mayoría de industrias de operación normal
30-50	C	Tratamiento para mayoría de usos
20-30	FC	Uso restringido en actividades burdas
0-20	EC	Inaceptable para cualquier industria.

USO RECREATIVO

Rangos	Escala de calidad	Especificidades
70-100	E	Cualquier tipo de deporte acuático
50-70	A	Restringir los deportes de inmersión, precaución si se ingiere dada la posibilidad de presencia de bacterias.
40-50	LC	Dudosa para contacto con el agua
30-40	C	Evitar contacto, sólo con lanchas

20-30	FC	Contaminación visible, evitar cercanía
0-20	EC	Inaceptable para recreación

Los conceptos arriba mencionados están en el código de cómputo denominado como sistema ICASIS que permitió calcular el valor del ICA (León, 1991).

El Índice de Calidad del Agua (ICA), como forma de agrupación simplificada de dichos parámetros, es una manera de comparar y/o conocer el estado, deterioro o mejora de la calidad en un cuerpo de agua, sin embargo, pueden obtenerse diagnósticos o apreciaciones erróneas debido a la simplificación.

Por las simplificaciones muchas veces se tiene el riesgo de asumir una condición de calidad del agua que no corresponde a una situación real en el tiempo y en el espacio. Por ejemplo, el índice no considera la presencia de tóxicos en el agua como metales pesados, plaguicidas y sustancias orgánicas como las derivadas del petróleo. Así, es posible tener un valor aceptable del ICA acompañado de concentraciones elevadas de algún tóxico que superen la concentración considerada como dañina a la vida acuática.

El índice no tiene la capacidad de mostrar los efectos acumulativos que provocan los tóxicos u otros parámetros en el tiempo y mucho menos los efectos sinérgicos o antagónicos provocados sobre los organismos que ahí habitan o alguna otra condición. Se pueden tener valores adecuados del ICA y sin embargo ser un sistema severamente alterado por no permitir el desarrollo de una comunidad de organismos sana y diversa.

Con el propósito de efectuar y mantener actualizada la clasificación de los cuerpos de agua, en función de su calidad se tienen en operación 68 estaciones de la Red Nacional de Monitoreo, en la Cuenca del río Balsas para la medición de parámetros en cuerpos de aguas superficiales, subterráneos y costeros con una distribución por estado y subregión, como se muestra en el siguiente cuadro.

Subregión	Estados	Superficial		Subterránea		Costera	Total
		1º.	2º.	Referencia	1º.		
Alto Balsas	Tlaxcala		3				3
	Puebla	4	8	3	4		19
	Morelos	1	13	3	3		20

Referencia = Evolución de la calidad del agua del acuífero en condiciones naturales.

Fuente: Subgerencia Regional Técnica, CNA, 2000.

Para evaluar la calidad del agua se utilizan dos parámetros indicadores de la misma, que muestran la influencia antropogénica desde el punto de vista de la afectación por la presencia de centros urbanos e industriales que por sus características producen desechos líquidos de calidad diferenciable. Para ello, se consideró utilizar en principio a la Demanda Bioquímica de Oxígeno y a la Demanda Química de Oxígeno (DBO5 y DQO respectivamente), parámetros que permiten reconocer gradientes de agua que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de aguas residuales domésticas, industriales o de ambas.

Se pretende que a mediano plazo se pueda conocer la influencia de la actividad agrícola o de la afectación de los suelos a través del impacto de los nutrientes y la afectación ambiental mediante indicadores biológicos y toxicológicos.

CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

En la Región Balsas se realizan mediciones sistemáticas de los parámetros de calidad de las aguas superficiales y cálculos de los ICA correspondientes, en las estaciones de monitoreo localizadas en Puebla, tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuerpo de agua	Calidad del agua de acuerdo al uso				Color (con bases en el ICA)	ICA 2000
	Fuente de abastecimiento	Recreación	Pesca y vida acuática	Industrial y agrícola		
Río Nexapa (Los Molinos)	Apto	Apto	No Apto	Apto	Amarillo	59.5
Río Nexapa (Las Fajanas)	No Apto	No Apto	No Apto	Apto	Rojo	38.2
Río Nexapa (Puctla)	No apto	No apto	No apto	No apto	Negro	23.1
Río Nexapa (Centro)	Apto	Apto	Apto	Apto	Amarillo	56.9
Río Atoyac (Tlanalapan)	No apto	No Apto	No apto	Apto	Rojo	38.2
Río Atoyac (Xicohtzingo)	No apto	No apto	No apto	Apto	Morado	32.9
Río Atoyac (La autopista)	No apto	No apto	No apto	No apto	Morado	26.1
Río Atoyac (San Martín)	No apto	No apto	No apto	No apto	Morado	24.1
Río Atoyac (Echeverría)	No apto	No apto	No apto	No apto	Morado	20.5

Fuente: Subgerencia Regional Técnica, CNA, 2000.

Los cuerpos de agua superficiales localizados en la Subregión Alto Balsas presentan en general condiciones de altamente contaminados, que es consecuencia de un acelerado crecimiento de la población de los centros urbanos, de los estados de Morelos, Puebla y Tlaxcala. Este incremento poblacional ha estado acompañado por un creciente Desarrollo Industrial con importantes secuelas contaminantes. En la zona urbana-industrial de Morelos se generan principalmente contaminantes asociados a las descargas municipales, junto con descargas de industrias manufactureras de la zona de Corredor Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC).

En el caso de la cuenca del río Atoyac, en la que se asientan las ciudades de Puebla y Tlaxcala, junto con otras de menor tamaño, pero también de acelerado desarrollo, además de las descargas industriales existen numerosas descargas municipales que se vierten directamente a las corrientes, sin control ni medición, y menos aún con algún tratamiento. Los principales agentes contaminantes de la zona industrial corresponden a la industria textil, así como a empresas embotelladoras, que producen un incremento notable en los niveles de DBO.

Durante los periodos de estiajes de la Subregión Alto Balsas, en los que la mayor parte de los escurrimientos de las corrientes superficiales están constituidos por aguas residuales la presa Manuel Ávila Camacho (Valsequillo) se convierte en almacenamiento de aguas con una alta concentración de contaminantes. Al iniciarse la temporada de lluvias, se genera un proceso natural de dilución, que mejora de manera temporal la calidad del agua, pero se mantiene con niveles de ICA que corresponden a niveles de altamente contaminados.

Los monitoreos muestran alta contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en las cuencas Alto Atoyac y Nexapa. Existe contaminación puntual por los efluentes urbanos e industriales no tratados o con tratamiento deficiente en las principales zonas urbanas como San Martín Texmelucan, Cuautlancingo, San Pedro Cholula, Huejotzingo, Tepeaca, Atlixco e Izúcar de Matamoros en Puebla que pertenecen a la Subregión Alto Balsas. Así, se contaminan rápidamente las corrientes superficiales y existe un riesgo potencial para los acuíferos que sirven de fuente de abastecimiento de agua potable en las ciudades. La contaminación de las aguas disminuye su disponibilidad y eleva los costos de tratamiento para su utilización en otros usos.

Existe sobreexplotación de los acuíferos Huamantla-Libres-Oriental-Perote, Tecamachalco, Tepalcingo-Axochiapan y Alto Atoyac. Durante las últimas décadas se ha registrado un descenso continuo de los niveles de bombeo con el consecuente encarecimiento de los costos de explotación, situación que representa una amenaza para la preservación de dichas fuentes de abastecimiento y en consecuencia para el desarrollo socioeconómico que depende de ellas principalmente en la Subregión Alto Balsas.

CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

De acuerdo a estudios realizados en la Región, el agua subterránea no presenta problemas de calidad, se puede decir que las aguas subterráneas pueden utilizarse para cualquier actividad, que incluye el consumo humano y sólo en este caso requiere de un proceso de desinfección para asegurar su potabilidad y evitar daños a la salud, pero en general, la calidad del agua subterránea es apta para todo uso.

BALANCE HIDROLÓGICO

AGUAS SUPERFICIALES

En la Región Balsas IV se tiene una precipitación media anual del orden de 929 mm; lo que representa un volumen anual de 108 mil 716 hm³/año; estos generan un volumen anual de escurrimiento de 24 mil 273 hm³/año; constituidos por 6 mil 851 hm³ escurridos en la Subregión Alto Balsas; 7 mil 463 hm³ escurridos en el Medio Balsas y 9 mil 959 hm³ en la Subregión Bajo Balsas más un volumen de 211 hm³/año correspondiente a retornos, con una oferta potencial de 24 mil 484 hm³/año. Del volumen que escurre en la Región del río Balsas se extraen para usos consuntivos 7 mil 210 hm³/año; para exportaciones a otras cuencas (Sistema Cutzamala) 629 hm³, y pérdidas por evaporación mil 189 hm³/año, queda un volumen de 9 mil 28 hm³/año, resulta un volumen excedente de aguas superficiales de 15 mil 456 hm³/año, que se descargan al mar a través de la desembocadura del río Balsas, de éstos, 12 mil 669 hm³/año son previamente aprovechados para generación de energía en las hidroeléctricas de Infiernillo y La Villita.

De acuerdo a lo anterior, se estima un volumen potencial disponible de 24 mil 484 hm³/año; de los cuales se tienen comprometidos 21 mil 727 hm³/año, queda una disponibilidad media a la salida del orden de 2 mil 757 hm³/año. La problemática de la escasez del agua superficial en la Región IV Balsas depende de una serie de variables particulares propias de cada Subregión o subcuenca; sin embargo, se observan algunos patrones generales relacionados con el incremento de la demanda debido a usuarios agrícolas irregulares, además del bajo control y regularización de las dotaciones de agua.

AGUAS SUBTERRÁNEAS

Dentro de los límites territoriales de la Región IV Balsas se incluyen 40 acuíferos, que captan como recarga renovable un volumen de 3 mil 967 hm³/año, frente a una extracción de mil 234 hm³/año, de donde se obtiene una diferencia que representa una reserva o disponibilidad de 2 mil 733 hm³/año. De lo anterior se desprende que de la recarga total que captan los acuíferos de la Región se utiliza aproximadamente el 31 por ciento y queda una disponibilidad del 69 por ciento, lo cual conduce a calificar la Región IV Balsas, desde el punto de vista de su balance geohidrológico cuantitativo, como una zona en condiciones generales de subexplotación.

Unidad Hidrológica (acuífero)	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
Cifras en millones de metros cúbicos						
Valle de Tecamachalco	157.10	0.00	189.191151	159.2	0.000	-32.091151
Libres-Oriental	179.30	20.00	142.030510	103.0	17.0269490	0.00000
Atlixco-Izucar de Matamoros	244.30	83.88	152.068372	129.1	8.351626	0.00000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000.

Fuente: Subgerencia Regional Técnica, CNA, 2000.

Sin embargo, los acuíferos Alto Atoyac, Tecamachalco, Libres-Oriental están oficialmente sobreexplotados. Adicionalmente, existen los llamados conos de desabasto en la región Amozoc-Puebla-Cholula (ver mapa correspondiente)

Un reporte del Sistema Operador de Agua Potable y Alcantarillado (SOAPAMA) del municipio de Atlixco indica que el acuífero Alto Atoyac "recibe una recarga renovable de 94 millones de metros cúbicos por año frente a una extracción, a través de 668 aprovechamientos, de 112.45 Mm³ por año", y agrega que ello redundará en un "volumen de sobreexplotación resultante de 18.35 Mm³ al año, que se extrae a costa de la reserva no renovable del acuífero, lo cual permite calificarlo como una zona de escasez y competencia" (Formulación del Plan de Gestión Integral del agua y de la cuenca del río Nexapa, mayo de 2004).

La disminución de mantos freáticos lleva al fenómeno de colapso de suelo, cuyo soporte subterráneo es la propia agua. Tal es el caso de lo que ha ocurrido en la planta Volkswagen.

Para este trabajo fue realizado un muestreo puntual para la región completo del ordenamiento regional en los tres estados involucrados: México, Morelos y Puebla. Esto fue así por la necesidad de comprender la región como un sistema completo.

El estudio que engloba este informe se realizó en 18 municipios pertenecientes a cuatro subcuencas que comprendieron los estados ya mencionados. En la tabla siguiente son mostrados los resultados para las subcuencas del lado poblano. La elección de los sitios de monitoreo se llevó a cabo de manera azarosa con el apoyo de las cartas topográficas de dichos estados, tomando en cuenta si eran afluentes principales o ramales, independientemente de si se ubicaban cerca de un poblado, una cañada, por arriba de la cota de los 2 mil 500 m o por debajo de ésta.

INTERVALO DE ALTITUD A LA CUAL SE REALIZARON LOS MONITOREOS PARA CADA MUNICIPIO Y SUBCUENCA.

Subcuenca	Municipio	Altitud (msnm)
Atoyac	Calpan	2320-2600
	Chautzingo	2390-2650
	Huejotzingo	2250
	J.C. Bonilla	2200
	San Salvador el Verde	2090-2200
	Tlahuapan	1990-2180
Nexapa	Atlixco	1070-2500
	Atzitzihuacan	1810-2030
	Huaquechula	1550
	Nealtican	2200
	San Nicolás de los Ranchos	2200-3550
	Sta. Isabel Cholula	2000-2050
	Tecuanipan	2100
	Tepeojuma	1500-1600
	Tochimilco	1550-2842

Fuente: Muestreo equipo FES Zaragoza/ UNAM. Los métodos que se utilizaron para cada uno de los parámetros físicos, químicos y biológicos se señalan en anexos.

Del análisis fisiográfico, de los recorridos por el muestreo en campo, se desprende que la mayoría de los escurrimientos tienen su origen en las aguas de deshielo de los volcanes del Popocatepetl e Iztaccihuatl, ya sean superficiales o subterráneas. En su recorrido por los diferentes municipios, gran parte del recurso acuático es desviado en ramales que son utilizados como agua para uso potable, actividades industriales y agrícolas, reduciendo de esta manera el gasto del escurrimiento.

Por otra parte, varios escurrimientos de poco caudal conforman por la unión entre ellos un escurrimiento con mayor gasto, favoreciendo las actividades en los diferentes poblados por los cuales transita a través del estado. Durante este proceso los ecosistemas acuáticos sufren modificaciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos, con un alto deterioro de la calidad de agua, por efecto de las descargas de agua municipales, fábricas de textiles, tintas y otros giros, que son vertidas a los escurrimientos principales sin un tratamiento adecuado.

Asimismo, algunos escurrimientos que nacen en los volcanes por arriba de la cota de los 2 mil m, en el municipio de Tlahuapan y San Nicolás de los Ranchos principalmente, son utilizados para actividades acuícolas de manera intensiva para la producción de trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*) en estanques rústicos. Esto se debe a que el agua de estos escurrimientos registra bajas temperaturas (entre 8 y 11 °C), altas concentraciones de oxígeno disuelto (cercasas al 100 por ciento de saturación), pH neutros a ligeramente alcalinos, productivas (alcalinidad < de 70 mg/l), sólidos sedimentables menores de 0.3 ml/l, elementos indispensables para la sobrevivencia de los peces.

De manera global, se obtuvo que la mayoría de los parámetros en las cuatro subcuencas manifestaron un comportamiento en función de la altitud. A mayor altitud, los valores,

concentraciones o unidades de temperatura ambiente y del agua, pH, alcalinidad y dureza total, pOR, conductividad, DBO, DQO y coliformes totales y fecales fueron menores en comparación cuando los registros que se realizaron a menores altitudes. Esto se debe a que el gasto de los escurrimientos se ve reducido por la desviación del caudal para actividades agrícolas o industriales, así como por el aporte de las aguas municipales que son vertidas hacia los sistemas acuáticos sin que se les haya realizado algún tratamiento para reducir los niveles de contaminantes, principalmente por materia orgánica.

SUBCUENCA ATOYAC. En esta subcuenca se realizaron los muestreos en 21 localidades pertenecientes a seis municipios, ubicados entre los mil 990 a los 2 mil 650 msnm. La mayoría de los escurrimientos fueron monitoreados al menos en dos puntos diferentes y los valores obtenidos fueron similares para casi todos los parámetros a excepción de la temperatura del agua que varió de 1 a 5 °C entre ambas localidades, aún cuando el tiempo de muestreo fue de dos horas por la mañana o por la tarde.

El recurso acuático en estas localidades se puede clasificar como aguas suaves (< de 50 mg/L), productivas (> de 40 mg/L de CaCO_3 , 0.002 a 0.92 mg/l de ortofosfatos; 0.16 a 0.32 mg/l de N-nitritos), ligeramente alcalinas (pH entre 7.5 y 7.9 unidades), bien oxigenadas (oxígeno disuelto de 7 mg/L en promedio) y con base en la NOM-001-ECOL-1996, los valores de sólidos totales, sedimentables, DBO, DQO y metales pesados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales que se establecen para las aguas de los ríos y embalses naturales y artificiales.

Con respecto al gasto correspondiente a cada una de las localidades, se registró que en el segundo sitio del mismo escurrimiento, como por ejemplo el río Actiopa, disminuyó en un 30 por ciento, al pasar de 0.12 a 0.08 m³/s en una distancia no mayor de 10 km, así como en el río Apol y Xochiac. En otros escurrimientos la disminución del nivel del gasto fue de más del 50 por ciento, como ocurre en el río Cotzala, cuyo gasto pasa de 0.238 a 0.016 m³/seg. Probablemente el recurso hídrico está siendo utilizado para ciertas actividades, o bien la tasa de filtración durante su recorrido es muy alta, debido a la permeabilidad del suelo.

Desde el punto de vista biológico, los valores obtenidos para coliformes totales y fecales rebasan los máximos permisibles (1000 NMP/100 mL) establecidos por las NOM, por lo que se puede considerar a estas aguas como altamente contaminadas, factor atribuible a las descargas domésticas e industriales que se vierten al escurrimiento durante su trayecto.

Aún cuando algunos de los valores se encuentren dentro del intervalo adecuado para el desarrollo de la vida acuática, este recurso sólo puede ser utilizado para riego, debido al considerable contenido de coliformes presentes, aunque faltarían algunos parámetros para una mejor evaluación de la calidad del agua.

SUBCUENCA NEXAPA. En esta se monitorearon 40 localidades correspondientes a doce municipios. Las altitudes oscilaron entre los mil 500 y 3 mil 550 msnm. La temperatura del agua incrementó conforme disminuyó la altitud, con registro entre 11.5 y 27 °C dependiendo del municipio, siendo Atlixco en donde prevalecieron los valores más altos.

La alcalinidad, dureza total y conductividad del agua incrementaron de la misma manera que la temperatura, factor debido a la lixiviación que se produce durante el recorrido de cada uno de los escurrimientos; sin embargo, los valores no rebasan los límites máximos establecidos en la NOM.

Es en esta subcuenca donde los cauces presentaron valores de hasta 4 mil m³/s como por ejemplo el río Cantarranas y con menor gasto el río Atlimeyaya, ubicados en el municipio de Atlixco, aunque se registraron ríos con valores menores a 1 m³/s. Ambas localidades corresponden a un mismo escurrimiento, que forma el recurso hídrico más importante del estado así como de estos municipios, que es el río Nexapa y que después recibe el nombre de Atoyac.

Los valores más altos de DBO y DQO así como de coliformes totales y fecales corresponden a varios sitios de muestreo que fueron Axuxuca, del municipio de Atzitzihuacan, el río Nextlacutla de

San Nicolás de los Ranchos y el cauce del río Nexapa que inicia en el municipio de Atlixco y que se monitorea en sus diferentes localidades hasta el municipio de Tepeojuma. De acuerdo con la normatividad establecida, rebasa los límites máximos permisibles para el uso de aguas para la vida acuática, así como para riego.

Por último, con respecto a los metales pesados, los valores se encuentran dentro de los intervalos establecidos por la NOM, aunque es necesario revisar con más cuidado los valores puntuales que se registraron para cada una de las localidades. Es importante mencionar que a pesar de que en estos municipios se encontraron valores de gasto más elevados, varios escurrimientos se unen para formar uno solo y con un caudal importante, por ejemplo el Nexapa-Atoyac y el Atila-huitzilac.

Se incorporan a estos cauces descargas domésticas e industriales de diferentes giros de manufactura que deterioran la calidad del agua; arrastran además de los contaminantes descritos una gran cantidad de residuos municipales de gran tamaño, así como plaguicidas y pesticidas, nocivos para la biota acuática haciéndola susceptible de alto riesgo, por lo que se presenta una baja depuración.

Aunque en los recorridos realizados por los diferentes municipios se encontraron pozos y ojos de agua de buena calidad susceptibles de ser usados como agua para consumo humano, en algunas localidades el agua se emplea para plantaciones ornamentales.

Con base al programa de análisis de multicriterio, se considera que la subcuenca de Atoyac es la menos contaminada.

VEGETACIÓN. CATEGORÍAS

Las categorías originales de uso de suelo y vegetación que utiliza INEGI para su cartografía en escala 1:50,000 resultan muy numerosas y detalladas para los propósitos de este análisis. Su uso sería metodológicamente muy complicado y el resultado en extremo confuso. Por ello se agrupan las categorías originales en categorías más amplias, que tienen un significado más claro desde los puntos de vista ecológico, socioeconómico y de conservación. A continuación se da un listado de las nuevas claves y categorías, con la explicación de cada una de ellas.

B_CO BOSQUE CONSERVADO

Esta categoría está constituida por las asociaciones de bosques templados primarios que dominan la zona y por selva baja caducifolia madura en la transición hacia climas tropicales. A continuación se describen las asociaciones básicas más importantes de las comunidades primarias de los bosques templados:

BOSQUE DE OYAMEL. La especie dominante es la conífera *Abies religiosa*. Tiene un rango altitudinal entre 2 mil 700 a 3 mil 500 m, una precipitación media anual entre mil y mil 400 mm y una temperatura media anual entre 7.5 y 13.5°C. El dosel suele estar entre los 20 y 40 m sobre el nivel del suelo. Los suelos son típicamente profundos, bien drenados pero húmedos todo el año. Los bosques de oyamel que se observan en México están confinados a las laderas de cerros, a menudo protegidos de la acción de vientos fuertes y de insolación intensa. En muchos sitios se hallan limitados a cañadas o barrancas más o menos profunda que ofrecen un microclima especial. No se desarrollan sobre terrenos planos o poco inclinados, pero tal hecho quizá está en función de la escasez de estos terrenos en la zona montañosa y en parte a la influencia humana.

BOSQUE DE PINO. Existen muchas especies de pino y las asociaciones dominantes dependen de la altitud y la humedad.

De los 2 mil 350 a los 2 mil 600 se encuentra la asociación dominada por *Pinus leiophylla*. Forman un dosel de 8 a 10 m sobre el nivel del suelo. Frecuentemente se encuentran con especies de *Quercus* y están asociados a altos niveles de perturbación.

De los 2 mil 500 a los 3,100 m de altitud se encuentran asociaciones dominadas por *P. montezumae*. Forma un dosel de 20 a 30 m sobre el nivel del suelo y está frecuentemente asociado con especies de los géneros *Quercus*, *Abies*, *Arbutus*, *Alnus*, *Salix* y *Buddleia*.

De los 2 mil 700 a los 3 mil m de altitud prosperan comunidades dominadas por *P. rudis*. El dosel se forma entre los 20 y 30 m sobre el nivel del suelo. Se asocian con incendios. Suelen presentarse también los géneros *Quercus*, *Alnus* y *Juniperus*. Son los más secos de los pinares.

En el piso altitudinal más alto, entre los 2 mil 900 y los 4 mil m, se encuentra el bosque de *P. hartwegii*. Forma un dosel de entre 5 y 20 m sobre el nivel del suelo, tienen una densidad variable y forma asociaciones con *Alnus firmifolia*.

Además de las comunidades mencionadas suelen encontrarse *P. pseudostrabus* y *P. patula* en sitios húmedos y *P. teocote* en climas más secos.

BOSQUE DE ENCINO. Las asociaciones de bosques de encino son todavía más complejas que las del pino y se entremezclan con muchos tipos de vegetación. En la zona de estudio encontramos las siguientes asociaciones.

Bajo los 2 mil 500 m se encuentran asociaciones de *Quercus laeta*, *Q. deserticola*, *Q. crassipes*, *Q. obtusata*, *Pinus leiophylla*.

Entre 2 mil 500 y los 2 mil 800 m de altitud aparecen asociaciones de *Q. rugosa* con *Q. mexicana*, *Q. crassipes*, *Arbutus xalapensis*, *Pinus*, *Cupressus*, *Garrya* y *Clethra*. El dosel se forma de 3 a 25 m sobre el nivel del suelo.

De 2 mil 800 a 3 mil 100 se encuentra la asociación de *Q. laurina* con *Q. crassifolia*, *Q. rugosa*, *Abies*, *Arbutus*, *Juniperus* y *Pinus*.

Solamente en la parte septentrional están *Q. microphylla*, *Q. greggii* y *Q. mexicana* con dosel de 3 a 5 m sobre el nivel del suelo. Son relativamente abiertos y secos.

B_PB BOSQUE CON PERTURBACIÓN BAJA

BOSQUE SECUNDARIO. Corresponden a comunidades secundarias de otros tipos de bosque, principalmente de oyamel y pinos.

Está formado principalmente por comunidades puras o asociadas de *Alnus firmifolia* (Ilite, Alle o Allite), desarrollándose en sitios de pendiente moderada a fuerte.

BOSQUE DE GALERÍA. Este tipo de vegetación recibe este nombre porque forma corredores alrededor de los cursos de agua. Se incluyen con los bosques de perturbación baja por su afinidad florística y geográfica.

En la zona de estudio, los géneros que dominan este tipo de vegetación son *Alnus*, *Salix*, *Taxodium*, *Fraxinus* y *Populus*. Como especie secundaria se presenta el arbusto *Baccharis glutinosa*.

B_PM BOSQUE CON PERTURBACIÓN MEDIA

Se refiere a bosques abiertos donde se tienen como componentes importantes de la cobertura vegetal matorral, pastizal o cultivos, pero el componente predominante es la cobertura de árboles.

B_PF BOSQUE CON PERTURBACIÓN FUERTE

Se refiere a bosques abiertos donde se tienen como componentes importantes de la cobertura vegetal matorral, pastizal o cultivos, siendo cualquiera de estos últimos el componente predominante.

B_PS BOSQUE CON PERTURBACIÓN SEVERA

BOSQUE DE TÁSCATE. Comunidad arbórea o arbustiva dominada por *Juniperus deppeana* que se desarrolla entre los 2 mil 450 y 2 mil 800 m de altitud en zonas con un rango de precipitación anual de 600 a 800 mm y una temperatura anual entre 11 y 14°C. Presenta un dosel de 3 a 6 m de altura sobre el nivel del suelo. Se interpreta como una fase de sucesión tras el retiro de los pinos y de los encinos y con frecuencia se crece en suelos erosionados.

También incluye bosques abiertos donde la cobertura vegetal está dominada en primer lugar por matorral y en segundo lugar por pastizal.

BC BOSQUE CULTIVADO

Se refiere a bosques sembrados explícitamente con la intención de aprovechamiento y pueden cultivarse con especies nativas como el pino o con especies exóticas como el eucalipto.

VSA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA

Vegetación dominada por matorral sin cobertura arbórea.

CHAPARRAL. Es una comunidad arbustiva de 20 a 100 cm sobre el nivel del suelo dominada por *Quercus frutex* asociado a *Dasyllirion*, *Nolina*, *Pithecellobium* y *Rhus*. Se desarrolla en un amplio rango de altitud (de 2 mil 350 a 3 mil 100 m) y se trata definitivamente de una comunidad inducida y mantenida por el fuego.

MATORRAL DE JUNIPERUS. El matorral de *Juniperus monticola* llega a tener hasta 6 m de alto y en ocasiones es mal llamado bosque. Se establece principalmente sobre suelos rocosos, entre los 2,450 y 2,800 m de altitud, con una temperatura promedio de 11 a 14°C y con una precipitación anual de 600 a 800 mm. Entre las especies acompañantes se presentan: *Quercus microphylla*, *Gymnosperma glutinosum*, *Archibaccharis serratifolia* y *Stevia tomentosa*. Esta comunidad se localiza en las laderas de los volcanes y constituyen aparentemente una fase sucesional que conduce hacia bosque de oyamel.

MATORRAL INERME. Esta comunidad vegetal es más bien secundaria derivada de la perturbación a la vegetación original por las actividades humanas. La especie más frecuente es *Baccharis conferta*, que se presenta tanto en el bosque de oyamel como en el de pino e inclusive en el de encino. Otros géneros dominantes en estas comunidades son los de *Eupatorium* y *Senecio*.

PZ PASTIZALES

PASTIZALES INDUCIDOS. Se encuentran formados por *Hilaria cenchroides*, *Buchloe dactyloides*, *Asistida*, *Bouteloua*, *Lycurus*, *Erioneuron* y *Erneapogon*. Estas comunidades son consideradas como secundarias en el la zona inducidas por fuego.

PASTIZALES ALPINOS. Se establecen entre los 4 mil y los 4 mil 500 m. Estas comunidades son abiertas y presentan gramíneas amacolladas que varían en altura de 30 a 80 cm. El estrato rasante se limita a unos 5 cm. son comunidades bien definidas en donde los musgos y plantas "acojinadas" de terminan la fisonomía. Las especies más comunes son *Festuca tolucensis*, *F. livida*,

Calamagrostis tolucensis, *Draba jorullensis*, *Arenaria bryoides*, *Senecio procumbens*, *S. gerberifolius*, *S. mairetianus*, *Alchemilla procumbens*, *A. volcanica*, *Lupinus aschebornii*, *Penstemon gentianoides*, *P. roseus*, *Cirsium nivale*, *C. ehrenergii*, *Gnaphallum liebmanii*, *Luzula racemosa*, entre otras. En lugares muy húmedos es abundante *Carex peucophila*.

PASTIZALES SUBALPINOS. Los pastizales subalpinos o zacatonales, se caracterizan por la presencia de gramíneas amacolladas que oscilan entre 60 y 120 cm de altura y se localizan en altitudes de 2 mil 700 a 4 mil 300 m de altitud. Frecuentemente se trata de comunidades secundarias inducidas llamadas también pastizal inducido por la substitución de la vegetación original o por la destrucción del bosque de pino previa a su establecimiento. A pesar de que su fisonomía es muy homogénea, las especies dominantes de estas comunidades varían de acuerdo a la altitud formando cinturones definidos. Esto mismo se observa en las características del suelo y la topografía.

Los pastizales de *Calamagrostis tolucensis* y *Festuca tolucensis* se distribuyen en altitudes de 3 mil 500 a 3 mil 600 de altitud. Ocupan especialmente los valles en el interior de los conos de volcanes donde existen suelos profundos con drenaje deficiente.

Los zacatonales de *Muhlenbergia macroura* se establecen sobre laderas y valles, dentro del rango altitudinal que va de 3 mil 200 a 3 mil 500 m de altitud. Otro elemento frecuente en esta comunidad es *M. cuadridentata*.

Festuca amplissima y *Stipa ichu* son la especies dominantes en los zacatonales de altitudes que van de 2 mil 500 a 3 mil 300 m, principalmente en claros de bosques de oyamel y de pino.

PRADERA DE POTENTILLA. Se encuentra entre los 2 mil 900 a 3 mil 000 m de altitud, sobre suelos mal drenados, en los claros de bosque de oyamel y bosque de pino. Esta comunidad vegetal presenta dos etapa estacionales, una seca en la que predomina *Potentilla candicans*, especie rastrera y otra temporada muy húmeda donde predominan plantas de mayor altura como gramínea y ciperáceas: *Muhlenbergia repens*, *Deschampsia pringlei*, *Vulpia myurus*, *Cyperus sesleroides* y *Carex peucophila*.

TA AGRICULTURA ANUAL DE TEMPORAL

Zonas agrícolas donde predominan cultivos anuales y semipermanentes de temporal.

TP AGRICULTURA PERMANENTE DE TEMPORAL

Zonas agrícolas donde dominan cultivos permanentes de temporal.

RA AGRICULTURA ANUAL DE RIEGO

Zonas agrícolas donde dominan cultivos anuales y semipermanentes de riego.

RP AGRICULTURA PERMANENTE DE RIEGO

Zonas agrícolas donde dominan cultivos permanentes y de riego.

DV DESPROVISTO DE VEGETACIÓN

Está constituida por eriales, hielo, cenizas y minas abiertas.

E EROSIÓN

Se incluyen aquí todas las condiciones erosionadas sin importar sus asociaciones diversas.

ZU ZONAS URBANAS

Zonas pobladas que cuentan con servicios urbanos al menos parcialmente.

FAUNA

Existen varios factores que convierten a los bosques y pastizales naturales conservados de la zona de estudio en importantes reservorios de fauna. En primer lugar, dado que el clima templado y la vegetación de estos hábitats dependen de la altura, son como islas biogeográficas en medio de climas y vegetación más cálidos. Ello ocasiona que muchos animales no puedan migrar fácilmente. La perturbación humana de los hábitats naturales avanza de abajo hacia arriba, reduciéndolos y aislándolos cada vez más.

La región de estudio se encuentra además en la zona de confluencia de las zonas biogeográficas neártica y neotropical, lo que proporciona mezclas únicas de flora y fauna. Estos factores, junto con la historia reciente de glaciaciones, promueven endemismos.

El bosque y los pastizales son destruidos por la tala, los incendios y la ganadería extensiva. Además de la destrucción directa de su hábitat, la fauna sufre por la caza deportiva y el comercio ilegal de animales, además de la caza de subsistencia. Incluso las actividades turísticas mal controladas contribuyen a diezmar las poblaciones de los animales.

NÚMERO DE ESPECIES, ENDEMISMOS Y SU PORCENTAJE PARA EL ESTADO DE PUEBLA CON RESPECTO AL TOTAL OBTENIDO PARA LA REGIÓN DEL ORDENAMIENTO

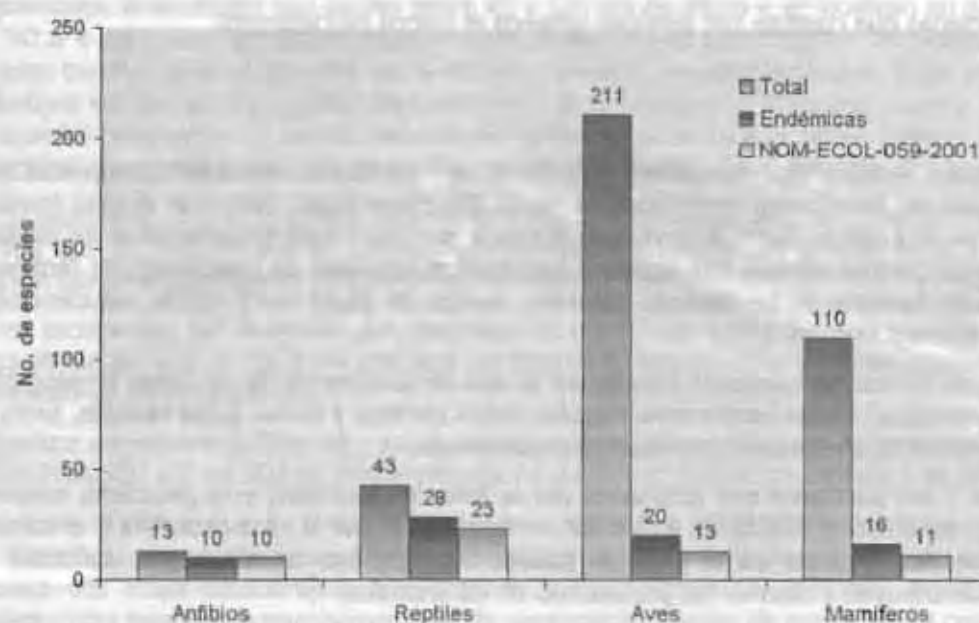
Puebla	América	América	América	México
No. de especies	10	14	191	58
% de especies	76.9	32.55	90.52	52.72
Especies endémicas	7	10	17	13
% de endemismos	70	31.25	85	81.25

A lo largo y ancho de la zona de estudio se han registrado un total de 377 especies de vertebrados, de las cuales 74 son endémicas a México y 57 se encuentran bajo algún criterio de protección en la NOM-ECOL-059-2001.

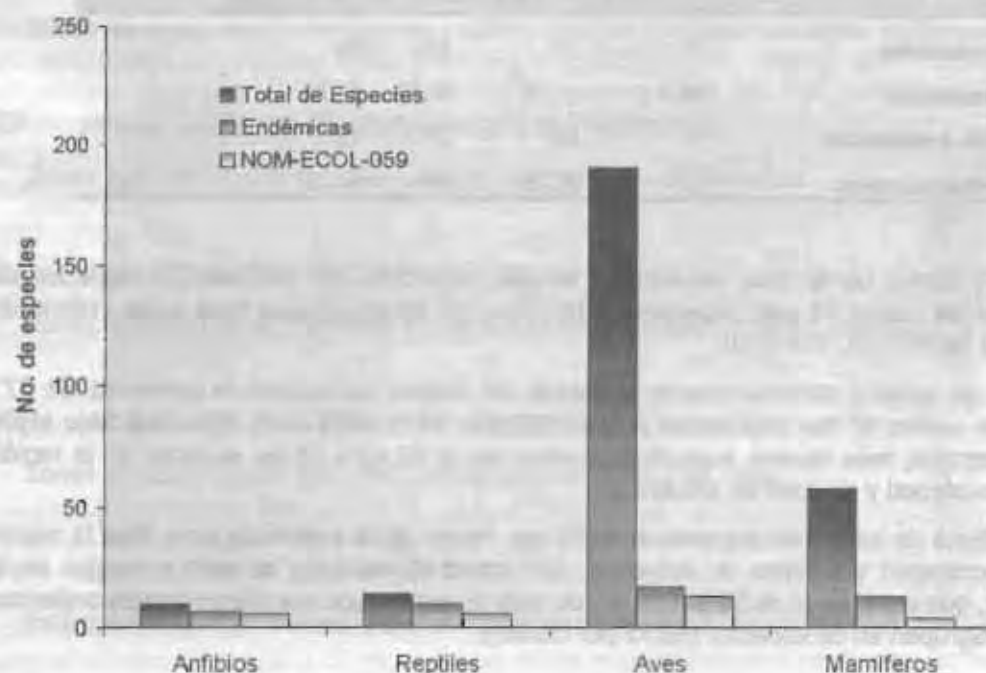
En la zona de estudio correspondiente al estado de Puebla se registra la presencia de 273 especies, de las cuales 47 son endémicas y 29 se enlistan en la NOM-ECOL-059-2001 bajo algún criterio de protección, esta riqueza específica corresponde al 72.41% de las especies de la región del volcán Popocatepetl y su zona de influencia.

La herpetofauna de esta zona equivale al 42.85 por ciento de la registrada para toda la región del volcán Popocatepetl y su zona de influencia. El número de especies de aves presentes en la zona es de 191, que equivale al 90.52 por ciento de toda la región. Los mamíferos correspondientes a esta zona se agrupan en 58 especies (52.72 por ciento).

DISTRIBUCIÓN Y ESTATUS DE LOS VERTEBRADOS DE LA REGIÓN DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA.



DIVERSIDAD DE VERTEBRADOS DEL ESTADO DE PUEBLA CORRESPONDIENTE A LA REGIÓN DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA.



LA VEGETACIÓN Y EL GRADIENTE ALTITUDINAL

DISTRIBUCIÓN DE LOS VERTEBRADOS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN DE LA REGIÓN. La riqueza faunística de México se debe a la conjunción de factores tales como la posición geográfica, la historia geológica, la heterogeneidad topográfica y climática y la diversidad de ambientes (biomas vegetales) (Ceballos y Márquez-Valdelamar, 2000). Particularmente la vegetación juega un papel importante en su distribución ya que de ella dependen para alimentarse y refugiarse.

Según Flores-Villela y Gerez (1994) se presentan cinco tipos de vegetación en México que destacan por el número de especies de vertebrados que habitan exclusivamente en ellos (distribución restringida) y sus endemismos, estos son el bosque de *Quercus* (Bosque de encino), el bosque mesófilo de montaña, el bosque de coníferas, el bosque tropical caducifolio (selva baja caducifolia) y el matorral xerófilo. Cuatro de los antes mencionados se localizan en la Región encontrándose que en el bosque de pino se registran 139 especies, en el bosque de *Quercus* 39, en el bosque tropical caducifolio (selva baja) 8 y en el bosque mesófilo 1.

En la región del volcán Popocatepetl y su zona de influencia se presentan diferentes tipos de vegetación y asociaciones vegetales que favorecen la presencia de la gran variedad de vertebrados. Los tipos de vegetación a los que se hace mención son los definidos por Miranda y Hernández adaptados por el INEGI, de tal suerte que en la zona se encuentran 12 tipos diferentes de vegetación además de depósitos de agua permanentes y temporales así como asentamientos urbanos que de algún modo afectan la distribución de las especies. Cabe señalar que para determinar el número de especies distribuidas en cada tipo de vegetación se consideraron sólo aquellos registros que contenían esta información.

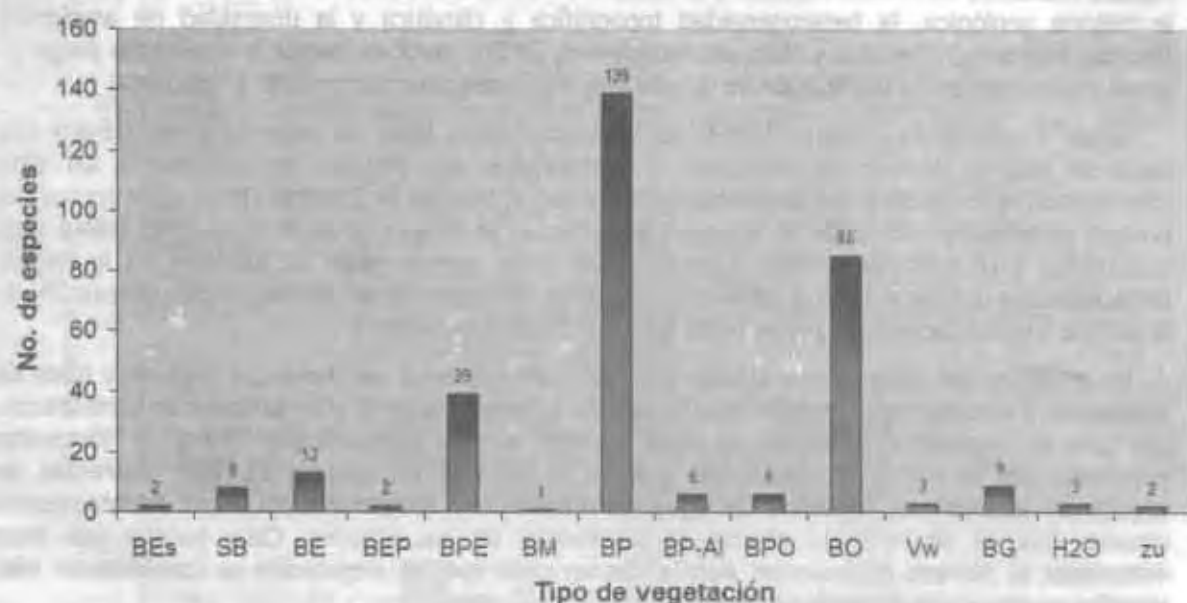
NÚMERO DE ESPECIES POR CATEGORÍA TAXONÓMICA QUE SE DISTRIBUYEN EN CADA TIPO DE VEGETACIÓN

	BEs	SB	BE	BEP	BPE	BM	BP	BP-Al	BPO	BO	Vw	BG	H2O	zu
Anfibios n= 7	1	0	1	0	3	0	4	2	2	5	0	0	2	0
Reptiles n= 39	1	3	4	2	28	1	20	4	3	3	1	1	0	1
Aves n= 117	0	3	7	0	6	0	108	0	0	77	0	4	1	1
Mamíferos n= 15	0	2	1	0	2	0	7	0	1	0	2	4	0	0

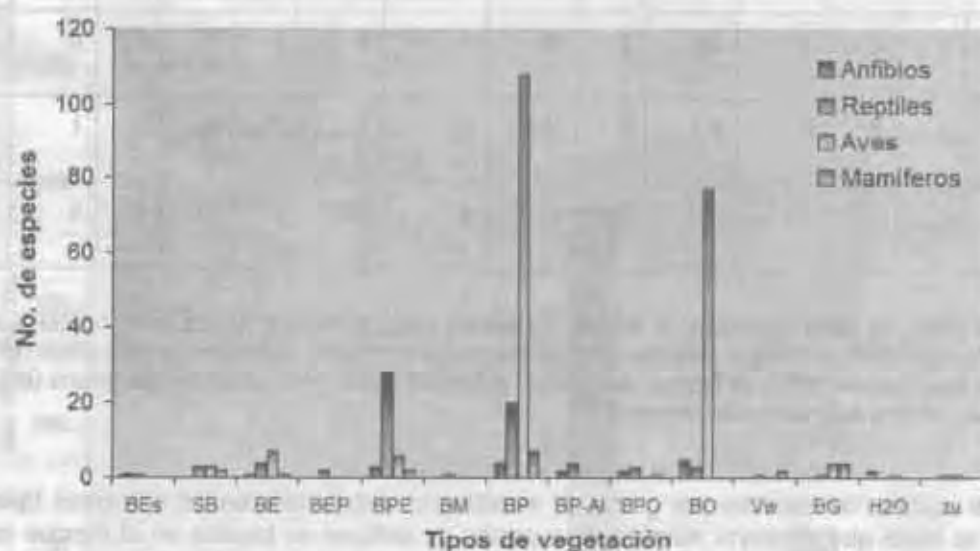
Bosque espinoso (BEs), la Selva baja (SB), el Bosque de encino (BE), el Bosque de Encino-Pino (BEP), el bosque de Pino-Encino (BPE), el Bosque Mesófilo (BM), el Bosque de Pino (BP), el Bosque de Pino-*Alnus* (BP-Al), el Bosque de Pino-Oyamel (BPO), el Bosque de Oyamel, el Pastizal alpino (Vw), el Bosque de galería (BG), Depósitos de agua (H2O) y Asentamientos urbanos (zu).

En cuanto al número de especies por grupo de vertebrados distribuidos en los diferentes tipos de vegetación se tiene que el mayor número de especies de anfibios se localiza en el bosque de oyamel con cinco especies seguido por el bosque de pino con cuatro. Los reptiles encuentran mayor diversidad específica en el bosque de pino-encino con 28 especies, seguido del bosque de pino con 20. Las aves se distribuyen en primer lugar en el bosque de pino (108 especies) seguido por el bosque de oyamel (77 especies), y por último el tipo de vegetación que mayor número de especies de mamíferos contiene es el bosque de pino con siete especies.

DIVERSIDAD DE VERTEBRADOS POR TIPO DE VEGETACIÓN EN LA REGIÓN DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA



DIVERSIDAD DE CADA GRUPO DE VERTEBRADOS EN CADA TIPO DE VEGETACIÓN DE LA REGIÓN DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA



DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LOS VERTEBRADOS DE LA REGIÓN. Los paisajes en la región están determinados por la presencia de dos de las cumbres más altas del país y se localiza en un sistema montañoso importante (Eje neovolcánico transversal). El gradiente altitudinal cobra gran

importancia debido a que los patrones de distribución tanto de vegetación como de fauna se ven afectados por los cambios climáticos asociados al mismo.

Los rangos altitudinales determinados para la zona están relacionados con factores climáticos, geomorfológicos, de vegetación y perturbación humana quedando de la siguiente manera: a) de los mil 220 a 2 mil msnm, b) de los 2 mil uno a 2 mil 400 msnm, c) de los 2 mil 401 a 3 mil 500 msnm y d) de los 3 mil 501 a más de 4 mil 000 msnm. Cabe mencionar que, como en el caso anterior, se han incluido únicamente los registros que contenían esta información.

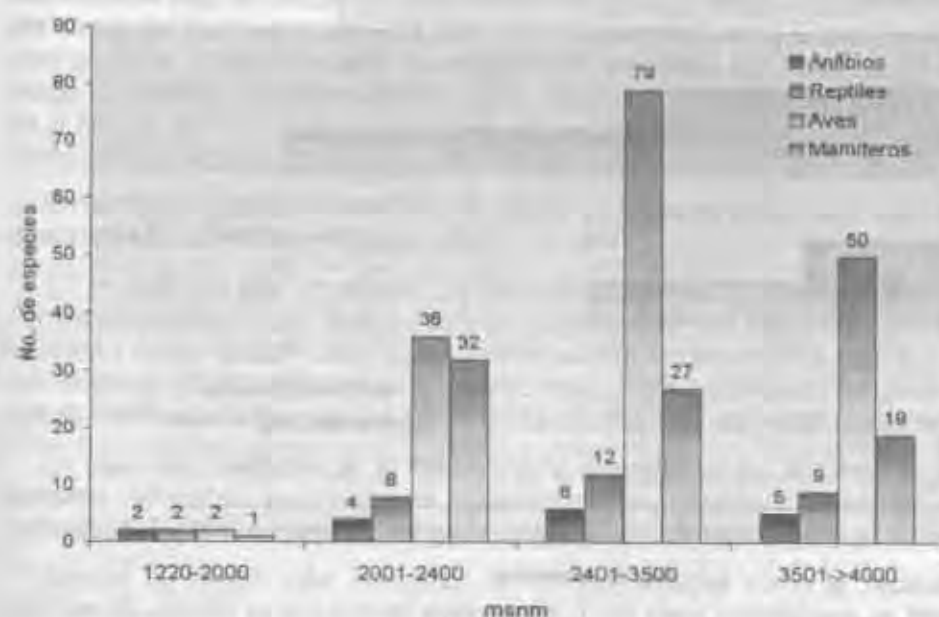
Se encontró, que a nivel regional el rango más diverso es el que va de los 2 mil 401 a los 3 mil 500 msnm (124 especies), así mismo, es en el que mayor número de endemismo y especies bajo algún criterio de protección se registran. En el caso de la distribución por grupo taxonómico y por entidad, el patrón se repite para anfibios, reptiles y aves en los estados de México y Puebla, no así para mamíferos y el estado de Morelos cuya diversidad es mayor en el intervalo de los 2 mil uno a los 2 mil 400 msnm.

En el caso de los endemismos y las especies protegidas, encontramos mayor número en el intervalo de los 2 mil 401 a los 3 mil 500 msnm. Por grupo taxonómico, los anfibios, reptiles y mamíferos con mayor endemismo y especies protegidas se localizan en el rango de los 2 mil 401 a más de 4 mil msnm. Las aves modifican este patrón, encontrando más especies endémicas y protegidas a partir de los 2 mil uno msnm.

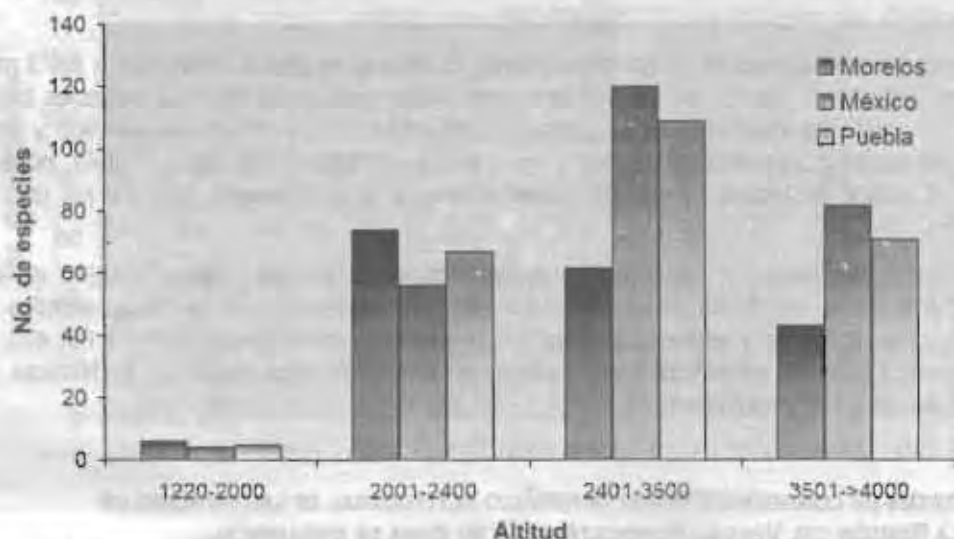
ENDEMISMOS Y ESTATUS DE CONSERVACIÓN POR INTERVALO ALTITUDINAL DE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS EN LA REGIÓN DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA.

	1220-2000	2001-2400	2401-3500	3501->4000
Total de especies	7	80	124	83
Endémicas	2	15	26	24
NOM-ECOL-059	1	7	12	10

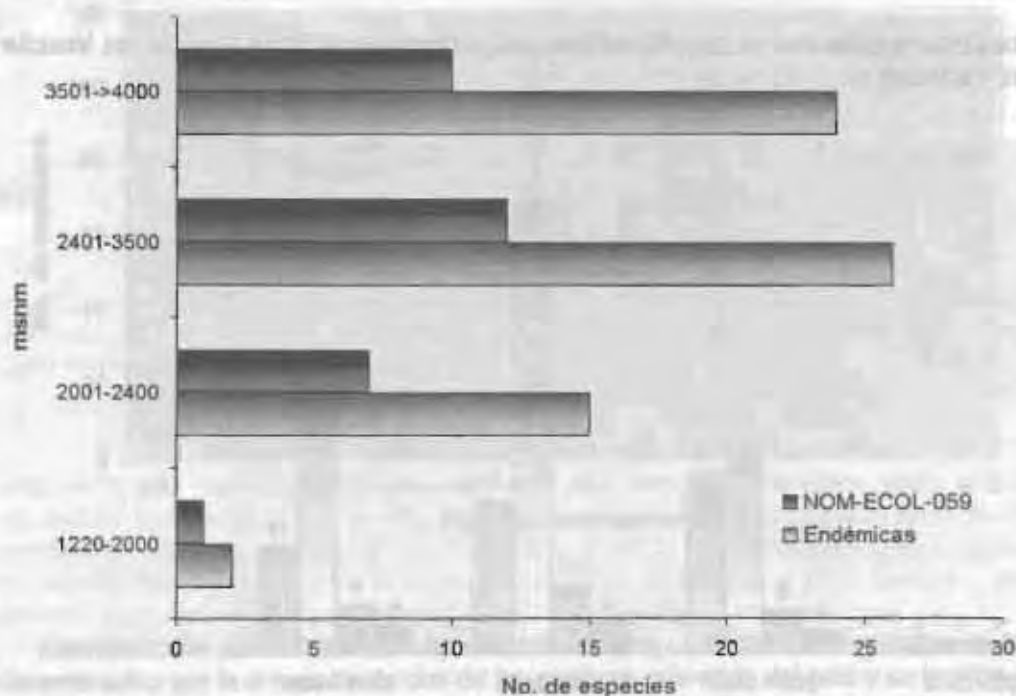
DIVERSIDAD DE LOS VERTEBRADOS EN CUATRO INTERVALOS ALTITUDINALES DE LA REGIÓN DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA



DIVERSIDAD DE LOS VERTEBRADOS DE CADA ENTIDAD DE LA REGIÓN DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Y SU ZONA DE INFLUENCIA.



DISTRIBUCIÓN DE LOS VERTEBRADOS ENDÉMICOS Y ENLISTADOS EN LA NOM-ECOL-059-2001 EN CUATRO INTERVALOS ALTITUDINALES DE LA REGIÓN



SUBCUENCA ATOYAC. De muestreos puntuales en las subcuencas de la región de estudio y en el Parque Izta Popo obtenemos los siguientes resultados. Destaca en esta área la menor abundancia de poblaciones de *Romerolagus diaza* (zacatuche o conejo de los volcanes) y *Canis latrans* (coyote). Además, existe una abundancia relativamente mayor del murciélago *Corynorhinus mexicanus*, el cual presenta una distribución altitudinal mayor (150 m) que la reportada en otras regiones del país (3 mil 700 m). La vegetación en los sitios que fueron muestreados de esta cuenca es *Abies religiosa* y *Pinus montezumae*.

SUBCUENCA NEXAPA. A diferencia de las subcuencas Atoyac y Chalco-Textcoco, en esta región se tiene una mayor abundancia y distribución de zacatuche y coyote, además de *Sylvilagus floridanus* (conejo), entre otras especies de mamíferos. Por otra parte, destaca que las poblaciones de *Eptesicus fuscus* se distribuyen en un intervalo de los 2 mil 800 a 3 mil 680 msnm. La vegetación en la zona muestreada es *Abies religiosa*, *Pinus sp.* y *Cupressus sp.*

Con respecto a otros grupos faunísticos, fueron registradas 100 especies de coleópteros y 49 de lepidópteros. De las especies de aves, cuatro de ellas son endémicas a México: *Catharus occidentalis* (chepito serrano o zorzalito picopardo), *Ergaticus ruber* (orejas de plata), *Turdus rufopalliat* (primavera o mirlo) y *Buarremon virenticeps* (saltón verdirrayado).

La mayoría de las especies de mariposas (lepidópteros) y coleópteros son de amplia distribución. Sin embargo, es conveniente notar que:

- De lepidópteros se encontraron 19 especies asociadas a cultivos y 20 a zonas de bosque.
- De coleópteros se encontraron 55 especies asociadas a zonas de bosque, 30 a cultivos y 10 a selva mediana.

Las áreas de cultivo presentan mayor riqueza de especies, tanto de lepidópteros y coleópteros, en comparación con las diversas zonas de bosque o selva mediana.

Con respecto a mamíferos, en la región destacan por su abundancia de especies el orden *Rodentia* y en forma decreciente *Carnivora* y *Quiróptera*, aunque un mayor número de familias está menos representado. En general puede establecerse que por debajo de la cota altitudinal de los 2 mil 600 y particularmente en zonas alteradas sin vegetación arbórea es frecuente la fauna nociva (*Rattus norvegicus*).

PARQUE IZTA-POPO. En la región de estudio se han registrado 197 especies de aves de las 205 mencionadas para el parque nacional, lo que significa que ahí es posible encontrar alrededor de 65 por ciento de especies registradas para las inmediaciones de la Ciudad de México. Sin embargo, ellas se hallan preferentemente en comunidades vegetales por abajo de los límites del parque y donde se realizan actividades agropecuarias con una gran intensidad. Del total de aves registradas en el Parque, el 76 por ciento son residentes, el 16 por ciento son residentes de invierno, el 2 por ciento son transitorias y del 6 por ciento restante no se ha determinado la estacionalidad.

En la misma zona del Parque se encuentran 16 especies endémicas, que representan el 10 por ciento del total de las aves consideradas.

En el sitio se han registrado 52 especies de mamíferos, entre los que se encuentran: *Romerolagus diaza*, *Felis concolor azteca* (puma o león de montaña), *Lynx rufus* (lince o gato montés) y *Nasua nasua* (coati). Estas últimas especies no aparecen en los registros recientes; junto con otras de gran tamaño como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el lobo (*Canis lupus*), estas especies, con la excepción del zacatuche, han sido desplazadas de la zona de estudio.

Un caso muy ilustrativo es el del zacatuche o conejo de los volcanes. Es una especie particularmente vulnerable, puesto que es endémica de los volcanes y su hábitat se ve cada vez más perturbado. Estas situaciones lo ponen en grave peligro de extinción.

Aunque no tienen valor cinegético ni son tan notables como el zacatuche, también varias especies de ratones se encuentran amenazadas o son raros y endémicos de México.

Entre las aves consideradas en la norma de protección para las especies nativas de México de flora y fauna se encuentra la gallina de monte o codorniz de árbol *Dendrortyx macroura*. También llamada con frecuencia perdiz de cola larga, ésta se encuentra en la mayoría de los más altos volcanes y cordilleras que cruzan las mesetas del sur desde Oaxaca y centro de Veracruz hasta Jalisco. Tiene valor cinegético aunque es de cacería difícil. Esta especie se encuentra sujeta a protección especial y es endémica de México. Como especies atractivas se encuentran también el búho cornudo *Bubo virginianus* y el tecolote serrano *Glaucidium gnoma*, que si bien no son endémicos de México se clasifican como amenazada la primera y rara la segunda.

Otra consideración importante es revisar cuáles de las especies se encuentran en el catálogo de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Éste es un acuerdo internacional concertado entre los Estados con la finalidad de velar porque el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia.

Para la zona de estudio existe una especie catalogada en el apéndice I de CITES, *Romerolagus diazi*, el conejo de los volcanes, por estar en peligro de extinción. En el apéndice II están catalogadas las siguientes aves: los colibries *Hylocichla ustulata* y *Lampornis clemenciae*; la aguililla de cola roja *Buteo jamaicensis* y el halconcito *Falco sparverius*, y finalmente el búho cornudo *Bubo virginianus* y el tecolote serrano *Glaucidium gnoma*.

DISCUSIÓN

En términos generales, la zona ha sido bien muestreada y se tiene un panorama muy preciso de la fauna de vertebrados y algunos grupos de invertebrados. Sin embargo, los trabajos no se han realizado bajo ningún programa continuo de monitoreo; razón por la cual no se tiene certeza de la presencia de algunas especies cuyas características y hábitats se localizan en la región, mucho menos se conoce el estado de las poblaciones en general o de aquellas bajo algún criterio de protección. En este sentido la especie más conocida es la del conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*) que de algún modo ha funcionado como "especie bandera".

En el presente trabajo se han incluido tanto el tipo de vegetación como la altura, factores importantes y determinantes en la riqueza y distribución de las especies, de tal manera que al reconocer zonas de importante riqueza faunística se puedan definir prioridades de investigación, de conservación y políticas ambientales relacionadas con el desarrollo de los poblados que se encuentran en la región.

Desde un punto de vista biogeográfico, la región del volcán Popocatepetl y su zona de influencia tiene gran importancia dado que se localiza en una zona cuyos patrones de endemismo y diversidad coinciden con la fragmentación de áreas ocupadas por biotas ancestrales, tal es el caso del Eje Neovolcánico Transverso (Flores-Villela y Gerez, 1994). De tal manera que los tipos de vegetación con mayor número de endemismos tanto de flora como de fauna que se localizan en la zona son el bosque de encino, el bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas y el bosque tropical caducifolio (Flores-Villela y Gerez, 1994). Aunado a esto, la distribución altitudinal de algunas especies de vertebrados y sus endemismos se concentra arriba de los 2,000 msnm en los bosques de encino, pino-encino y mesófilo de montaña (Flores-Villela y Gerez, 1994, Ramamoorthy *et al.*, 1998).

En este trabajo se ha encontrado una enorme riqueza de vertebrados registrándose 377 especies de las cuales 74 son endémicas a México y 57 se encuentran bajo algún criterio de protección en la NOM-ECOL-059-2001.

Respecto a la riqueza de vertebrados en los diferentes tipos de vegetación se encontró que los de mayor riqueza son el bosque de pino con 139 especies seguido del bosque de oyamel con 85 especies y el bosque de pino-encino con 39 especies. La baja diversidad de especies del bosque

mesófilo se debe a que su extensión en la zona es reducida y limitada a las cañadas de difícil acceso para su estudio.

En cuanto a la distribución altitudinal, se repite el patrón de mayor riqueza, encontrándose la mayor diversidad en un rango entre los 2401 y 3500 msnm con 124 especies de las cuales 26 son endémicas y 12 se encuentran bajo algún criterio de protección en la NOM-ECOL-059-2001.

Si este análisis se repite para las entidades que comparten la región encontramos que en el estado de Puebla se registran 273 especies que equivalen al 72.41 por ciento de toda la fauna de la región, seguido por el estado de México con 224 especies y el estado de Morelos con 150 especies, esta diferencia se debe en primer lugar al territorio que ocupan en la región, sin embargo la entidad más estudiada es el estado de México.

PARQUE NACIONAL IZTA-POPO-ZOQUIAPAN

El área del Parque se encuentra dentro del Eje Neovolcánico Transversal, el cual es una provincia que se localiza entre los paralelos 17°30' y 20°25' de latitud Norte y los meridianos 96°20' y 105°20' de longitud Oeste; atraviesa el país de costa a costa, e incluye varios estados: Sur de Jalisco y Nayarit, la mayor parte de Michoacán, Noreste de Colima, Occidente de Guerrero, Morelos, Distrito Federal, Estado de México, Sur de Querétaro, Sur de Guanajuato, Sur de Hidalgo, Tlaxcala, Norte de Puebla y las regiones adyacentes de Veracruz. Tiene cerca de 930 km de longitud y en promedio 120 km de ancho. Cubre una extensión de 175 mil 700 km² (casi 9.17 por ciento del territorio nacional) y altitudinalmente se encuentra entre mil y 5 mil msnm, pero la zona altitudinal dominante se ubica entre los mil 500 y 2 mil 500 msnm.

Fisiográficamente, las formas dominantes de esta provincia son producto del vulcanismo; tiene cuerpos volcánicos del Cenozoico medio al tardío y sedimentarios clásicos del Cenozoico tardío. Los cuerpos de roca del cenozoico tardío están ampliamente distribuidos. Los grandes volcanes Popocatepetl, Iztaccihuatl, Nevado de Toluca y Pico de Orizaba pertenecen a este grupo. Están constituidos por paquetes alternantes de lavas (andesíticas a basálticas) y piroclastos (andesítico a dacítico y riolítico).

Desde el punto de vista descriptivo, parece que esta faja de rumbo Este-Oeste comenzó a desarrollarse durante el Terciario medio con el emplazamiento de cuerpos volcánicos silíceos a andesíticos en su mitad occidental, seguido durante el Cuaternario por la génesis de cuerpos predominantemente andesíticos a basálticos, así como de sedimentarios asociados, que formaron las mesetas, sierras y picos en la mitad oriental.

La Sierra Nevada constituye, como ya se ha dicho, el parteaguas que separa las cuencas de México, Puebla y Morelos, las cuales son irrigadas por numerosos ríos transversales que descienden desde la Sierra, donde se forman. Al Sureste, en la región de los volcanes Iztaccihuatl y Popocatepetl, durante la mayor parte del año, generalmente por las tardes, el derretimiento de hielo y nieve produce algunas corrientes importantes que llegan a durar varias horas. Por el lado de la vertiente que desagua hacia Puebla, los escurrimientos de Río Frio permanecen activos a lo largo del año, incrementando de manera notable su caudal durante la época de lluvias.

En la vertiente occidental de la Sierra de Río Frio, en lo que corresponde a la región Norte de la Sierra Nevada y oriental de la Cuenca de México, el lago de Texcoco regula el caudal de los ríos Papalotla, Xalapango, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Coxacoaco, Coatepec, Santa Mónica y Chimalhuacán; en la parte Sur, las corrientes superficiales de la zona de Chalco corresponden a la Sierra de Chichinautzin y sus ríos principales son San Buenaventura, La Compañía, San Francisco, Amecameca y Milpa Alta. La mayor parte de los escurrimientos superficiales son intermitentes y torrenciales, presentándose principalmente durante los meses de mayo a octubre.

Las laderas de las partes bajas y medias de la Sierra Nevada ubicadas al oriente de la Cuenca de México muestran problemas graves de erosión, que son comunes en toda la región montañosa y

que implican la pérdida de uno de los recursos más importantes: el suelo, provocando además trastornos por la deposición de sedimentos en las áreas más bajas y modificando el régimen hidrológico de la región.

Esta área ha sido durante mucho tiempo lugar de grandes atractivos por sus recursos naturales y condiciones climáticas favorables, donde florecieron culturas prehispánicas que aprovecharon intensamente los recursos. Con la llegada de los españoles, el aumento de la población y la intensidad en los procesos de producción forestales, agrícolas y ganaderos, así como con el aprovechamiento de los recursos minerales, se alcanzó un alto grado de deforestación y perturbación del medio. En las últimas décadas, la cada vez mayor presión demográfica en la zona ha provocado la introducción al cultivo y a la ganadería de las áreas boscosas de las partes medias y altas de las serranías, principalmente en los bosques de encino y oyamel.

El relieve de las áreas de escurrimiento se caracteriza por planicies, laderas y lomeríos. En las partes bajas existen llanuras de inundación con suelos permanentemente inundados donde la cubierta vegetal se caracteriza por la presencia de *Juncus spp* y salinas, donde los suelos son sódicos y salinos con un manto freático elevado e inundado en la temporada lluviosa. Su cubierta vegetal se caracteriza por *Distichlis spicata*, *Suaeda nigra* y *S. difusa*. Conforme se asciende en el gradiente altitudinal se presentan terrenos casi a nivel con pendientes menores del 2 por ciento, con suelos de coloración pardusca, profundos o moderadamente profundos, de textura fina a gruesa, los cuales se dedican a la agricultura de temporal con cultivos anuales como el maíz, avena, tomate de cáscara y donde se observan algunos agaves en las parcelas; también existen llanuras de agricultura intensiva, donde dominan los cultivos de riego, principalmente alfalfa y maíz forrajero.

En los declives suaves con pendientes de 7 a 10 por ciento, los suelos son pardos oscuros o negros, de profundidad media o alta y de textura media o gruesa, ricos en materia orgánica; en estos suelos se siembran cultivos anuales como maíz, cebada y avena principalmente y en los linderos se observan agaves y árboles de pirul (*Schinus molle*) muy dispersos; se pueden encontrar áreas perturbadas o aisladas con asociaciones de *Abies religiosa* y *Quercus spp*, *Pinus hartwegii*, *Abies religiosa* y *Quercus spp*. En los terrenos con declive moderado con pendientes del 10 al 18 por ciento, los suelos pueden ser profundos o moderadamente profundos, ricos en materia orgánica, de textura media a fina, pero también se pueden hallar suelos esqueléticos con afloraciones rocosas; los cultivos anuales que se practican son maíz, haba, avena, cebada; en los suelos degradados se observa matorral bajo; se pueden encontrar además asociaciones de *Abies religiosa* y *Quercus spp* con un estrato herbáceo de zacatonal.

En las áreas con declive moderadamente fuerte y pronunciado, con pendientes del 30 a 45 por ciento, los suelos son negros, profundos, ricos en materia orgánica y de textura media; en estas áreas se presentan asociaciones de *Abies religiosa* y *Quercus spp*; en algunos lugares domina un estrato herbáceo de zacatonales. En los taludes y fondos de corrientes, los suelos son esqueléticos severamente erosionados, con afloramiento intenso de rocas, y se observan árboles de *Schinus molle*, *Abies religiosa*, arbustos de *Prosopis juliflora*, así como matorral no identificado. En las pendientes interfluviales del 9 al 13 por ciento, los suelos son esqueléticos con afloramiento de tepetate y se observan cultivos anuales como el maíz; existen algunas áreas reforestadas y otras casi completamente desnudas.

En las laderas y declives escarpadas, con pendientes del 40 al 50 por ciento, donde se observa la vegetación original (asociaciones de *Abies religiosa* y *Quercus spp*), los suelos son de profundidad variable, de color negro, ricos en materia orgánica, de textura media. En los terrenos erosionados, los suelos son esqueléticos, en algunas partes someros con afloración de rocas; la vegetación es de *Schinus molle* y cactáceas muy dispersas o matorral bajo muy disperso. En los terrenos adyacentes a los asentamientos humanos existen terrazas con pendientes del 5 por ciento, con suelos profundos de textura media, que son cultivados con frutales o cultivos anuales.

En la vertiente oriental de la Sierra Nevada, donde los escurrimientos fluyen hacia la cuenca del río Atoyac, una de las más importantes del estado de Puebla, existen una serie de corrientes superficiales importantes que labran las barrancas Cerro Grande, Tlacalotla y Cuiyapan, existen arroyos intermitentes que se encauzan hacia el río Huehuetlán, afluente del Atoyac.

El municipio de San Nicolás de los Ranchos se localiza en la parte occidental de la cuenca alta del río Atoyac y es surcado de Occidente a Oriente por gran cantidad de escurrimientos intermitentes y algunos arroyos permanentes que provienen del Popocatepetl y el Iztaccíhuatl y desembocan en el río Atoyac. La infiltración es tan importante en esta región que al pie de los volcanes aún es posible obtener agua de pozo durante todo el año.

La configuración topográfica del municipio está determinada por su ubicación con respecto a la Sierra Nevada; se considera que a partir de la cota de 2 mil 500 m y hacia el Oriente forma parte del Valle de Puebla; entre las cotas de 2 mil 500 y 3 mil m, de las faldas inferiores de la sierra, y de la cota de 3 mil m hacia el Poniente de la Sierra Nevada. Al Oriente, el municipio presenta una topografía más o menos plana; en dirección Poniente se vuelve pronunciado e irregular, levantándose algunos cerros como el Ocotepéc, Chico, Gordo, Tlmacas y Xaltepec. Al Poniente, el relieve alcanza su máxima altura; al Norte se hallan las faldas meridionales del Iztaccíhuatl; al Sur el Popocatepetl, y al Sur y centro, la zona más baja existente entre ambos volcanes, llamada Paso de Cortés. En las zonas agrícolas de la región adyacentes a los límites del Parque Nacional se cultivan de manera principal el maíz, frijol, nogal, manzana, pera, ciruela capulín y durazno; se explota extensivamente el ganado bovino, porcino, caprino y equino; existen también zonas bajo aprovechamiento forestal.

El municipio de San Salvador el Verde pertenece a la parte occidental de la cuenca alta del río Atoyac, forma parte del Valle de Puebla y particularmente del Altiplano de San Martín Texmelucan. Los ríos que cruzan el municipio provienen de la Sierra Nevada, excepto el Atotonilco, que proviene de Tlaxcala, pero todos son tributarios del río Atoyac. Los ríos más importantes son Atzomaco, Ayotla, La Presa, Santa Elena, Tehuapantitla, Santa Cruz, San José Tecaxco, que recorren el área de Poniente a Oriente, mientras que el Atotonilco y el Atoyac la cruzan de Norte a Sur.

Estas corrientes de agua dan lugar a la formación de barrancas como La Salitrera, San José, El Verde, Atzomaco, Apotzamalco, etc. El relieve es bastante accidentado; al Noroeste se erige el cerro Totolqueme, con más de 2 mil 500 msnm, el cual desciende abruptamente en dirección al río Atoyac, a 2 mil 250 m. Al Poniente, el relieve presenta un ascenso continuo y regular hasta llegar al pie de monte del Iztaccíhuatl, el cual favorece la ocupación del suelo y el asentamiento de la población. Se cultiva maíz, frijol, haba, en condiciones de temporal, y bajo riego se cultivan alfalfa y otros cultivos forrajeros, cebolla, col, cilantro y otras hortalizas, así como frutales de pera, ciruela, tejocote, chabacano, durazno, manzana, aguacate, capulín y nogal; la explotación ganadera es generalmente al nivel de traspasto; hay zonas boscosas de las que se extraen productos forestales maderables y no maderables cotidianamente.

El municipio de Tlahuapan también se localiza en la parte occidental de la cuenca alta del río Atoyac. Los ríos que cruzan el área en dirección Occidente-Oriente son Las Rositas, Grande, Chiauconco y Ayotla, que son afluentes del Atoyac; existen además, innumerables escurrimientos intermitentes. La configuración del relieve es determinada por su pertenencia a la Sierra Nevada; al Suroeste se encuentran las estribaciones septentrionales del volcán Iztaccíhuatl; al centro, las faldas inferiores de la Sierra Nevada y al Oriente, el extremo noroccidental del Valle de Puebla, dentro del área del altiplano de San Martín Texmelucan. En condiciones de temporal se cultiva maíz, frijol, cebada, avena y trigo. Bajo riego se cultivan especies forrajeras y hortalizas como espinaca, col, cebolla, cilantro y chícharo; se cultivan algunos frutales como manzana, pera, ciruela, durazno chabacano y capulín.

La vertiente Sur del Parque, cuyos escurrimientos se canalizan hacia las partes bajas en el estado de Morelos, en el municipio de Tetela del Volcán, se caracteriza por estar constituida dentro de la cordillera del volcán Popocatepetl, cuyas alturas relevantes son los cerros del Zempoaltépetl

(5 mil 250 m) y el Gallo (2 mil 750 m); la mayor parte de esta zona presenta un relieve accidentado y sólo en la porción noroccidental y occidental se observan algunas planicies. La corriente permanente, cuyo caudal se origina en las cumbres del Popocatepetl y surca la región de Norte a Sur, se desplaza por la barranca de Amatzinac.

De acuerdo con el avance de los procesos de deforestación y erosión, se encuentran asociaciones de pino, pino-encino y encino, pero se puede observar cierto grado de desarrollo en las actividades frutícolas, principalmente al nivel de pequeñas parcelas o huertos familiares, en donde sobresalen la ciruela, el higo, cereza, frambuesa, durazno, chabacano, pera, manzana y aguacate; entre los cultivos anuales se hallan el maíz y el frijol, principalmente para el autoconsumo, también se cría a escala extensiva el ganado bovino, caprino, caballar y ovino.

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

El Parque Nacional se ubica en la parte central del Eje Volcánico Transmexicano, ocupando parte de la Sierra Nevada en su porción Sur y la Sierra de Río Frio en la parte Norte; se localiza entre las coordenadas geográficas 18° 59' y 19° 25' 45" de Latitud Norte y 98° 38' 58" y 98° 52' 58" de Longitud Oeste. Localizado en los límites de los estados de México, Puebla y Morelos, el Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl-Zoquiapan y Anexas cuenta con una superficie de 45 mil 97 hectáreas (25 mil 679 has y 19 mil 418 has, respectivamente). Ocupan parte de los municipios de Texcoco, Ixtapaluca y Tlamanalco, Amecameca, Atlautla y Ecatepec en el estado de México, así como Tlahuapan, San Salvador el Verde, Domingo Arenas, San Nicolás de los Ranchos y Tochmilco en el estado de Puebla, y Tetela del Volcán en Morelos. Sus geoformas son de origen volcánico, predominando rocas como los basaltos y las andesitas; su rango altitudinal varía desde los mil 700 hasta los 5 mil 450 msnm.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Aunque de acuerdo con sus características fisiográficas y ecológicas, la Sierra Nevada constituye una sola unidad, las diferencias que en ella se encuentran responden fundamentalmente a la intensidad o grado en que sus recursos han sido utilizados a través del tiempo. Las indefiniciones e "imprecisiones" que existen en materia de límites territoriales y políticos para el aprovechamiento forestal se han prestado para adicionar un elemento más de contradicciones en la regulación del área protegida, así como la existencia de algunas barreras artificiales, como las carreteras que fraccionan la región; todo ello ha propiciado que hasta la actualidad se considere a esta importante superficie, respecto a la existencia de áreas protegidas, como una zona que cuenta con dos parques nacionales. De esta manera, a pesar de que ésta es una división artificial, para fines de mayor precisión se tomará en cuenta por separado, cuando así se requiera, la información respectiva a ambos parques.

FISIOGRAFÍA

ZOQUIAPAN Y ANEXAS. La Sierra de Río Frio es separada de la cadena montañosa de la Sierra Nevada por una faja formada por flujos de lava que se derivaron de pequeños volcanes recientes. La Sierra de Río Frio muestra una morfología más reciente y con una red hidrográfica poco desarrollada; está constituida por tres unidades que representan diferentes etapas en el proceso del vulcanismo de la región, seguidas por periodos más o menos largos de erosión. La etapa más antigua se caracteriza por el flujo de lavas porfíricas que dan origen a rocas constituidas por riolacita y que conforman la zona de los cerros de Texaltepec.

La segunda unidad probablemente formaba un aparato volcánico que condicionó la morfología actual, puesto que en algunas localidades donde se encuentran derrames posteriores es posible deducir la configuración de un antiguo relieve; las rocas son de composición riolacítica y en los pies

de la Sierra se encuentran depósitos aluviales piroclásticos; esta unidad se localiza en la parte central de la Sierra, entre las cimas del Telapón y el Tláloc. La etapa más reciente se ha extendido por la mayor parte de la Sierra y está constituida por flujos interpuestos que le confieren un aspecto escalonado; la composición de las rocas también es riodacítica y cubre las partes más altas que conforman las cimas de los cerros Telapón y Tláloc; el drenaje se encuentra pobremente desarrollado.

El proceso de formación del Tláloc (el Telapón es también una formación contemporánea Terciaria) abarca un periodo que se extiende desde el Mioceno tardío hasta el final del Plioceno y principios del Pleistoceno; en cambio el Papayo, que se erige entre el Iztacihuatl y el Telapón, es un volcán basáltico que surgió mucho tiempo después. De esta manera, en la base de la Sierra de Río Frio, las lavas del Tláloc están interdigitadas con aluviones y tobas de la Formación Tarango, mientras que en la zona del Papayo, las rocas son Terciarias y post-Terciarias, que se clasifican como neovolcánicas extrusivas.

Las elevaciones más notables son las cumbres volcánicas Tláloc (4 mil 120 m) Yolochochitl (3 mil 900 m), Los Potreros (3 mil 600 m), Telapón (4 mil 60 m), Papayo (3 mil 600 m), la Mesa (2 mil 800 m), El Tejolote (3 mil 20 m) y El Tesoyo (2 mil 660 m). El material litológico está formado por andesitas, dacitas, arenas y cenizas volcánicas.

IZTACIHUATL-POPOCATEPETL. La Sierra Nevada se caracteriza por un macizo montañoso que separa las cuencas de México, Puebla y Morelos, con una longitud de alrededor de 100 km que se extiende de Norte a Sur y en la que destacan los volcanes Popocatepetl e Iztacihuatl. En su porción inferior, se extienden las elevaciones conocidas como los pies del Iztacihuatl, ubicadas entre San Rafael y Santo Tomás Atzingo, que están conformadas por una sucesión de lavas traqueoandesíticas, como en el acantilado llamado Pulpito del Diablo. Las formaciones rocosas con escarpadas paredes verticales muestran los efectos de los procesos de erosión en la superficie casi horizontal. En esta región, el relieve es moderado y el drenaje discordante con el de unidades adyacentes.

Las laderas de la zona Norte y centro de la Sierra forman flujos de dacitas y riodacitas; las lavas se derivaron de un mismo centro eruptivo, situado probablemente en la cima actual del Iztacihuatl y del que han provenido los flujos más recientes que se presentan en la región del volcán; el drenaje está bien desarrollado y recorre profundos barrancos.

El Iztacihuatl es el principal volcán cuaternario dentro del Eje Volcánico Transmexicano, una provincia predominantemente de rocas sedimentarias que recorre el continente desde el Pacífico hasta el Golfo de México. El Iztacihuatl se sitúa a 60 km al sureste de la Ciudad de México en la parte central de la Sierra Nevada, una cadena montañosa orientada de Norte a Sur que da forma al margen suroriental del Valle de México. El extremo Sur de la Sierra Nevada está ocupado por el casi simétrico cono del volcán Popocatepetl (5 mil 452 m), localizado 15 km al sur del Iztacihuatl. El límite Norte de la Sierra Nevada se encuentra en un puerto montañoso bajo ocupado por Río Frio y por la principal autopista que comunica a la Ciudad de México con Puebla. La cadena principal continúa hacia el Norte a poca elevación como en la Sierra de Río Frio.

Destaca también en el extremo Sureste del Parque el denominado talud del Iztacihuatl, que se caracteriza por contener varias estructuras cerriles de altitud considerable como El Tlacachelo (3 mil 780 m), El Caluca (3 mil 780 m), Las Ánimas (3 mil 740 m), Los Coletos (3 mil 700 m), La Cruz de Carabaca (3 mil 700 m) y León (3 mil 520 m).

En el extremo Occidente del Parque se ubican los denominados abanicos aluviales que forman lomeríos de topografía llana. Los abanicos constituyen el sector de transición entre las montañas del Parque y la planicie baja de la Cuenca de México. En todo el parque existen también los valles intermontanos, que son áreas de acumulación de materiales acarreados fluvialmente.

Las características de la fisiografía y la interacción con los procesos de formación y derretimiento de la nieve y el hielo, que dan origen a fenómenos de intemperización y a procesos de erosión,

originaron la conformación actual de los rasgos fisiográficos de la región, en la cual podemos encontrar cañadas y laderas con fuerte pendiente, con inclinaciones que van de 25 a 50°; a laderas con pendiente moderada a suave, con inclinaciones de 5 a 10° y de 2 a 5°, las cuales se distribuyen en un amplio rango altitudinal; también dieron origen a la conformación de lomeríos intermontanos, con pendientes de 2 a 10°, en los que con el transcurso del tiempo dieron lugar a la acumulación de andosoles y regosoles.

SUELOS

En la región adyacente a las grandes elevaciones, dispuestas de Sur a Norte, Popocatepetl, Iztaccihuatl, Telapón y Tlálloc, debido a la continua actividad volcánica con la consecuente presencia de derrames y emisión de cenizas, el material parental de los suelos está compuesto por rocas ígneas extrusivas de pómez, por la acumulación de cenizas volcánicas de diferentes etapas de actividad volcánica y por sedimentos. La múltiple superposición de capas de tefras (pómez) y cenizas, además de los efectos del intemperismo hídrico y eólico y del clima, ejercen efectos diferenciales sobre los procesos de formación de los suelos característicos de esta región, los andosoles, los cuales debido a su composición y a la acción combinada de estos factores pueden ser vítricos, húmicos, mólicos y ócricos.

La relación entre las diferentes fases de formación de los suelos, la fisiografía y la vegetación predominante de acuerdo con su altitud (Dominguez, 1975) muestra que a elevaciones de 2 mil 900 a 3 mil m en el bosque de *Abies* los suelos están bien desarrollados, poseen un contenido de materia orgánica de 8 al 11 por ciento y textura migajón arenosa. En el bosque de pino, a altitudes de 3 mil 400 a 3 mil 800 m, el suelo es de textura migajón arenosa, de color café oscuro a negro, con bajo contenido de materia orgánica (2-8 por ciento), y presenta los efectos de la acción del intemperismo en el material parental; a elevaciones de 4 mil m, en el páramo de altura, se observan afloramientos de rocas ígneas (pómez) y cenizas volcánicas, con fragmentos de suelo en laderas con fuerte pendiente; el suelo es negro, de textura arenosa, lo cual lo hace más susceptible al arrastre por la acción del viento y el agua o por la misma gravedad.

En las áreas donde se presentan suelos bien desarrollados, que son las partes planas y planicies ligeramente onduladas y la región de somontano bajo, se pueden encontrar suelos profundos, con texturas medias, con unos contenidos de limo más o menos constantes y de colores oscuros con ligeras variaciones. Son suelos de gran potencial para la producción, pues tienen alta capacidad de retención de humedad, son ligeramente ácidos y con buen contenido de materia orgánica.

Otro tipo de suelos, que se localizan en áreas escarpadas y hondonadas y que presentan una estructura débil o moderadamente desarrollada, son de buena profundidad, de textura media y coloración de café pardusco a negra, con alto porcentaje de arena, pero también con alto potencial productivo por su capacidad de retención de humedad, pH ácido y alto contenido de materia orgánica. La diferencia fundamental entre estos tipos de suelo es su contenido de arena, pero en todos ellos es fundamental la realización de prácticas de manejo adecuadas para reducir las pérdidas por erosión.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas pueden presentar perfiles bien desarrollados donde se delimitan perfectamente los horizontes A, B, o C (AC, ABC, BC) con profundidades de entre 0.5 a 1 m y con texturas finas, aunque con buena aireación y drenaje, así como alto contenido de humedad; la coloración de la capa orgánica es oscura, de café oscuro a negro. El suelo representativo de la región es andosol mólico, que se forma a partir de las cenizas volcánicas, aunque su evolución es diversa, según lo accidentado del terreno y de su acumulación. Este tipo de suelo es de baja cohesión, por lo que es muy susceptible de erosión y es al mismo tiempo un suelo muy favorable para la recarga de los mantos freáticos. Predominan las rocas como basaltos y las andesitas. El drenaje fluvial se realiza por varios arroyos de régimen intermitente, sólo los riachuelos de río Frío (Tlálloc, Telapón) y Aculco (Iztaccihuatl) permanecen activos todo el año.

De acuerdo con la clasificación de la FAO (1975), las unidades de suelo presentes en el área del Parque son:

LITOSOLES, que son suelos someros, con menos de 0.1 m de espesor, formados sobre tepetates y que conservan las características del material parental. Aunque esos suelos pueden estar asociados con regosoles y andosoles en ciertas áreas muy restringidas, generalmente son poco desarrollados debido a la velocidad de percolación del agua que impide el establecimiento de algún tipo de vegetación, lo que aunado al clima presente a altitudes mayores de 4 mil m, dificulta el desarrollo del suelo.

REGOSOLES, que son suelos formados a partir de material suelto como arena, grava o piedra; se localizan, dentro del Parque a altitudes por debajo de los 3 mil 900 m y normalmente son pobres en contenido de materia orgánica y nutrientes.

ANDOSOLES, los cuales se derivan de cenizas volcánicas recientes, por lo que son suelos ligeros con alta retención de humedad y buen contenido de nutrientes, así como con un alto contenido de materia orgánica; por su contenido de materia orgánica y la proporción de vidrios volcánicos presentes, pueden formar andosoles húmicos, que se presentan en áreas forestales poco alteradas; también pueden formar andosoles vitricos en zonas con vegetación de coníferas, cuando presentan más del 60 por ciento de vidrios, ceniza volcánica y texturas gruesas.

CAMBISOLES, que son suelos mejor desarrollados, con horizontes A y B bien definidos, pero pobres en contenido de nutrientes; presentan potencial para el desarrollo forestal, con adecuadas prácticas de manejo para la conservación de suelo y captación de humedad.

FLUVISOLES, que son suelos formados en cañadas, escurrimientos y zonas de depósitos de material reciente; de textura gruesa, su fertilidad es baja debido al escaso contenido de nutrientes.

HIDROGRAFÍA

La Sierra Nevada está formada por los volcanes Iztacchuatl, Popocatepetl, Tlaloc y Telapón, que separan las cuencas de México, Puebla y Morelos. Estas cuencas son irrigadas por numerosos arroyos transversales que descienden de la Sierra, donde se forman, y en muchos casos son fuentes de agua que han abastecido a las poblaciones asentadas en las comunidades de las partes bajas desde la época prehispánica. Actualmente juegan además un papel importante en el abastecimiento de agua para uso doméstico, agrícola e industrial.

Durante la mayor parte del año, generalmente por las tardes, después de que los rayos del sol han derretido la cantidad suficiente de hielo y nieve, se crean algunas corrientes de agua importantes que llegan a durar varias horas; entonces ocurre la infiltración de manera inmediata a través de las arenas volcánicas que sirven como acuífero regional, sólo algunas corren sobre la roca, la cual es prácticamente impermeable.

La Sierra Nevada forma multitud de cañadas que se originan en la parte superior de las principales montañas; en la porción Norte de la vertiente occidental, que pertenece a la Cuenca de México, los arroyos desembocan en la zona lacustre de Chalco y Texcoco, y en la porción Sur, los escurrimientos fluyen hacia el cauce del río Cuautla, el cual es tributario del río Balsas. La vertiente oriental de la Sierra Nevada pertenece la Cuenca del Balsas a la que confluyen los escurrimientos de esta zona; los escurrimientos de la porción boreal corresponden a la subcuenca del río Atoyac y los desagües de la porción Sur a la subcuenca del río Nexapa.

ZOQUIAPAN Y ANEXAS. En la vertiente oriental de la Sierra Nevada, en la región del Tlaloc y el Telapón, que son las cimas de mayor altura en la Sierra de Río Frío, se define, al Norte, el parteaguas, que al continuar en la misma dirección es abastecido también por las elevaciones del Caracol, Chiqueros, San Agustín, Sanctorum, con alturas promedio de 2 mil 800 msnm, los cuales dan lugar a la corriente del río Papalotla, cuyas aguas cruzan por Tlaxcala y van a confluir con el Arroyo Vaquería y luego en el río Amaxac. Los escurrimientos que corren hacia la región de

Texcoco presentan un recorrido accidentado, debido a las condiciones de la serranía; además, su caudal es tan variable como la intensidad y la frecuencia de las lluvias; estos arroyos dan lugar a los ríos Purificación, Xalapango, Coaxacoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Tejocote, Santa Mónica y Coatepec. Dentro de esta área se localizan diversos manantiales, que aunque son permanentes, no obstante reducen su volumen durante la temporada de invierno y parte de la primavera, hasta que se establecen las lluvias.

Los escurrimientos del Telapón, hacia la parte centro-occidental de esta zona, tienen como principal destino la planicie de Chalco, la cual es receptora de los numerosos cauces intermitentes que descienden de la vertiente occidental de la Sierra de Río Frio, que desembocan principalmente en el río de La Compañía.

En la vertiente oriental de la Sierra de Río Frio los escurrimientos se dirigen hacia el Valle de Puebla, que conforman parte de la subcuenca del río Atoyac, la cual se caracteriza por su irregularidad fisiográfica, ya que se forman una gran cantidad de hondonadas y barrancas entre las abundantes prominencias rocosas; las barrancas en esta zona presentan fuertes pendientes en longitudes muy cortas. Los escurrimientos tributarios que se originan en esta serranía son Tianapan, San Lucas, Tlahuapan, río Frio y Colcingo, y al Sur los que alimentan la subcuenca del río Nexapa. Además, las aguas del flanco Norte del Iztaccihuatl se vierten en dirección a San Martín Texmelucan, Puebla, donde surge el río Atoyac. Los principales escurrimientos de la subcuenca de este río son las cañadas Tlacupaso, Mextitla y Tlatzala. La primera recauda las aguas de la cañada Mextitla, la cual, al confluir con la cañada Temaxcalitla, da lugar a la cañada Tzapintla, que cambia su nombre a cañada Tinajas y cerca del poblado de Santa Rita Tlahuapan se vuelve la barranca Cuxumulco, que aguas abajo desemboca en el río San Martín; la cañada Tlatzala, después de tomar diversos nombres en su recorrido, desemboca en el río San Martín. El río Ayotla, tributario del río San Martín, que tiene su origen en la barranca Buenavista, es el caudal conformado por los escurrimientos que a partir de las faldas del Iztaccihuatl se conocen progresivamente como barrancos San José, El Verde, Tlatelpa y Arroyo La Presa. Otros afluentes del río San Martín son los arroyos San José y Santa Cruz, los cuales al confluir forman el río Santa Elena, para desembocar en el río Cotzala.

IZTACCIHUATL-POPOCATÉPETL. En la cabecera de la cuenca del Atoyac (a igual que en el extremo nororiental de la cuenca del Cuautla), la nieve es un factor ecológico importante, ya que es una reserva de agua que favorece el desarrollo de musgos, hongos, pastos amacollados y pinos enanos. La combinación del relieve escarpado con la perenne red hidrográfica proveniente del deshielo del Popocatepetl origina la presencia de espectaculares caídas de agua (como las de Tetela del Volcán). En el lugar en el que se encuentran hay abundante vegetación de pino y encino en las partes altas, y de galería en el escurrimiento a que dan origen.

En la cuenca de México los principales escurrimientos superficiales que descienden de la Sierra Nevada, en su vertiente occidental y sudoccidental, son utilizados para la generación de energía eléctrica, para posteriormente ser conducidos hacia el lago de Texcoco. De acuerdo con las Cartas Topográficas de INEGI (2000), en la parte Sur, en la vertiente occidental del Popocatepetl y el Iztaccihuatl, se observa una gran abundancia de recursos hidráulicos, los cuales han delineado un paisaje pleno de profundos valles y cañadas, donde se aprecian majestuosamente los efectos de los procesos erosivos; los principales escurrimientos superficiales --que en su mayoría son intermitentes, aunque existen algunos perennes-- corresponden a dos subcuencas: la del río de La Compañía, en la que los principales escurrimientos son el arroyo Santo Domingo que confluye en el canal San Rafael y como río de La Compañía desagua en el lago de Texcoco; otros arroyos que son importantes para la recarga de los mantos acuíferos por su caudal durante la época de lluvias son el Potrero, Cajones y el Tonixco, que vierten sus aguas en el canal San Rafael.

El arroyo Agua del Marrano, que vierte sus aguas en la cañada Tlaconexpa, la que a su vez se conjunta con las aguas de la cañada El Obrador, han labrado la cañada Cosa Mala, que con sus impresionantes paredes casi verticales, su altitud y la amplitud de sus barrancos, son parte de la cadena de generación de energía eléctrica en la planta hidroeléctrica de La Cuesta. La energía

eléctrica generada en la hidroeléctrica Cabeza del Negro, la cual es producto de las corrientes que se originan en el acueducto del túnel de Tonecoxcó y de los manantiales que emergen en La Peña (parte de los cuales se almacenan y se canalizan para el abastecimiento de agua potable del municipio de Tlamanalco), que confluyen en el canal El Negro, conjuntamente con las aguas de la cañada Cosa Mala, aguas abajo, alimentan a la hidroeléctrica Dos Aguas. El arroyo Tlamanalco, que se origina de los deshielos del ventisquero Ayolotepito, ubicado entre el pecho y la cabeza del Iztaccihuatl, en su descenso confluye con los arroyos de las cañadas de El Negro y La Ratonera, los cuales por su altitud y fisonomía dan lugar a la cascada Los Diamantes, de 144 m de altura; una parte de esta agua, mediante un acueducto, se conducen hacia Tlamanalco.

En la subcuenca del río Amecameca se reúnen los escurrimientos de la porción occidental del Iztaccihuatl con los del Norte del Popocatepetl. La mayoría de los escurrimientos son intermitentes y se infiltran al llegar a las partes más bajas. Por su ubicación y trayectoria, algunos de los escurrimientos son canalizados hacia las áreas agrícolas y se utilizan en la producción o para el consumo doméstico. Los principales escurrimientos son los afluentes del arroyo Chalma, que son los arroyos Chopanac y Ocosintla; el arroyo Santiago, cuyos afluentes son los arroyos Alchayáhuatl, que aguas abajo desagua en el río Panoaya, para confluir en el canal Amecameca, al Norte del poblado. El arroyo Tzotquintzinco, que es alimentado por las aguas de los arroyos Tepinoco y Tepetongo, aguas abajo recibe los caudales de los arroyos Almoloya y Coronilla, hasta que a la altura del poblado de Amecameca se desvían sus aguas para ser aprovechadas en el abastecimiento de la localidad; el arroyo Amilpulco desciende desde la zona de los pies del Iztaccihuatl, es abastecido por el caudal del arroyo Alcalican, y después de Amecameca, confluye con el río Hueyatla. El arroyo San José, formado por la confluencia de las aguas de los arroyos Huehuexotla y Amalacaxco, confluye en el arroyo de los Reyes.

En la cuenca del Balsas, el río de ese nombre, que da lugar al río Mezcala, se origina por la confluencia de los ríos Zahuapan y Frio, cuyos caudales dan origen al río Atoyac, el cual a su vez es abastecido por las aguas del río Mixteco. Éste canaliza los afluentes de los ríos Nexapa y Amacuzac, entre otras innumerables corrientes que descienden de la Sierra Nevada. Los principales escurrimientos provenientes de la vertiente sudoccidental de la Sierra Nevada, que dentro del área del Parque corresponden a la zona del Popocatepetl, constituyen parte de la subcuenca del río Cuautla. Los principales escurrimientos han formado profundos barrancos y confluyen en la cañada Nexapa.

La cañada de Nexapantla, que es de gran profundidad, se origina en las inmediaciones del Popocatepetl y forma un circo de erosión gigantesco, que es producto de la acción de las aguas del deshielo, la fuerte inclinación del terreno y el gradiente altitudinal, la intensidad de las precipitaciones y la presencia de materiales volcánicos poco consolidados. Las aguas de esta cañada se canalizan por un acueducto que abastece los poblados de San Pedro Nexapa y San Juan Tehuixtlán; su caudal restante continúa su ruta para confluir en la cañada Nexapa y desembocar en el río Cuautla. Hacia el Sur existen otras cañadas de gran profundidad con efectos bien claros de los procesos de erosión.

La subcuenca del Nexapa está delimitada al Norte por la región austral de la Sierra Nevada, y hacia el Este y Sur por el estado de Puebla. Abarca una extensión aproximada de 653 km². Su aportación al estado de Morelos es reducida, ya que drena hacia el Atoyac poblano, por lo que tiene su máximo aprovechamiento en este estado. En la subcuenca del Nexapa, el río con este nombre se origina por los deshielos y escurrimientos del Iztaccihuatl, que son conducidos por los cauces de los ríos Alseseca y Apol que en su trayectoria hacia el Sur desembocan en el río Mezcala. El río Apatlaco encauza los escurrimientos de los flancos Sur del Iztaccihuatl, Norte del Popocatepetl y de los cerros Ocotepéc, Chico y Gordo.

En el límite sudoriental de Morelos con Puebla, el río Nexapa recibe los escurrimientos de sus principales afluentes: el Tepalcingo y la barranca de Amatzinac. El primero se origina en los manantiales ubicados en el municipio de Temoac. La segunda tiene su origen en las laderas del Popocatepetl y es alimentada por el deshielo del mismo. El sistema de drenaje del río Nexapa

presenta una configuración subdendrítica. Las características geográficas de esta cuenca son variadas por ocupar un territorio que se extiende a todo lo largo de Morelos en su región oriental. Los recursos hidráulicos de la cuenca de Nexapa, escurren siguiendo la pendiente de Norte a Sur y de Suroeste a Sur.

El principal cuerpo de agua en la región boreal de Morelos es el río Cuautla. Destacan sesenta y tres barrancas, dos ríos, cuatro balnearios, ocho arroyos, un canal, cinco embalses, un lago-cráter y cuatro manantiales. La cabecera de éste sistema fluvial está circundada por volcanes. El más prominente es el Popocatepetl. El agua de sus deshielos corre por los lechos de las barrancas en su descenso hacia el Sur. En el talud y la planicie de la cuenca, las corrientes subterráneas afloran con profusión en Cuautla, lo que se traduce en una enorme riqueza de agua contenida en los manantiales.

ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD

VEGETACIÓN

El Parque se encuentra dentro de la región fisiográfica conocida como Eje Neovolcánico Transversal; la vegetación característica es la de asociaciones de coníferas y encinares, las cuales actualmente muestran los efectos de la sobreexplotación, pues de ellos se obtiene gran cantidad de productos maderables y no maderables. Sin embargo, esta región no sólo es importante por su aportación de satisfactores para las necesidades de una población en permanente crecimiento, sino que es vital para la regulación del equilibrio ecológico en los valles que rodean a los volcanes por el papel que juegan los diversos ecosistemas montañosos en la regulación del ciclo hidrológico, en la purificación de la atmósfera tan contaminada en las grandes ciudades y el suministro de adecuados niveles de oxígeno, en la conservación de los suelos y la biodiversidad que sostienen los ecosistemas forestales.

Por su ubicación, las características de las comunidades vegetales en este Parque responden principalmente a gradientes altitudinales, topografía (Ej. cañadas húmedas y secas), exposición de pendientes y tipos de suelo, haciendo posible con ello que se establezcan una gran diversidad de hábitat, como en las partes bajas donde se presenta el bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de oyamel y pastizales amacollados. Dentro del área del Parque, se distribuyen alrededor de 90 familias y 370 géneros con casi mil especies, las cuales corresponden casi al 45 por ciento de la flora reportada para el Valle de México y alrededor del 5 por ciento de la flora fanerógama de la República. De esta manera, la flora de esta zona es bastante rica y diversificada, ya que del total de especies registradas en la zona de los volcanes, el 36 por ciento (alrededor de 330 especies) tienen su límite de distribución dentro de la República, el 20 por ciento en la región centro-sur; el 12 por ciento en el Eje Volcánico Transversal y el 1 por ciento en el valle de México.

Aunque con diferentes grados de alteración o perturbación e incluso de degradación, las principales comunidades y asociaciones vegetales que se encuentran tanto en el área de Zoquiapan y Anexas como en la región del Iztaccihuatl-Popocatepetl presentan un alto grado de similitud, diferenciándose fundamentalmente en cuanto a la intensidad con que han sido explotados sus recursos naturales. De acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1983), los principales tipos de vegetación son:

BOSQUE DE PINUS. Los pinares son comunidades características de las sierras de clima templado o frío de México como la Sierra Nevada. Estos bosques tienen tres estratos: uno superior, constituido por árboles, otro inferior, formado por arbustos, y el herbáceo, constituido por pastos generalmente amacollados. Este tipo de comunidades se distribuye en masas puras y en masas mezcladas con diversas especies del género *Pinus*. Se establecen a partir de los 3 mil msnm y hasta cerca de los 4 mil. Entre las principales especies de pino destacan por su mayor abundancia: *Pinus hartwegii*, la cual domina en las partes más altas y constituye el límite altitudinal máximo cubierto por vegetación arbórea (desde alrededor de los 3 mil 500 a los 4 mil msnm) y con menor frecuencia *P.*

leiophylla, *P. pseudostrabus*, *P. Rudis*, *P. teocote* y *P. montezumae*, este último localizado en áreas de poca pendiente, con suelos más profundos que los ocupados por otras especies. Ocasionalmente acompañan a los pinos algunas especies de encinos (*Quercus*), oyamel (*Abies religiosa*), alie (*Alnus filifolia*, *A. jorullensis*) y tepozán (*Buddleia cordata*), lo que de alguna manera refleja algún grado de perturbación o alteración del sitio.

De acuerdo a la densidad de su cobertura y a sus características fisonómicas, este tipo de comunidades puede dividirse en:

BOSQUE DE PINO CON DENSIDAD ALTA, el cual se caracteriza por una dominancia de especies de pino, cuyos árboles se encuentran bien conformados, con una copa redondeada y que alcanzan alturas promedio de 25 a 30 metros; de follaje denso y una cobertura del terreno mayor del 80 por ciento; se localiza en la parte alta y laderas de los cerros con buena iluminación, en cuya parte baja se encuentran pocos pastizales.

BOSQUE DE PINO CON DENSIDAD BAJA, también constituye parte del estrato arbóreo dominante, con árboles de 20 a 30 metros de altura; presentan una copa redondeada con follaje poco denso, en una cobertura de terreno menor del 80 por ciento. Se localiza en laderas de cerros con buena iluminación, lo que en combinación con la poca densidad de su follaje hace posible el establecimiento de pastizal en las partes bajas.

El estrato inferior está formado principalmente por pastos del tipo de los zacatonales (*Muhlenbergia macroura*, *M. quadridentata*, *Festuca tolucensis*, *F. Amplissima*, *Calamagrostis tolucensis*, *Aristida mexicana*, *Aristida schiedeana*, *Avena fatua*, *Avena sativa*, *Blepharoneuron tricholepis*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua hirsuta*, por ejemplo).

Entre los arbustos que crecen bajo los árboles destacan la escobilla (*Baccharis conferta*), la jarilla verde (*Senecio salignus*), la jarilla blanca (*Senecio cinerarioides* *Senecio angulifolius*), la hierba del ángel (*Eupatorium pazcuarensis*), el cardosanto (*Circium ehrenbergii*) y la hierba del sapo (*Eryngium columnare*), otras como *Baccharis conferta*, *Buddleia sessiliflora* y *Ribes pringlei*.

Otros componentes herbáceos notorios del estrato inferior son los jarritos (*Penstemon roscus* y *P. gentianoides*), la hierba del pollo (*Commelina alpestris*) y algunas especies del género *Salvia*, como: *Salvia elegans*, *S. cardinalis*, la begonia (*Begonia gracilis*), el gordolobo (*Gnaphalium oxyphyllum*, *Gnaphalium oxyphyllum* var. *nataliae*, *Gnaphalium roseum*, *Gnaphalium salicifolium*, *Alchemilla procumbens*, *Trisetum virletii*, *Allium glandulosum*, *Bidens triplinervia*, *Sabazia humilis*, *Helenium integrifolium*, *Jaegeria hirta*, *Conyza coronopifolia*, *Senecio albo-lutescens*, *Senecio andrieuxii*, *Senecio angulifolius*, *Senecio argutus*, *Oenothera pubescens*, y *Lupinus montanus*, como ejemplos.

Estos bosques han sido explotados durante mucho tiempo como fuente de madera para la construcción y como combustible de manera local; en el sector industrial se emplea principalmente en la obtención de celulosa para papel.

BOSQUE DE ABIES. Se caracteriza por estar formado por árboles de oyamel (*Abies religiosa*) y no muy abundantes arbustos, pues constituye la parte dominante del estrato arbóreo, con árboles cuya altura oscila entre los 27 y 30 metros, con follaje muy denso, cuya cobertura del terreno es del 100 por ciento. La forma de su copa es cónica, lo que crea condiciones microclimáticas de alta humedad y poca iluminación en las partes bajas, siendo poco propicio para el desarrollo del sotobosque. Sin embargo, cuando se da cierto grado de perturbación natural o inducida, la cantidad de hierbas y arbustos se incrementa.

Este bosque se restringe a las cañadas o laderas de los cerros bien protegidos, generalmente con exposición Oeste, donde la humedad es la más alta de la zona, en las que sus límites altitudinales son de 3 mil 240 a 3 mil 289 msnm; en sitios con exposición Noroeste, se extiende desde los 3 mil 180 hasta los 3 mil 380 msnm, se localiza por debajo del bosque de *Pinus hartwegii*, ya que nunca llega al límite altitudinal de la vegetación arbórea. La mayor parte de estas comunidades se localizan entre los 3 mil 200 y 3 mil 500 msnm. En sus límites inferiores se mezcla

con *Pinus ayacahuite* var. *Veitchii*, *Pinus montezumae* y *Quercus* spp., aunque en forma aislada se encuentra además *Alnus firmifolia*; en sus límites superiores se mezcla con *Pinus hartwegii*. Entre los estratos, el más bajo está constituido por herbáceas que requieren de mayor humedad, pues encuentran en este bosque condiciones favorables para su crecimiento.

El estrato arbóreo está constituido por algunos pinos (*Pinus montezumae*), el alle (*Alnus firmifolia*), el cedro (*Cupressus lindleyi*), el palo amarillo (*Berberis moranensis*), el saúco (*Sambucus mexicana*), madroño (*Arbutus glandulosa*, *A. xalapensis*) y en ocasiones algunos encinos como *Quercus laurina*, *Salix cana*, *S. paradoxa*.

En el estrato bajo, los arbustos más característicos son: la perilla (*Symphoricarpos microphyllus*), el capulincillo (*Ribes ciliatum*), la barba de Juan de Dios (*Senecio barba-johannis*), el ahuejote (*Salix oxylepis*), el cadillo (*Acaena elongata*), el madroño (*Arbutus glandulosa*), algunos mirtos rojos (especies del género *Salvia*; *Salvia amarissima*, *Salvia concolor*, *Salvia elegans*, *Salvia fulgens*, *Salvia gesneriflora*, *Salvia gracilis*, *Salvia lavels*, *Salvia lavanduloides*, *Salvia mexicana* var. *mexicana*) y otras como *Buddleia sessiliflora*, *Baccharis conferta*, *Buddleia sessiliflora* y *Senecio angulifolius*.

Las hierbas más frecuentes son: el ombligo de tierra (*Peperomia campylotropia*), la pipa de indio (*Monotropa uniflora*) y en afloramientos rocosos, la conchita (*Echeveria secunda*). Es muy abundante la hierba pegajosa (*Sigesbeckia jorullensis*); *Criptantha albidia*, *Hackelia mexicana*, *Lasiarrhenum strigosum*, *Tagetes foetidissima*, *Tagetes lucida*, *Tagetes lunulata*, *Tagetes micrantha*, *Tagetes triradiata*, *Taraxacum officinalis*, *Commelina coelestis*, *Commelina dianthifolia*, *Commelina difusa*, *Cyperus hermaphroditus*, *Cyperus huamensis*, *Acaena elongata*, *Fragaria indica*, *Alchemilla procumbens*, *Salvia elegans*, *Salvia* spp., *Galium aschenbornii*, *Castilleja tenuifolia*, *Oenothera rosea*, entre otras. En los sitios más húmedos y sombríos en el interior del bosque es común encontrar musgos, helechos (*Polypodium lanceolatum*, *Asplenium monanthes*, *Cystopteris fragilis*, *Coniogramme americana*, *Elaphoglossum matneusii*) y hongos como: *Boletus luridus* (páncita azul), *Boletus pinicola* (pámbaso), *Calocera viscosa*, *Cantharellus cibarius* (duraznillo), *Chlorospenium aeruginosum*, *Clavaria flava*, *Clavaria stricta*, *Clavaria truncatus* (dedito amarillo), *Clitocybe giba* (trompeta), *Collybia dryophila*, *Cyathus olla*, *Flamula velutipes*, algunos de ellos comestibles. Los hongos (*Basidiomycetes* principalmente) tienen una amplia gama de hábitat en este bosque.

Los árboles del bosque de oyamel no son muy utilizados, en la zona se presenta una buena cantidad de individuos parasitados por el muérdago enano (*Arceuthobium abietis-religiosae*), lo que demerita la calidad de la madera, además, hay poca representatividad de oyameles en todo el parque.

BOSQUE DE PINUS-ABIES-QUERCUS. En esta asociación, el género *Pinus* es el dominante y los géneros *Abies* y *Quercus* son codominantes; se distribuyen a altitudes de alrededor de 2 mil 400 a 2 mil 600 msnm, en áreas aledañas a cañadas y arroyos, sobre suelos profundos; las especies de pino características de esta asociación son *Pinus hartwegii*, *Pinus leiophylla* y *Pinus montezumae*; entre las especies de *Abies* se encuentra *Abies religiosa*, y del género *Quercus* se hallan *Quercus laurina*, *Q. rugosa*, *Q. peduncularis*, *Q. verticular* y *Q. crassipes*, principalmente. Mezclado con el bosque de *Abies* y *Pinus*, no llega a formar bosques puros.

Las condiciones físicas en las que se desarrollan son similares a las del bosque de oyamel, y es quizás la competencia el factor biótico que influye en la restringida distribución de éste tipo de comunidad vegetal.

BOSQUE DE PINUS-ALNUS-QUERCUS. En este tipo de comunidad, el género *Pinus* dominante también es de poca distribución y prácticamente no hay comunidades puras. Se extiende sobre laderas con exposición occidental, desde los 3 mil 200 hasta los 3 mil 350 msnm; en las laderas de exposición oriental, desde 3 mil 205 a 3 mil 250 msnm; en laderas de exposición Noroeste desde 3 mil 140 a 3 mil 200 msnm, y en las laderas de exposición Sureste se extiende a partir de los 3 mil 160 msnm. Su límite inferior se localiza con las asociaciones de pino-zacatón y en la parte superior con el

bosque de oyamel. *Alnus* alcanza una altura de 3 a 13 metros, pero sólo llega a ser dominante cuando el grado de perturbación es tal que esta especie encuentra condiciones apropiadas para desarrollarse. Las especies características del estrato arbóreo son *Pinus hartwegii*, *Pinus leiophylla*, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus*, *Alnus jorullensis* A. *firmifolia*, *Salix cana*. *Pinus leiophylla* se entremezcla con *Quercus laurina* y *Quercus frutex* (más representados en el bosque). Las epífitas como *Tillandsia usneoides* y *T. benthamiana* son parte importante en la fisonomía de este bosque. Algunos encinos se encuentran parasitados gravemente por *Phoradendron velutinum*. El estrato arbustivo está compuesto por: *Buddleja sessiflora*, *Senecio angulifolius*, *Senecio* sp., *Baccharis conferta*, *Eupatorium glabratum*. En el estrato herbáceo encontramos *Eupatorium amplifolium*, *E. orientalis*, *E. patzcuereense*, *Vervena erecta*, *Lupinus montanus*, *L. mexicanus*, *Arenaria decussata*, *Panicum* sp., *Senecio stoechadiformis*.

BOSQUE DE PINUS-QUERCUS. El género *Pinus* es dominante y se caracteriza por la presencia de *Pinus Hartwegii*, que se encuentra a altitudes de entre 3 mil y 4 mil msnm. En su límite inferior se encuentra principalmente *Pinus montezumae*, asociado con *Quercus laurina*, *Q. rugosa* y *Q. crassipes*. Estas áreas se encuentran dispersas en toda la superficie del Parque y están asociadas con el grado de alteración, generalmente inducida por la explotación del bosque de pino.

BOSQUE DE ALNUS. Se encuentra en laderas de exposición Este, entre los 3 mil 280 y los 3 mil 365 msnm. Limita hacia abajo con el bosque de oyamel. Es la asociación menos típica, ya que es un elemento secundario que, favorecido por las perturbaciones, ha llegado a constituir manchones considerables. El estrato arbóreo está constituido por: *Alnus jorullensis*, *A. firmifolia*; el estrato arbustivo, por *Pernettya ciliaris*, *Ribes pringlei*, *Senecio angulifolius*, *Eupatorium glabratum*. En el estrato herbáceo se encuentran: *Lithospermum* sp., *Stellaria anemorum*, *Microseris ruderalis*, *Geranium potentillaefolium*, *G. vulcanicola*, *Stipa* sp., *Salvia* sp., *Thalictrum hernandezii*, *Alchemilla procumbens*, *Penstemon gentianoides*, *Castilleja tenuiflora*, *Viola flagelliformis*, *Senecio stoechadiformis*.

PINO ZACATÓN. Se encuentra limitado por la asociación alle-pino. Los pinos son las especies dominantes y como codominantes se encuentran diferentes gramíneas. Las especies que se encuentran en el estrato dominante son: *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *Salix cana*. En el estrato arbustivo está compuesto de: *Ribes pringlei*, *Eryngium* sp., *Baccharis conferta*, *Eupatorium glabratum*. Y en el estrato herbáceo: *Lobelia parviflora*, *Geranium potentillaefolium*, *Muhlenbergia* sp., *Trifolium amabile*, *Lupinus mexicanus*, *Lupinus* sp., *Veratrum* sp., *Oenothera deserticola*, *Plantago geleottiana*, *Alchemilla procumbens*, *Galium aschenbornii*, *Penstemon gentianoides*, *Viola flagelliformis*, *Achillea millefolium*, *Gnaphalium* spp., *Erigeron* sp., *Polygonum acetosum*, *Plantago* sp.

PASTIZALES. En esta zona es posible encontrar pastizales en lugares abiertos de los bosques de pino, así como en la cima de las elevaciones más altas. Los zacatonales (*Muhlenbergia macrochaeta* y *Festuca talucensis*) son los componentes más frecuentes, aunque pueden estar acompañados por otras plantas como: *Aristida mexicana*, *Aristida schiedeana*, *Avena fatua*, *Avena sativa*, *Blepharoneuron tricholepis*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua hirsuta*, *Hylaria cynchroides*, *Hordeum jubatum*, *Hordeum vulgare*, *Leersia hexandra*, *Leptochloa dubia*, *Leptochloa fascicularis*, *Festuca lugens*, *Festuca orizabensis*, *Festuca rosei*, *Festuca rubra*, *Carex boliviensis*, *Carex volcánica*, *Bidens anthemoides*, *Astragalus micranthus* y otras especies tanto arbustivas como herbáceas.

Los pastizales son fuente de forraje para el ganado, que es dejado en libertad en ciertas áreas. Durante la época seca del año es frecuente que se les incendie, con el objeto de obtener renuevos para el consumo de los animales.

ÁREAS PERTURBADAS. Hay un grupo de plantas que prefieren sitios sometidos a disturbio, este conjunto recibe el nombre de malas hierbas o malezas. Representantes típicos de este tipo de ambientes son: las orillas de los caminos (a las plantas que crecen ahí se les conoce como

ruderales) y los campos de cultivo (a las plantas que crecen en ellos sin ser sembradas intencionalmente se les denomina arvenses).

Como ejemplo de plantas de este tipo de ambientes están el chicalote (*Argemone platyceras*), los nabos (*Brassica campestris* y *Eruca sativa*), el diente de león (*Taraxacum officinalis*), la jarilla verde (*Senecio salignus*) y el árbol del capulín (*Prunus serotina* var. *capuli*). Otras son *Asplenium castaneum*, *Agrostis tolucensis*, *Muhlenbergia quadridentata*, *Poa annua*, *Stipa mexicana*, *Trisetum spicatum*, *Eupatorium glabratum*, *Baccharis conferta*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Artocarpus arguta*, *Geranium latum*, *Buddleia parviflora*, *Fuschia thymifolia*, *Oenothera pubescens*, *Oxalis corniculata*, *Salix oxylepis*, *Verbena recta*, *Solanum demissum*, *Alnus jorullensis*, *Lithospermum* sp., *Viola flagelli*, etc. Hay que observar que entre las plantas de este grupo son muy frecuentes las introducidas de otros países. También son comunes los vegetales que se emplean con fines medicinales, condimento o alimento para animales.

ESTATUS LEGAL DE LAS ESPECIES RELEVANTES

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-1994 actualizada, dentro del área del Parque se encuentran las siguientes especies consideradas bajo el *status* de raras:

- *Cupressus lindleyi* Klotzsch. *Sisyrinchium quadrangulatum* Klatt
- *Cirsium jorullense* (Kunth) Spreng. ssp. *jorullense*
- *Eupatorium oreithales* Greenm.
- *Lupinus aschenbornii* Shauer var. *aschenbornii*
- *Lupinus ascherbornii* var. *cervantesii* C.P. Smith
- *Hypericum silenoides* Juss var. *silenoides*
- *Salix mexicana* Semen

FAUNA SILVESTRE

No se tiene la certeza acerca de la magnitud y diversidad de la fauna presente dentro del área del Parque, pues muchos de los estudios se realizaron hace años y además no especifican concretamente la distribución, ubicación, o simplemente se refieren a sitios bien localizados dentro de la zona; no obstante, una revisión de la bibliografía más reciente en relación con la presencia de mamíferos dentro o en las zonas adyacentes permite determinar alrededor de 16 familias, 37 géneros y 52 especies.

MAMÍFEROS. El orden de los roedores (ardillas, tuzas, ratas y ratones) es el mejor representado, con cinco familias y 21 especies entre las que se encuentran: *Spermophilus mexicanus mexicanus*, *Spermophilus variegatus variegatus*, *Sciurus aureogaster nigrescens*, *Thomomys umbrinus* aff. *peregrinus*, *Thomomys umbrinus vulcanius*, *Pappogeomys merriami merriami*, *Dipodomys phillipsi*, *Uromys irroratus hallen*, *Neotoma mexicana torquata*, *Peromyscus difficilis felipensis*, *Peromyscus truei gratus*, *Peromyscus aztecus hylocetes*. Constituyen el 40.4 por ciento de los mamíferos de la Sierra Nevada. Le siguen en orden decreciente los carnívoros, con cuatro familias y 11 especies (21.2 por ciento); *Canis latrans cagotis*, *Urocyon cinereoargenteus nigrirostris*, *Bassariscus astatus astatus*, *Procyon lotor hernandezii*, *Nasus nasua molaris*; los quirópteros (murciélagos), con dos familias y 10 especies (19.2 por ciento); *Myotis californicus mexicanus*, *Myotis velifer velifer*, *Myotis volans amotus*, *Myotis thysanoides aztecus*, *Eptesicus fuscus miradorensis*, *Lasiurus cinereus cinereus*, *Idionycteris phyllotis*, *Plecotus mexicanus*; los insectívoros (musarañas) con una familia y cuatro especies (7.7 por ciento); *Sorex vagrans orizabae*, *Sorex saussurei saussurei*, *Sorex oreopolus ventralis*, *Sorex goldmani alticola*, etcétera; los lagomorfos (conejos) con una familia y

tres especies (5.8 por ciento), y los órdenes *Marsupialia* (tlacuache), *Xenarthra* (armadillo) y *Artiodactyla* (venado cola blanca), con una familia y una especie (1.52 por ciento) cada una.

De las familias registradas, la mejor representada es la familia *Muridae* (ratones) con 12 especies, seguida en importancia por la familia *Vespertilionidae* (murciélagos) con ocho especies, la familia *Soricidae* (musarañas) con ocho especies, la familia *Soricidae* (murciélagos) con cuatro especies y las familias *Leporidae* (conejos), *Sciuridae* (ardillas) y *Geomyidae* (tuzas) con tres especies cada una; las 10 familias restantes están representadas por dos o una sola especie.

Existen 10 especies endémicas que representan una quinta parte (19.2 por ciento) de las registradas para la Sierra Nevada. Estos altos endemismos en la región y de manera general para el valle de México han sido atribuidos a su origen geológico y a sus características fisiográficas, que en conjunto han actuado como aislantes. Especies como el conejo de los volcanes o zacatuche (*Romerolagus diazi*), la tuza (*Pappogeomys merriami*) y los ratones (*Neotomodon alstoni* y *Reithodontomys chrysopsis*) son endémicas de la provincia biótica Volcánico-Transversal, al igual que las siguientes subespecies: las tuzas *Thomomys umbrinus vulcanius* y *T. umbrinus peregrinus*, la musaraña *Sorex vagrans orizabae* y el ratón *Peromyscus aztecus hylacetes*.

Entre los mamíferos en peligro de extinción en esta zona se localizan el conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*), el puma *Felis concolor azteca*, el lince *Lynx rufus escuinapae*, el coati (*Nasua nasua*), el venado cola blanca *Odocoileus virginianus*.

AVES. Las zonas altas y montañosas propician el establecimiento de comunidades vegetales variadas, generando ambientes y microambientes de gran importancia para la supervivencia de innumerables especies de aves.

Las aves que presentan mayor rango de dispersión son aquellas que tienen gran capacidad de vuelo durante su ritmo diario de vida; ejemplos característicos son las rapaces (familias *Cathartidae*, *Accipitridae* y *Falconidae*, *Coragyps atratus*, *Cathartes aura*, *Accipiter stratus*, *Accipiter cooperii*, *Buteo lineatus*, *Buteo jamaicensis*, *Falco sparverius*, *Falco peregrinus*), los vencejos (familia *Apodidae*, *Cypseloides niger*, *Cypseloides rutilus*, *Streptoprogne semicollaris*, *Chaetura vauxi*, *Aeronautes saxatalis*), las golondrinas (familia *Hirundinidae*) y los cuervos (familia *Corvidae*, *Cynocitta stelleri*, *Aphelocoma coerulescens*, *Aphelocoma ultramarina*, *Corvus corax*). Por otro lado están aquellas que en sus hábitat no requieren de grandes desplazamientos, como las codornices (familia *Phasianidae*, *Dendrocygna macroura*, *Cyrtonyx montezumae*) y la cholina (familia *Formicariidae*, *Grallaria guatemalensis*).

Aves como *Columba livia*, *Columbina inca*, *Hirundo rustica* y *Passer domesticus* son especies a las que comúnmente se les encuentra cerca de asentamientos humanos como pueblos, rancherías y granjas, la primera y la última son especies introducidas al Continente Americano y eventualmente compiten por alimento o espacio con aves nativas.

Algunos autores refieren aves endémicas como *Dendrocygna macroura*, *Streptoprogne semicollaris*, *Atthis heloisa*, *Atlapetes pileatus*, *A. virenticeps*, *Turdus rufopallatus*, *Melanotis caerulescens* y *Ergaticus ruber*.

ANFIBIOS Y REPTILES. Para la zona del Iztaccihuatl-Popocatepeti-Zoquiapan y Anexas se reporta el camaleón (*Phrynosoma* sp.), lagartijas (*Pseudoeurycea leprosa*, *Pseudoeurycea cephalica cephalica*, *Chiropterotriton chiroptera*, *Sceloporus aeneus bicanthalis*, *Sceloporus m. mucronatus*, *Sceloporus grammicus microlepidotus*, *Barisia l. imbricata*), y otros reptiles como *Storeria storerioides*, *Thamnophis scalaris scalinger*, *Thamnophis eques*, *Crotalus t. triseriatus* y *Sistrurus ravus*.

Los anfibios se registran, sobre todo hacia los 3 mil m de altitud, en los arroyos y aguajes, por ejemplo se encuentra a la rana (*Hyla plicata*, *Hyla lafrentzi*) y al ajolote (*Rhyacosideran altamirani*).

DIMENSIÓN ECONÓMICA

Parte de la información contenida en este apartado corresponde al VII Censo Agrícola y Ganadero de 1991. Desde esa fecha el INEGI no ha actualizado la información respectiva a estas actividades económicas en el país; por lo tanto, aunque anticuados, son los datos oficiales disponibles de los cuales hemos de echar mano para este ordenamiento, según lo marcan los términos de referencia.

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

Para los municipios del estado de Puebla en la zona de estudio tenemos una población económicamente activa (PEA) del 30.40 por ciento. La PEA ocupada se emplea principalmente en actividades agropecuarias, divididas en agricultura, ganadería, forestal, y en la pesca; en los municipios poblanos del volcán estas actividades alcanzan el 53.7 por ciento. El segundo lugar de importancia por el porcentaje de ocupación lo tienen los servicios profesionales, de educación, de salud, asistencia social, hoteles y restaurantes, entre otros, alcanzando el 9.0 por ciento de ocupación. La industria manufacturera ocupa al 16.5 por ciento de la PEA mientras que el comercio sólo emplea el 8.8 por ciento de la población. Estos cuatro sectores son los más importantes en toda la zona, pues el restante 12 por ciento de PEA ocupada se emplea en aproximadamente 10 sectores minoritarios como la construcción, la minería, los servicios financieros, gobierno y otros.

Las unidades económicas de las actividades de transformación y terciarias sumaron 8 mil 626 en 1993 mientras que en 1998 ya sumaban 9 mil 767 y representaban un crecimiento del 13.22 por ciento durante ese período; el personal ocupado en estas unidades fue de 21 mil 508 en 1993 y de 24 mil 354 en 1998, lo cual representó un incremento del 13.23 por ciento.

PORCENTAJE DE LA PEA OCUPADA, PRINCIPALES SECTORES ECONÓMICOS

	Agricultura y ganadería	Industria	Construcción	Comercio	Servicios profesionales, de educación, de salud, asistencia social, hoteles y restaurantes	Industria manufacturera	Industria extractiva	Servicios financieros	Servicios gubernamentales	Industria de servicios	Industria de servicios
Nacional	15.8	0.4	8.4	19.0	16.6	5.0	1.2	26.3	4.2	3.0	
Puebla, zona de ordenamiento	53.7	0.8	6.1	16.6	8.8	2.0	0.1	9.0	1.4	1.5	

Fuente: Elaboración de Cupreder con base en INEGI 2000.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA) Y POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE INACTIVA (PEI), AÑO 2000

MUNICIPIO	Población 2000	Población mayor de 15 años	Población Económicamente Activa	PEA Ocupada	PEI Estudiantes, Hogar, pensionados, incapacitados
Atlixco	117,111	80,270	38,766	38,416	41,270
Atlixcohuacán	11,933	7,646	2,591	2,582	5,039
Calpan	13,571	9,012	3,885	3,874	5,062
Cohuecan	4,596	2,990	1,107	1,094	1,874
Chilautzingo	17,788	11,965	5,251	5,212	6,640
Domingo Arenas	5,581	3,475	1,382	1,373	2,076
Huaquechula	28,654	18,813	7,588	7,507	11,164

Huejotzingo	50,868	34,880	16,717	16,557	18,013
Nealtican	10,644	6,613	3,154	3,146	3,450
San Jerónimo Tecuanipan	5,267	3,440	1,785	1,776	1,646
San N. de los Ranchos	10,009	6,733	3,262	3,254	3,458
San Salvador el Verde	22,649	15,352	6,964	6,910	8,343
Santa Isabel Cholula	8,815	5,720	2,254	2,232	3,453
Tianguismanalco	9,640	6,300	2,793	2,785	3,497
Tlahuapan	31,665	20,918	9,056	8,984	11,797
Tochimilco	17,171	10,928	4,381	4,342	6,513

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI. 2000.

DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO

PERCEPCIÓN DEL INGRESO CON RELACIÓN A LA PEA OCUPADA, EN SALARIOS MÍNIMOS, TOTAL DE LA REGIÓN (RELATIVOS), 2000.

	Sin Ingreso	Hasta 1	1 y 2	2 a 3	3 a 5	5 a 10	Hasta 10	10 y más
Atlixco	13.7	14.7	35.0	12.5	11.6	5.5	2.0	4.8
Atzitzihuacan	49.1	22.2	21.3	3.2	0.9	0.2	0.3	2.9
Calpan	28.1	24.7	35.1	6.0	2.8	0.9	0.3	2.0
Cohuecan	43.1	27.1	19.7	3.2	1.9	0.7	0.6	3.7
Chiautzingo	26.1	15.2	36.8	10.1	3.9	1.1	0.7	6.1
Domingo Arenas	53.3	6.1	19.7	10.7	6.2	1.2	0.1	2.6
Huaquechula	33.7	24.3	32.9	3.5	2.2	1.0	0.3	2.0
Huejotzingo	18.2	13.0	33.7	15.8	10.1	3.7	1.1	4.3
Nealtican	19.7	30.4	33.3	9.2	4.5	0.5	0.1	1.4
Tecuanipan	33.3	24.2	30.9	5.9	3.2	0.5	0.2	1.9
San N. los Ranchos	31.1	34.4	25.9	3.7	1.8	0.3	0.1	2.6
San S. el Verde	18.1	14.5	43.9	11.4	6.0	1.6	0.6	3.7
Sta. Isabel Cholula	24.8	17.7	45.7	6.3	2.8	0.9	0.6	1.3
Tianguismanalco	34.9	23.9	31.6	3.2	2.4	1.0	1.0	2.0
Tlahuapan	21.9	18.0	39.7	8.2	4.0	1.3	0.5	6.4
Tochimilco	57.0	16.8	18.3	3.1	1.5	0.4	0.1	2.9

Fuente: Elaboración Cupreder con datos del XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI. 2000.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL

En 1991 la región del ordenamiento había un total de Unidades de Producción Rural de 49 mil 738, que abarcaban todas ellas 116 mil 907 has. Huejotzingo era el municipio con mayor número de unidades, y Tlahuapan era el municipio con más superficie de ellas.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL Y SUPERFICIE TOTAL, POR MUNICIPIO

Municipio	Número de unidades de producción rurales 1991	Superficie total de unidades de producción rurales 1991 (HA)
Acteopan	568	2,117.9
Atlixco	4,647	15,309.31
Atlixcohuacán	2,362	6,618.18
Calpan	4,289	6,293.19
Cohuecan	392	2,168.53
Chiautzingo	3,846	5,440.44
Domingo Arenas	710	1,001.89
Huaquechula	4,440	12,485.95
Huejotzingo	7,571	11,298.37
Nealtican	1,305	1,438.49
San Felipe Teotlalcingo	1,773	7,158.97
San Jerónimo Tecuanipan	2,512	3,843.22
San Nicolás de los Ranchos	2,114	2,282.22
San Salvador el Verde	2,737	8,051.6
Santa Isabel Cholula	1,534	3,251.51
Tiangulsmanalco	1,321	4,618.79
Tlahuapan	3,251	15,332.19
Tochimilco	4,366	8,196.56
Total	49,738	116,907.31

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL Y ACTIVIDADES AGROPECUARIA Y FORESTAL, POR MUNICIPIO

Municipio	Actividad agropecuaria y forestal			Superficie			Total
	Con	Sin	Total	con	sin	total	
Acteopan	391	177	568	2,118	862.1	2,980	2,117.9
Atlixco	4,098	549	4,647	15309.3	1,713.2	17022.5	15,309.3
Atlixcohuacán	1,903	459	2,362	6618.2	766.9	7385.1	6,618.2
Calpan	2,000	2,289	4,289	6293.2	3,021.8	9315	6,293.2
Cohuecan	365	27	392	2168.5	151.3	2319.8	2,168.5
Chiautzingo	2,779	1,067	3,846	5440.4	1,746.3	7186.7	5,440.4
Domingo Arenas	635	75	710	1001.1	79.6	1080.7	1,001.1
Huaquechula	3,458	982	4,440	12485.9	2,219.9	14705.8	12,485.9
Huejotzingo	4,463	3,108	7,571	11298.3	4,727.8	16026.1	11,298.3
Nealtican	1,010	295	1,305	1438.5	647.7	2086.2	1,438.5
San F. Teotlalcingo	1,191	582	1,773	7158.9	5,345.5	12504.4	7,158.9
San J. Tecuanipan	1,730	782	2,512	3843.2	1,109.0	4952.2	3,843.2
San N. los Ranchos	1,625	489	2,114	2282.2	590.8	2873.01	2,282.2
San S. el Verde	2,056	681	2,737	8051.6	4,361.9	12413.5	8,051.6
Santa I. Cholula	1,082	452	1,534	3251.5	972.6	4224.1	3,251.5
Tiangulsmanalco	960	361	1,321	4618.8	2,409.8	7028.6	4,618.8
Tlahuapan	2,749	502	3,251	15332.2	3,941.3	19273.5	15,332.2
Tochimilco	772	372	1,144	8196.5	2,447.3	10643.8	8,196.6
Total	33,267	13,249	46,516	116,906	37,114.8	154,021	116,906.3

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

En materia de disponibilidad de agua, el conjunto de los municipios cuentan con una superficie con sistema de riego del 11.9 por ciento; 63 por ciento de la superficie es sólo de temporal; 25.09 es de riego y de temporal. El municipio con más posibilidades de riego es Atlixco.

SUPERFICIE CULTIVADA

SUPERFICIE AGRÍCOLA, 1998/99

	Zona de estudio
Superficie total	216 984.91 has
Superficie agrícola	73 989.00 has
Porcentaje de la superficie dedicada a la agricultura	34.10%
Porcentaje de la superficie de agricultura con riego	11.99%

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico de Puebla, INEGI, 2001.

SUPERFICIE CON USO DE TECNOLOGÍA (HECTÁREAS) 1998/99.

	Asistida técnicamente	Mecanizada	Semilla mejorada	Fertilizada
Zona de ordenamiento	22,470	37,701	11,471	65,359

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico de Puebla, INEGI, 2001

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL VIVERO

Municipios	Unidades de producción 1991	Superficie de viveros (HA) 1991	Número de unidades con producción 1991	Superficie con producción (HA) 1991	Número de unidades sin producción 1991	Superficie sin producción (HA) 1991
Acteopan	0	0	0	0	0	0
Atlixco	55	34.16	34.16	55	0	0
Atlixcohuacán	0	0	0	0	0	0
Calpan	24	0.09	0.09	23	1	0
Cohuecan	-1	0	0	0	-1	0
Chiautzingo	6	0.3	0.3	4	2	0
Domingo Arenas	-1	0.03	0.03	-1	0	0
Huaquechula	4	2.03	2.03	4	0	0
Huejotzingo	8	1.53	1.53	8	0	0
Nealtican	0	0	0	0	0	0
San Felipe Teotlalcingo	14	1.32	1.32	14	0	0
San Jerónimo Tecuanipan	-1	0	0	-1	0	0
San Nicolás de los Ranchos	-1	0.01	0.01	-1	-1	0
San Salvador el Verde	10	0.04	0.04	9	1	0
Santa Isabel Cholula	0	0	0	0	0	0
Tlanguismanalco	0	0	0	0	0	0
Tlahuapan	9	2.02	2.02	7	2	0
Tlaxiimilco	-1	0	0	0	-1	0
Total	125	41.53	41.53	121	3	0

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL SEGÚN SUPERFICIE FÍSICA SEMBRADA. TABLA A

Municipios	Unidades de producción 1991	Superficie agrícola (HA) 1991	Número de unidades de producción para cultivos anuales ciclo primavera-verano 1991	Superficie física sembrada para cultivos anuales ciclo primavera-verano (HA) 1991	Número de unidades de producción para cultivos anuales ciclo otoño-invierno 1991	Superficie física sembrada para cultivos anuales ciclo otoño-invierno (HA) 1991
Actopan	401	1,079.97	322	648.9	0	0
Atlixco	4,117	13,587.44	3,629	6,565.52	1,368	2,088.53
Atlixcohuacán	1,924	5,439.29	1,859	4,310.83	7	8
Calpan	2,012	3,265.53	1,954	2,420.99	2	10.5
Cohuecan	372	2,089.03	334	1,123.25	0	0
Chalutzingo	2,817	3,530.51	2,430	1,859.23	84	47.38
Domingo Arenas	637	918.64	622	604.25	2	7
Huachuquila	3,537	10,361.37	2,890	5,935.42	925	1,208.72
Huejotzingo	4,622	6,703.7	4,242	4,157.27	49	39.44
Nealtican	1,017	794.84	991	630.18	11	6.75
San Felipe Teotlalcingo	1,251	1,811.94	993	851.6	68	59.85
San Jerónimo Tecuampan	1,747	2,752.58	1,666	2,529.67	34	27.88
San Nicolás de los Ranchos	1,597	1,538.78	1,450	1,011.74	10	4.75
San Salvador el Verde	2,102	3,716.32	1,830	2,340.68	316	320.87
Santa Isabel Choluta	1,076	2,493.1	1,029	1,689.09	192	237.21
Tiangüismanalco	976	1,885.94	796	1,098.43	42	55
Tlahuepan	2,779	10,335.52	2,619	7,430.27	20	32.5
Tochimilco	2,900	5,651.32	2,498	3,503.05	137	129.81
Total	35,884	77,955.82	32,156	48,710.37	3,267	4,284.19

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL SEGÚN SUPERFICIE FÍSICA SEMBRADA. TABLA B

Municipio	Número de unidades de producción para cultivos anuales en ambos ciclos 1991	Superficie física sembrada para cultivos anuales en ambos ciclos (HA) 1991	Número de unidades de producción para cultivos perennes 1991	Superficie física sembrada para cultivos perennes (HA) 1991	Número de unidades de producción no sembradas 1991	Superficie física no sembrada (HA) 1991
Acteopan	0	0	6	0.12	163	430.95
Atlixco	1,264	1,880.12	1,230	1,694.83	2,318	5,118.67
Atzacahuacán	4	3.25	184	51.49	545	1,072.21
Calpan	2	10.5	785	685.04	160	159.5
Cohuecan	0	0	26	2.8	205	962.96
Chiautzingo	75	45.48	1,828	1,074.76	774	594.63
Domingo Arenas	2	7	220	236.16	72	78.23
Huachuquila	795	973.44	958	633.51	1,882	3,557.16
Huejotzingo	37	27.76	1,714	2,020.33	502	514.42
Neotican	11	6.75	357	147.57	29	17.1
San Felipe Teotlalcingo	60	52.6	752	716.75	273	236.34
San Jerónimo Tecuapipán	30	23.13	496	112.7	113	105.46
San Nicolás de los Ranchos	9	4.25	473	352.88	191	173.66
San Salvador el Verde	280	270.96	875	949.85	393	375.87
Santa Isabel Cholula	180	203.21	337	128.32	269	641.69
Tangüisamaraco	42	54	287	256.43	247	530.09
Tehuacan	18	29	1312	1,786.27	589	1,115.48
Tochimilco	98	92.28	1004	655.95	899	1,454.8
Total	2,907	3,683.73	12,844	11,505.76	9,624	17,139.24

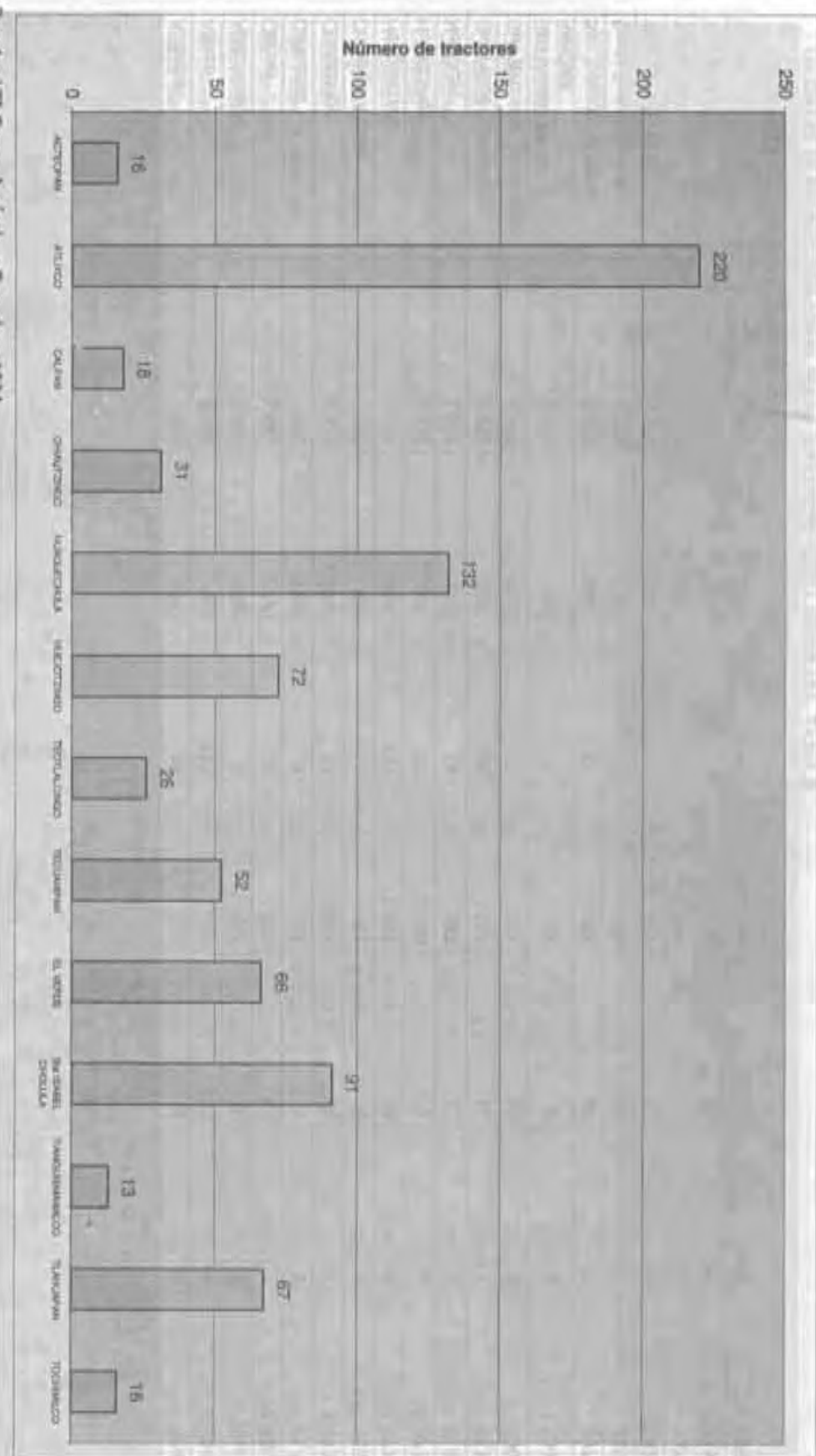
Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

UNIDAD DE PRODUCCIÓN RURAL CON SUPERFICIE LABORAL SEGÚN USO DE TRACTOR

Municipio	Número total de unidades de producción rurales 1991	Número total de unidades de producción rurales que usan tractor 1991	Número de unidades de producción rurales que usan tractor propio 1991	Número de unidades de producción rurales que usan tractor rentado 1991	Número de unidades de producción rurales que usan tractor prestado 1991	Número de unidades de producción rurales que usan tractor colectivo o de grupo 1991	Número de unidades de producción rurales que no usan tractor 1991
Atecpán	401	177	16	162	8	0	224
Atlixco	4,118	1,784	219	1,607	130	48	2,334
Atlixihuatlan	1,924	508	6	502	30	9	1,416
Calpan	2,012	527	18	509	63	1	1,485
Cahucan	372	155	4	151	1	0	217
Chautzingo	2,817	1,674	31	1,645	84	27	1,143
Domínguez Arenas	637	82	1	81	6	0	555
Huachuapilla	3,537	1,960	131	1,940	88	15	1,577
Huejotzingo	4,622	2,245	73	2,190	171	12	2,377
Mealtican	1,017	299	8	292	32	2	718
San Felipe Teotlalcingo	1,251	638	26	614	31	17	613
San Jerónimo Tecuanipán	1,747	941	53	914	61	0	806
San Nicolás de los Ranchos	1,597	63	5	59	6	2	1,534
San Salvador el Verde	2,103	1,806	67	1,751	69	17	297
Santa Isabel Cholula	1,076	821	91	771	116	0	255
Tiangulmanalco	977	594	13	582	51	1	383
Tehuacan	2,779	2,322	67	2,264	65	31	457
Tochimilco	2,900	156	16	140	18	21	2,744
Total	35,887	16,752	845	16,074	1030	203	19,135

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991.

MUNICIPIOS CON USO DE TRACTOR



Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

En toda la zona de ordenamiento, para el año 1991, fueron registrados 844 tractores en 13 municipios. En el resto fueron contabilizados 24 tractores.

PRINCIPALES CULTIVOS Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Los principales cultivos agrícolas son alrededor de 35. Destacan por extensión de superficie sembrada: maíz, frijol, alfalfa, sorgo, aguacate y trigo, siendo el maíz el principal. El volumen de la producción agrícola fue de 400 mil 230.10 toneladas entre 1998 y 1999. Para el mismo periodo, a precios corrientes, el valor de la producción total agrícola fue de 991 millones 770 mil pesos.

UNIDAD DE PRODUCCIÓN RURAL, SEGÚN CICLO DE CULTIVO DE MAÍZ

Municipios	Unidades de producción 1991	Unidades de producción del ciclo primavera-verano 1991	Superficie sembrada del ciclo primavera-verano 1991	Superficie cosechada del ciclo primavera-verano 1991	Producción obtenida del ciclo primavera-verano 1991	Unidades de producción del ciclo otoño-invierno 1991	Superficie sembrada del ciclo otoño-invierno 1991	Superficie cosechada del ciclo otoño-invierno 1991	Producción obtenida del ciclo otoño-invierno 1991
Acatepec	255.00	255.00	334.58	319.35	247.99	0.00	0.00	0.00	0.00
Atlixco	3,158.00	3,016.00	4,588.75	4,175.98	3,054.87	879.00	1,121.44	1,084.65	1,395.62
Atlixcohuacán	1,691.00	1,690.00	2,391.82	2,375.09	2,226.70	3.00	4.00	4.00	5.98
Calpan	1,812.00	1,812.00	2,389.90	2,369.12	3,561.72	0.00	0.00	0.00	0.00
Colhuacán	289.00	289.00	677.75	645.80	693.22	0.00	0.00	0.00	0.00
Chalchicomula	2,307.00	2,304.00	2,271.88	2,164.56	3,698.68	34.00	36.75	36.00	71.97
Domingo Arenas	611.00	611.00	831.67	827.42	1,024.22	2.00	7.00	7.00	5.60
Huajuclutla	2,288.00	2,098.00	2,579.53	2,040.93	1,814.59	500.00	557.57	505.39	703.69
Huejotzingo	4,096.00	4,093.00	5,390.68	5,130.00	6,130.60	4.00	4.25	3.75	7.81
Mezquian	810.00	810.00	517.57	507.40	890.94	1.00	1.00	1.00	1.00
San Felipe Teotlalcingo	906.00	905.00	1,078.29	1,051.16	1,387.46	33.00	35.50	35.50	62.01
San Jerónimo Tecuampan	1,330.00	1,328.00	1,522.59	1,504.44	1,884.51	4.00	6.50	6.50	8.80
San Nicolás de los Ranchos	1,442.00	1,441.00	1,310.05	1,300.43	1,723.40	10.00	4.95	4.95	9.97
San Salvador el Verde	1,598.00	1,590.00	1,967.91	1,912.28	2,887.31	166.00	184.75	180.50	283.48
Santa Isabel Cholula	885.00	866.00	850.77	839.39	1,244.50	54.00	65.86	65.86	129.99
Tlanguaynahuac	735.00	732.00	832.90	805.06	1,238.21	25.00	31.50	30.50	44.31
Tehuacan	2,263.00	2,263.00	4,036.98	3,934.34	5,848.29	9.00	13.50	13.50	17.30
Tochimilco	2,398.00	2,376.00	3,290.41	3,199.11	3,993.51	97.00	106.07	104.07	86.17
Total	28,874.00	28,449.00	36,874.03	35,050.86	44,390.72	1,771.00	2,183.06	2,083.19	2,833.70

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

UNIDAD DE PRODUCCIÓN RURAL SEGÚN CICLO DE CULTIVO DE FRÍO.

Municipios	Unidades de producción 1991	Unidades de producción del ciclo primavera-verano 1991	Superficie sembrada del ciclo primavera-verano 1991	Superficie cosechada del ciclo primavera-verano 1991	Producción obtenida del ciclo primavera-verano 1991	Unidades de producción del ciclo otoño-invierno 1991	Superficie sembrada del ciclo otoño-invierno 1991	Superficie cosechada del ciclo otoño-invierno 1991	Producción obtenida del ciclo otoño-invierno 1991
Acateopan	69.00	69.00	77.75	74.74	16.77	0.00	0.00	0.00	0.00
Atlixco	808.00	715.00	803.87	682.02	470.49	236.00	206.46	186.13	224.49
Atlixcohuacán	950.00	949.00	1,098.00	992.04	271.17	2.00	0.75	0.75	0.55
Calpan	835.00	835.00	813.43	774.10	480.44	1.00	5.00	5.00	2.00
Cahucan	58.00	58.00	97.15	56.50	32.56	0.00	0.00	0.00	0.00
Chalucingo	330.00	328.00	305.89	191.71	83.77	8.00	5.00	4.25	1.78
Doningo Arenas	126.00	126.00	116.00	111.92	29.82	0.00	0.00	0.00	0.00
Huajuquillas	1,076.00	945.00	872.99	563.97	263.64	189.00	155.43	136.77	136.92
Huajuquillas	631.00	630.00	787.45	575.35	305.19	1.00	0.50	0.50	0.50
Mezquian	374.00	371.00	215.63	202.45	103.50	1.00	1.00	1.00	2.00
San Felipe Teotlalcingo	168.00	168.00	143.62	116.06	58.57	6.00	7.00	7.00	5.05
San Jerónimo Tecuapet	972.00	970.00	899.28	870.00	537.01	3.00	2.50	2.50	2.84
San Nicolás de los Ranchos	99.00	99.00	70.04	65.70	19.30	0.00	0.00	0.00	0.00
San Salvador el Verde	583.00	558.00	510.36	424.66	327.76	69.00	51.00	46.75	48.64
Santa Isabel Chokila	500.00	490.00	398.95	386.76	329.83	28.00	15.25	15.25	28.57
Tenquismatlaco	301.00	300.00	244.59	222.52	154.44	9.00	11.75	9.75	9.75
Tehuacan	488.00	488.00	414.52	362.85	220.52	2.00	1.00	1.00	0.83
Tochimilco	937.00	921.00	1,294.31	1,194.87	365.78	29.00	20.50	18.25	11.36
Total	9,305.00	9,023.00	9,153.83	7,868.34	4,070.58	584.00	483.14	434.90	475.28

PRINCIPALES CULTIVOS SEGÚN VALOR DE LA PRODUCCIÓN. MILES DE PESOS. TABLA A

Municipio	maíz	fríjol	cebada	haba seca	cacahuete	sorgo	avena forraje	papa	trigo
Atzacapan	1397.8	0.0	-	-	-	3,526.6	-	-	-
Atlixco	12,466.4	1,472.4	1,013.0	61.6	760.5	-	-	-	-
Atlixihuan	5,499.8	2,157.6	-	-	-	31.7	-	-	-
Calpan	396.8	1,800.7	-	-	-	-	153.0	-	-
Cohuecan	1,494.5	0.0	-	-	-	2,952.0	-	-	-
Chalutzingo	6,020.0	159.0	-	289.8	-	-	373.6	-	-
Dominico Arenas	3,047.4	136.5	-	-	-	-	-	-	-
Huachuquila	6,132.2	616.2	-	70.0	10,520.0	-	-	-	-
Huejotzingo	12,456.0	966.0	-	450.0	-	-	316.8	-	-
Nealtican	8,568.0	495.0	-	-	-	-	-	-	-
San Felipe Teotlalcingo	6,280.0	1,094.3	-	-	-	-	161.5	-	12.2
San Jerónimo Tecuapipán	4,157.2	1,869.0	-	-	-	-	-	-	-
San Nicolás de los Ranchos	3,996.0	1,350.0	-	-	-	-	-	-	-
Sana Salvador el Verde	13,392.0	566.9	-	-	-	-	1,603.9	-	63.7
Santa Isabel Cholula	2,369.2	731.5	-	-	-	-	93.5	-	-
Tlanquismatlan	2,373.6	541.5	-	-	-	-	-	-	-
Tlalhuapán	31,760.0	1,791.1	-	-	-	-	1,222.8	360	1710
Tochimilco	2,668.4	644.0	-	-	94.5	-	-	-	-
Total	124,395.3	16,391.7	1,013.0	871.4	11,375.0	6,510.3	3,925.1	360.0	1,785.9

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico 2003. INEGI

PRINCIPALES CULTIVOS SEGÚN VALOR DE LA PRODUCCIÓN. MILES DE PESOS. TABLA B

Municipio	maíz forraje	calabacita	zanahoria	cebolla	lechuga	col	cilantro	arvejon
Acteopan	-	-	-	-	-	-	-	-
Alixco	4812.8	14483.7	432	33621.9	1008	1386	6656.2	111.6
Atlixhuacan	-	43.2	-	-	-	-	-	-
Calpan	242	39	-	240	-	965.3	660	-
Cotahuacan	-	-	-	-	-	-	-	-
Chiautzingo	-	572	-	1200	57	643.5	30	-
Domingo Arenas	-	-	-	-	-	-	-	-
Huequechula	4220	6894	105	13621.1	180	1386	1213.1	620
Huejutzingo	9405	-	-	-	600	-	-	-
Nealtican	-	-	-	-	-	-	-	-
Sn. Felipe Teotlaclingo	99	715	-	472.5	95	321.8	90	27.9
Sn. Jerónimo Tecuanipan	-	686	-	648	-	-	93.6	-
Sn. Nicolás de los Ranchos	-	-	-	-	-	-	-	1155
Sn. Salvador el Verde	-	2098.1	-	770	-	330	1260	113.1
Sta. Isabel Cholula	1777	1313.8	-	4365.4	140	196	1670.3	-
Tianquismanalco	-	308.8	-	-	-	-	-	-
Tlahuapán	-	14350.1	-	982.8	118.8	-	1528	210
Tochimilco	180	560	-	331.6	-	-	-	-
Total	20,735.8	42,063.7	537.0	56,253.3	2,198.8	5,230.6	13,201.2	2,237.6

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico 2003. INEGI

PRINCIPALES CULTIVOS SEGÚN VALOR DE LA PRODUCCIÓN. MILES DE PESOS. TABLA C

Municipio	chile verde	jitomate	haba verde	gladiola	ejote
Acteopan	-	-	-	-	-
Atlixco	200	-	270.6	46772.1	2448
Atzizihuacán	-	-	-	-	-
Calpan	450	-	281.6	-	-
Cohuecan	-	-	-	-	-
Chiautzingo	192	-	704	42.5	-
Domingo Arenas	-	-	1015	-	-
Huaquechula	492.5	2085.4	221.7	12758.2	4816.8
Huejotzingo	-	-	931	-	446.3
Nealtican	-	-	261	-	-
Sn. Felipe Teotlalcingo	276	-	1537.9	4029.8	720
Sn. Jerónimo Tecuanipan	-	-	5800	-	195.8
Sn. Nicolás de los Ranchos	-	-	-	-	-
Sn. Salvador el Verde	184	-	281.6	-	-
Sta. Isabel Cholula	-	-	135.3	1828.9	424.8
Tlanguismanalco	-	-	-	192.5	-
Tlahuapan	-	-	6261.5	-	-
Tochimilco	-	-	-	3960	-
Total	1,794.5	2,085.4	17,701.2	69,584.0	9,051.7

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico 2003. INEGI

PRINCIPALES CULTIVOS SEGÚN VALOR DE LA PRODUCCIÓN. MILES DE PESOS. TABLA D

Municipio	brócoli	semilla de calabaza	chicharo	cempasúchil	coliflor
Acteopan	-	-	-	-	-
Atlixco	512.4	-	383	21624	1218
Atzizihuacán	-	-	-	-	-
Calpan	-	-	310.5	-	413.6
Cohuecan	-	-	-	-	-
Chiautzingo	-	-	1222.4	675.3	375
Domingo Arenas	-	-	-	540	-
Huaquechula	-	-	728.3	2362.8	562.5
Huejotzingo	-	-	-	1554	-
Nealtican	-	-	-	182.5	-
Sn. Felipe Teotlalcingo	-	-	598.3	207.2	900
Sn. Jerónimo Tecuanipan	-	88	30.5	1640	196
Sn. Nicolás de los Ranchos	-	-	-	-	-
Sn. Salvador el Verde	-	180	-	-	906.3
Sta. Isabel Cholula	-	-	702	1080	420
Tlanguismanalco	-	-	-	525	-
Tlahuapan	-	84	-	1095	2066.3
Tochimilco	-	-	-	456	-
Total	512.4	352.0	3,975.0	31,941.8	7,057.7

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico 2003. INEGI

PRINCIPALES CULTIVOS SEGÚN VALOR DE LA PRODUCCIÓN, MILES DE PESOS. TABLA E

Municipios	alfalfa	manzana	limón	chuela	aguacate	pera	durazno	tejocote
Actopan	-	-	-	-	-	-	-	-
Atlixco	52,118.4	-	-	-	6,357.6	-	-	-
Atzoitziacán	-	-	-	-	-	-	-	-
Calpan	1,254	1,204.2	-	-	66.6	332.4	660	1,937.6
Cotzucan	-	-	-	-	-	-	-	-
Chautzingo	6,620.8	163.2	-	1,353.5	-	3,740.1	657.6	2,307.2
Domingo Arenas	228.9	96.6	-	100.3	-	162	162	77
Huachuclilla	17,905.6	-	1,687.2	-	6,840	-	-	-
Hueiczingo	7,144.3	5,811.2	-	663.2	-	1956	7,622.4	966
Nealtican	761.6	27.6	-	62.1	-	36.8	342	1,403
Sn. Felipe Teotlalcingo	3876	918.9	-	660.5	-	965.4	1,188	386
Sn. Jerónimo Tecuanipan	-	172.8	220.8	37	143.5	151.2	324	100.8
Sn. Nicolás de los Ranchos	-	176.4	-	66.6	-	80	230.4	151.2
Sn. Salvador el Verde	10,629.3	780	-	288.6	-	80	1550	46.8
Sta. Isabel Cholula	660.2	-	-	-	460	97.2	-	-
Tlanguismanalco	866.9	-	-	-	985.6	-	-	-
Tlahuapan	10,297.1	454.8	-	216.5	-	509.6	2,761	406
Tochimilco	2322	-	-	105.5	4516	734.4	1,350	1,093.4
Total	114,685.1	9,805.7	1,908	3,620.4	19,322.7	8,845.1	16,847.4	8,875

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico 2003. INEGI

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL Y URBANAS

Municipios	Agriculturas				Destino				Ganaderías	Destino			
	Unidad de Prod. R. y U.	Autoconsumo	Local nacional	Local y nacional y exportación	Unidad de Prod. R. y U.	Autoconsumo	Local nacional	Local y nacional y exportación		Unidad de Prod. R. y U.	Autoconsumo	Local nacional	Local y nacional y exportación
Actopan	401	129	211		360	332	28						
Atlixco	4,234	2,036	2,001	8	3,676	3,104	572						
Atlixihucan	1,928	736	1,135		1,643	1,357	286						
Calpan	2,014	1,543	432	3	1,614	1,498	116						
Cohuecan	372	162	171		331	275	56						
Chilutzingo	2,832	1,799	876		1,924	1,683	241						
Domingo Arenas	638	490	135	5	534	409	125						
Huajuquihua	3,547	1,273	1,855	1	3,123	2,458	665						
Huejotzingo	4,627	3,506	827		3,409	2,793	615	1					
Nealtican	1,017	782	223		654	579	75						
San F. Teclalcingo	1,261	724	413		838	697	141						
San Jerónimo Tecuauipan	1,747	1,142	572		1,222	1,112	110						
San Nicolás de los Rancchos	1,600	1,304	154		1,320	1,252	68						
San Salvador el Verde	2,110	1,100	889		1,390	1,093	297						
Santa Isabel Cholula	1,076	471	589		937	842	95						
Tiangulmanako	976	529	358	4	833	750	83						
Tlaxiupan	2,788	1,217	1,466	1	2,285	1,820	465						
Tochimilco	2,905	1,889	844	3	2,538	2,473	64	1					
Total	36,073	20,832	13,151	25	2,8631	24,527	4,102	2					

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS UNIDADES RURALES Y URBANAS AGRÍCOLAS

Fuente: Elaboración Cupreder con datos de VII Censo Agrícola y Ganadero, INEGI, 1991

GANADERÍA

La superficie total que ocupa la ganadería es de 22 mil 127 hectáreas, siendo la de pastos naturales la mayor, con 16 mil 81 hectáreas, seguida por la superficie cultivada, con un total de 5 mil hectáreas, el resto son mil 42 hectáreas de pastos cultivados. La población ganadera total es de un millón 65 mil 145 cabezas que incluye, según el volumen, porcinos (112 mil 978), bovinos (62 mil 293), caprinos (34 mil 226), equinos (28 mil 658) y ovinos (17 mil 150), siendo los restantes gallináceas, guajolotes y cajas de colmenas. El valor total de la producción para el ciclo 1998-1999 fue de 662 millones 756 mil pesos; el ganado bovino aporta el 68.2 por ciento de esta riqueza.

SUPERFICIE DEDICADA A LA GANADERÍA EN LA ZONA DE ESTUDIO, AÑO 2000. HECTÁREAS

Municipio	superficie total	natural	pastos	cultivada
Acateopan	0	0	0	0
Atlixco	5,437	3,298	612	1,527
Atlixcohuacán	6	0	6	0
Calpan	33	0	0	33
Chiautzingo	184	0	0	184
Cohuecan	0	0	0	0
Domingo Arenas	5	0	0	5
Huachochula	6,262	5,462	359	441
Huejotzingo	314	0	0	314
Nealtican	26	0	0	26
San Felipe Teotlalcingo	192	0	0	192
San Jerónimo Tecuanipan	1,262	0	0	1,262
San Nicolás de los Ranchos	0	0	0	0
San Salvador el Verde	370	0	0	370
Santa Isabel Cholula	829	750	22	57

Tlanguismanalco	53	0	11	42
Tlahuapan	500	0	0	500
Tochimilco	6,654	6,571	32	51
Total hectáreas	22,127	16,081	1,042	5,004

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico de Puebla, INEGI 2001.

CABEZAS DE GANADO EN LA ZONA DE ESTUDIO. UNGULADOS



Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico de INEGI, 2001.

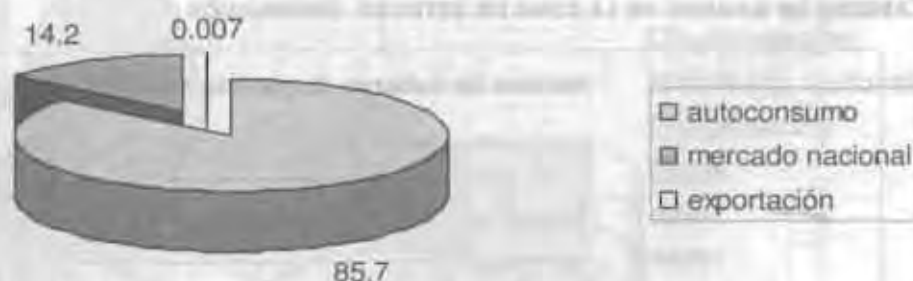
CABEZAS DE GANADO EN LA ZONA DE ESTUDIO. TRASPATIO



Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico de INEGI, 2001.

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS UNIDADES RURALES Y URBANAS GANADERAS

Destino de la producción de las Unidades de Producción Rurales y Urbanas ganaderas en los municipios en ordenamiento de Puebla. (Porcentajes)



Fuente: Elaboración Cupreder con datos del VII Censo Agrícola y Ganadero, INEGI.

SILVICULTURA

En la silvicultura, las especies maderables de la región que resaltan por su volumen de producción en metros cúbicos son el pino (59 mil 436), oyamel (2 mil 588), cedro blanco (mil 681), encino (6 mil 262), latifoliadas (mil 450), cedro y caoba (954). El total explotado en 2000 sumó 72 mil 370 metros cúbicos con un valor a precios corrientes de ese año de 56 millones 151 mil pesos. Fueron concedidos nueve permisos de explotación maderable, y para el caso de la explotación forestal no maderable se otorgó un solo permiso.

UNIDAD DE PRODUCCIÓN RURAL CON ACTIVIDAD FORESTAL SEGÚN DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

Municipios	Unidades de producción 1991	Destino de la producción sólo de autoconsumo 1991	Destino de la producción venta sólo local o nacional 1991	Destino de la producción venta local, nacional y exportación 1991
Acteopan	6	6	0	0
Atlixco	696	685	11	0
Atlixcohuacán	183	180	3	0
Calpan	365	348	17	0
Cohuecan	30	29	1	0
Chiautzingo	248	245	3	0
Domingo Arenas	64	64	0	0
Huaquechula	1,032	1,025	7	0
Huejotzingo	516	493	23	0
Nealtican	52	52	0	0
San Felipe Teotlalcingo	37	35	2	0
San Jerónimo Tecuanipan	171	170	1	0
San Nicolás de los Ranchos	450	420	30	0
San Salvador el Verde	137	135	2	0

Santa Isabel Cholula	50	50	0	0
Tianguismanalco	91	90	1	0
Tlahuapan	284	263	21	0
Tochimilco	1,270	1,262	8	0
Total	5,682	5,552	130	0

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

VOLUMEN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE AUTORIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO. AÑO 2000. M³.

Municipio	pino	ayamel	cedro	encino	latifoliadas	cedro / encino	total
Atlixco	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93
Calpan	156.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	156.05
Chiautzingo	155.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	155.82
Domingo Arenas	263.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	263.94
San Felipe Teotlalcingo	117.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.26
San Nicolás de los Ranchos	1,218.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,218.79
San Salvador el Verde	7,216.63	0.00	0.00	3,571.01	0.00	0.00	10,787.64
Tianguismanalco	3,254.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,254.85
Tlahuapan	45,956.81	285.36	0.00	2,183.94	1,449.90	0.00	49,876.01
Tochimilco	1,095.14	2,302.47	1,680.64	506.94	0.00	953.76	6,538.95
Metros cúbicos	59,436.22	2,587.83	1,680.64	6,261.89	1,449.90	953.76	72,370.24

Fuente: Elaboración Cupreder con datos del Anuario Estadístico de Puebla, INEGI 2001.

VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE APROVECHAMIENTO MADERABLE AUTORIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO. AÑO 2000, MILES DE PESOS

Municipio	pino	ayamel	cedro	encino	latifoliadas	cedro / encino	total
Atlixco	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
Calpan	124.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.80
Chiautzingo	124.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.70
Domingo arenas	211.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	211.20
San Felipe Teotlalcingo	93.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.80
San Nicolás de los Ranchos	975.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	975.00
San Salvador el Verde	5,773.30	0.00	0.00	1,607.00	0.00	0.00	7,380.30
Tianguismanalco	2,603.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,603.90
Tlahuapan	36,765.40	228.30	0.00	982.80	652.50	0.00	38,629.00
Tochimilco	876.10	1,842.00	1,344.50	228.10	0.00	1,716.80	6,007.50
Total de valor	47,548.9	2,070.3	1,344.5	2,817.9	652.5	1,716.8	56,150.9

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico INEGI 2001

Existe una tendencia hacia la conversión de la población ocupada de las actividades agrícolas a las industriales, de comercio y de servicios, pero también hay localidades que se resisten a la transformación y aún han repuntado en cuanto a los indicadores de actividad primaria. Hay un envejecimiento real de los campesinos ejidatarios, relacionado con la migración creciente de los derechosos con destinos nacionales o extranjeros.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL CON ACTIVIDAD FORESTAL SEGÚN USO DE EQUIPO E INSTALACIONES

Municipios	Unidades de producción 1991	Utilizan equipo o instalaciones total 1991	Utilizan equipo o instalaciones motogruas 1991	Utilizan equipo o instalaciones motosierras 1991	Utilizan equipo o instalaciones sierra cinco 1991	Utilizan equipo o instalaciones desmotadora 1991	No utilizan equipos o instalaciones 1991
Acteopan	6	1	0	1	0	0	5
Atlixco	696	10	1	7	1	1	686
Atzacahuacán	183	6	0	6	1	0	177
Calpan	365	120	1	21	105	0	245
Cotzacoacán	30	0	0	0	0	0	30
Chiautzingo	248	67	0	42	38	0	181
Domingo Arenas	64	23	0	11	14	0	41
Huachuapilla	1,032	32	3	28	3	0	1,000
Huejotzingo	516	77	2	44	41	1	439
Nealtican	52	7	0	2	5	0	45
San Felipe Teotlalcingo	37	12	0	10	4	0	25
San Jerónimo Tecuauilpan	171	28	0	12	16	0	143
San Nicolás de los Ranchos	450	176	9	35	143	0	274
San Salvador el Verde	137	49	0	13	37	0	88
Santa Isabel Cholula	50	3	0	2	1	0	47
Tanguismanalco	91	0	0	0	0	0	91
Tlahuapán	284	71	0	47	32	1	213
Tochimilco	1,270	140	2	32	111	0	1,130
Total	5,682	622	18	313	552	3	4,860

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991

OTRAS ACTIVIDADES EN LAS UPR

UNIDAD DE PRODUCCIÓN RURAL. ACTIVIDADES NO AGROPECUARIAS NI FORESTALES

Comunidad	Unidades de producción 1991	Total con actividad no agropecuaria y forestal 1991	Actividad: Explotación de materiales de construcción 1991	Actividad: Minería y otras actividades 1991	Actividad: Agricultura 1991	Actividad: Artesanía 1991	Actividad: Industria 1991	Actividad: Turismo 1991	Otras actividades 1991	Sólo con actividad agropecuaria y forestal 1991
Actopan	391	9	0	0	0	9	0	0	0	382
Atlix	4,098	9	3	0	1	1	2	1	3	4,089
Aztlahuacán	1,903	0	0	0	0	0	0	0	0	1,903
Calpan	2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	2,000
Cahuecan	365	26	0	0	0	25	0	1	0	339
Chalchicomula	2,779	3	1	1	0	0	0	0	1	2,776
Donlugo Arenas	635	0	0	0	0	0	0	0	0	635
Huacachula	3,458	6	1	0	0	0	1	3	1	3,452
Huejotzingo	4,463	15	2	0	5	2	2	1	8	4,446
Nealtican	1,010	1	0	0	0	1	0	0	0	1,009
San Felipe Teotihuacán	1,191	1	1	0	0	0	0	0	0	1,190
San Jerónimo Tequaniapan	1,730	5	2	0	1	0	1	0	1	1,725
San Nicolás de los Ranchos	1,625	23	3	0	1	18	0	0	1	1,602
San Salvador el Verde	2,056	6	2	0	1	0	0	1	2	2,050
Santa Isabel Chobula	1,082	10	1	0	0	0	0	0	9	1,072
Tanguismanalco	960	1	0	0	1	0	0	0	0	959
Tehuacan	2,749	15	5	2	8	0	2	3	1	2,734
Tochimilco	2,870	11	0	0	3	7	1	0	0	2,859
Total	35,365	141	21	3	21	63	9	10	27	35,224

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1992

En el año 1991 la actividad agropecuaria seguía siendo la más importante en las unidades de producción rural de la región. Siendo estos datos anteriores a la reforma del Artículo 27 de la Constitución, no está reflejado aquí el cambio de uso de suelo que ha permitido, por ejemplo, la explotación minera que hoy es visible en la zona del ordenamiento.

PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) AGROPECUARIO

Los municipios con un PIB agropecuario mayor a principios de la década fueron Atlixco y Tlahuapan; en el extremo opuesto quedaron ubicados Cohuecan y Nealtican. Las actividades ganaderas y silvícolas alcanzaron mayor retribución en conjunto, en comparación con el cultivo de granos y frutas.

Municipio	granos	frutas	ganadería/ silvicultura	PIB agropecuario
Actopan	4,924.4	-	18,483.3	23,407.7
Atlixco	177,275.2	5,847.6	143,415.7	379,166.9
Atlixcohuacán	9,571.4	-	17,383	26,954.4
Calpan	6,028.1	5,454.8	19,067.4	30,550.3
Cohuecan	5,137.2	-	12,653.7	17,790.9
Chilautzingo	12,556.1	14,842.4	52,178.12	79,576.6
Domingo Arenas	4,738.9	826.8	8,041.3	13,607.0
Huaquechula	78,659.7	26,432.8	54,105.7	159,198.2
Huejotzingo	27,125.1	24,163.1	163,253.3	214,541.5
Nealtican	9,506.5	2,633.1	6,561.2	18,700.8
Sn. Felipe Teotlalcingo	17,607.4	7,994.8	49,515.44	75,117.6
Sn. Jerónimo Tecuanipan	15,719.2	1,150.1	68,488.5	85,357.8
Sn. Nicolás de los Ranchos	6,501.0	704.6	17,414.12	24,619.7
Sn. Salvador el Verde	22,162.4	13,374.7	92,728.86	128,266.0
Sta. Isabel Cholula	19,959.7	1,237.4	24,530.1	45,727.2
Tlanguismanalco	4,010.4	1,852.5	36,214.9	42,077.8
Tlahuapan	63,840.4	14,645	280,173.32	358,658.7
Tochimilco	11,116.9	10,121.3	75,520.42	96,758.6
Total	496,440.0	183,909.4	1'139,728.38	1'820,077.8

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos del Anuario Estadístico Puebla 2003. INEGI

DIMENSIÓN SOCIOPOLÍTICA

DEMOGRAFÍA

En 1990 los municipios poblanos de la zona de estudio sumaban una población total de 327 mil 217 habitantes, de los cuales 128 mil 504 (39.3 por ciento) vivían en localidades consideradas rurales --según el criterio de considerar rurales a aquellas localidades de menos de 2 mil 500 habitantes--; 107 mil 661 (32.9 por ciento) en localidades semi urbanas, y 91 mil 102 que representaban el 27.8 por ciento de la población estaban ubicados en zonas urbanas. Para el año 2000 la población total había crecido a 377 mil 668 habitantes, de ellos, 123 mil 671 se ubicaban en localidades rurales representando el 32.74 por ciento; 150 mil 858, equivalentes al 39.94 por ciento, en poblaciones semi urbanas, 102 mil 843 --27.23 por ciento-- en zonas urbanas. En el periodo 1990-2000 los únicos municipios con población urbana en la región del ordenamiento siguen siendo Atlixco y Huejotzingo, el resto continúa con población rural y semiurbana.

El estado de Puebla para el año 2000 tenía una densidad de población de 150 habitantes por kilómetro cuadrado. Los municipios estudiados tenían una densidad promedio de 179.28.

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN 2000

Municipios	Población de 6 a 14 años 2000	Población de 12 años y más 2000	Población de 15 a 17 años 2000	Población de 18 años y más 2000	Población masculina de 18 años y más 2000	Población femenina de 18 años y más 2000
Acteopan	720	2,066	170	1,680	766	914
Atlixco	25,786	80,270	8,097	63,491	27,954	35,537
Atzitzihuacán	3,198	7,646	776	5,825	2,539	3,286
Calpan	3,246	9,012	788	7,159	3,251	3,908
Cohuecan	1,239	2,990	327	2,266	1,069	1,197
Chiautzingo	4,135	11,965	1,241	9,331	4,296	5,035
Domingo Arenas	1,310	3,475	365	2,700	1,243	1,457
Huaquechula	7,558	18,813	2,124	13,846	6,031	7,815
Huejotzingo	10,753	34,880	3,345	28,158	13,349	14,809
Nealtican	2,834	6,613	709	4,992	2,270	2,722
San Felipe Teotlalcingo	1,908	5,904	621	4,665	2,208	2,457
San Jerónimo Tecuanipan	1,317	3,440	371	2,633	1,219	1,414
San Nicolás de los Ranchos	2,235	6,733	603	5,379	2,571	2,808
San Salvador el Verde	5,148	15,352	1,580	12,161	5,889	6,272
Santa Isabel Cholula	2,227	5,720	630	4,310	1,932	2,378
Tianguismanaco	2,524	6,300	692	4,753	2,113	2,640
Tlahuapan	7,445	20,918	2,028	16,514	8,155	8,359
Tochimilco	4,623	10,928	1,191	8,269	3,699	4,570

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000

BIENESTAR SOCIAL

Salud. En la zona en estudio, la infraestructura general de unidades médicas consta de un total de tres Unidades de Seguridad Social del IMSS, dos del ISSSTE y tres del ISSSTEP, también cuenta con 17 Unidades de Asistencia Social del IMSS-Solidaridad y 33 de la SSA, adicionalmente existen 128 Casas de Salud que sumadas a las unidades anteriores nos dan un total de 185 unidades médicas. El promedio municipal es de 10.28 unidades. Con relación al número de médicos, los 18 municipios cuentan con 201 para una población total de 377 mil 668 habitantes, un médico para mil

878.94 personas, déficit del 87.89 por ciento. Las camas censables ascienden a la cantidad de 77 y las camas no censables hacen un total de 196, es decir, un total de 273 camas que indican la existencia de una cama por cada mil 383.39 habitantes.

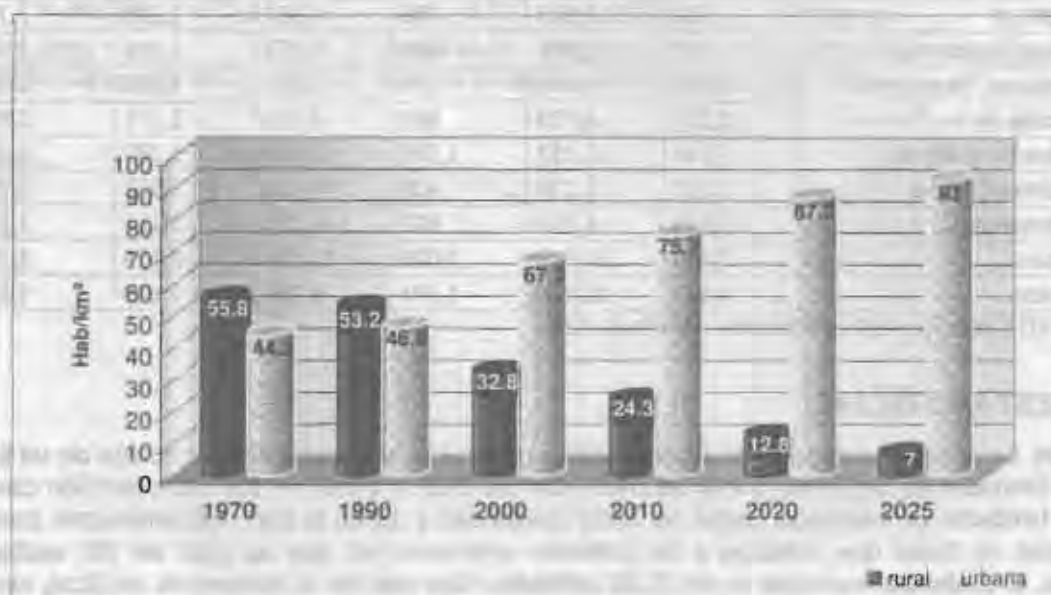
La tasa de fecundidad fue de 3.43; la tasa de mortalidad general, fue de 13.86 por ciento. La tasa de mortalidad infantil es de 14.7 por ciento, pues por 400 mil 352 niños nacidos vivos tenemos 58 mil 803 niños fallecidos. La más alta tasa de mortalidad se encuentra en Acteopan, con 19.3 por ciento, y Atzitzihuacan, con 17.3 por ciento.

Educación. Los municipios cuentan con 610 escuelas públicas de las cuales 230 corresponden al nivel preescolar, 243 al nivel de primaria, 111 al de secundaria y 25 a bachillerato. La población escolar total de los municipios en estudio es de 105 mil 646 alumnos inscritos y el número de alumnos por maestro es del orden de 26.50. La tasa neta de asistencia en edad escolar en primaria fue de 77.81 por ciento.

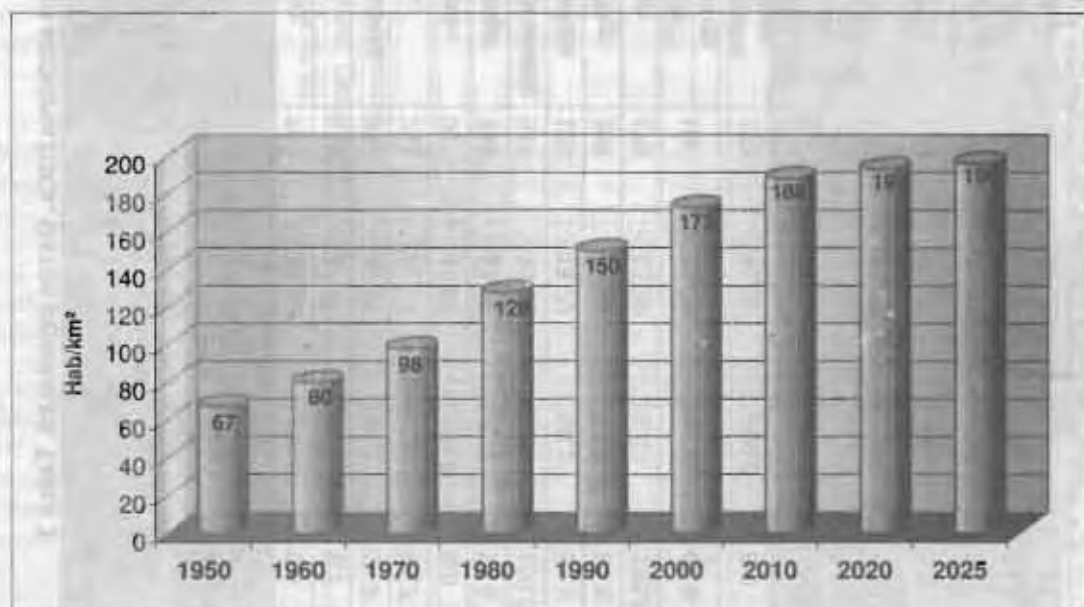
El índice de analfabetismo nos revela la proporción entre la población de 15 años y más que no sabe leer y escribir y la que sí sabe. La zona de estudio para el año 2000 tenía un 14.59 por ciento de analfabetismo, mientras que el promedio estatal fue de 14.6 por ciento.

Vivienda. En relación con la vivienda, en 2000 había un total de 72 mil 323 cuyo promedio de ocupantes por cada una era de 5.22. Del total, 62 mil 805 disponían de cocina (86.8 por ciento); 43 mil 191 contaban con electricidad y drenaje (59.7 por ciento); 17 mil 665 con drenaje y agua entubada dentro de la vivienda (24.43 por ciento); mil 374 con drenaje y agua entubada en llave pública (1.90 por ciento); 18 mil 371 con drenaje y agua conectada a la red pública (25.40 por ciento); 3 mil 212 con drenaje y agua de pozo, río o lago (4.44 por ciento); mil 63 tenían drenaje conectado a fosa séptica y agua entubada dentro de la vivienda (1.47 por ciento); 905 con desagüe hacia las barrancas o en grietas y con agua entubada dentro de la vivienda (1.25 por ciento); 188 tenían desagüe a río o lago y agua entubada dentro de la vivienda (0.26 por ciento) y 3 mil 232 no disponían de drenaje ni agua entubada en la vivienda (4.47 por ciento). Existían 76 viviendas con techos elaborados con material de desecho (0.11 por ciento); 4 mil 936 con lámina de cartón (6.82 por ciento); 15 mil 769 con techos de lámina metálica o asbesto (21.80 por ciento); 450 con palma, madera o tejamanil (0.62 por ciento); 6 mil 155 tenían techos de teja (8.51 por ciento) y 41 mil 992 con techos de concreto, tabique, ladrillo terrado c/viguería (58.06 por ciento).

EVOLUCIÓN Y TENDENCIA DE LA POBLACIÓN URBANA Y RURAL EN LA ZONA DE ESTUDIO, 1970-2025.



Fuente: Elaboración de Cupreder con datos de INEGI.

EVOLUCIÓN Y TENDENCIA DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO. 1950-2025

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos de INEGI.

DIMENSIÓN SOCIOPOLÍTICA. DATOS GENERALES. TABLA 1

Municipios	Densidad de Población por km ² año 2000	Tasa de crecimiento de la Población 1980-2000	% Población Rural 1990	% Población Semirurbana 1990	% Población Urbana 1990	% Población Rural 2000	% Población Semirurbana 2000	% Población Urbana 2000	Tasa de Fecundidad	Tasa de Fecundidad General
Actopan	78	20.69	100.0	0.0	0.0	90.4	0.0	0.0	0.63	
Atlixco	511	27.77	19.5	9.3	71.2	19.9	9.3	70.7	0.64	3.0
Atlixhuacán	94	20.24	45.2	54.8	0.0	45.0	55.0	0.0	0.65	4.2
Calpan	253	22.11	4.3	95.7	0.0	9.1	90.9	0.0	0.66	3.8
Cohuecan	90	41.85	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.61	3.5
Chiautzingo	398	33.89	42.4	57.6	0.0	12.3	87.7	0.0	0.66	3.4
Domingo Arenas	547	45.00	0.0	100.0	0.0	4.3	95.7	0.0	0.69	4.1
Huamantla	128	18.70	68.1	31.9	0.0	68.0	32.0	0.0	0.62	3.8
Huejotzingo	269	58.98	27.7	31.9	40.4	23.6	37.1	39.3	0.64	3.0
Nealtlán	170	55.39	0.0	100.0	0.0	2.1	97.9	0.0	0.63	3.9
Sa. Felipe Teotlalcingo	156	26.09	34.8	65.8	0.0	34.6	65.4	0.0	0.65	
Sa. Jerónimo Tecuapán	172	41.32	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.64	3.6
Sa. Nicolás de los Ranchos	51	-3.76	0.0	100.0	0.0	24.7	75.3	0.0	0.68	4.0
Sa. Salvador el Verde	150	65.79	48.9	51.1	0.0	41.6	58.4	0.0	0.66	3.1
Sa. Isabel Cholula	130	59.52	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.63	3.6
Tiangüismanalco	84	30.91	47.3	52.7	0.0	49.4	50.6	0.0	0.64	3.6
Tlaxiupan	106	63.10	78.4	21.6	0.0	31.6	68.4	0.0	0.67	3.7
Tochimilco	74	24.90	82.1	17.9	0.0	49.5	50.5	0.0	0.62	4.1

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000

DIMENSIÓN SOCIOPOLÍTICA. DATOS GENERALES. TABLA 2

Municipios	Mortalidad Infantil %	Tasa de cambio de la población en edad escolar primaria (1990-2000)	Tasa bruta de asistencia en edad escolar primaria	Tasa neta de asistencia en edad escolar primaria	Índice de Analfabetismo %	Nivel de Marginación	% de la PEA que no tiene empleo, 2000	% de población ocupada con nivel de vida por debajo de la línea de pobreza 1990/ %	% de población ocupada con nivel de vida por debajo de la línea de pobreza 2000/ %
Actopan	19.3	1.07	88.6	80.1	34.05	Muy alta	-	88.4	87.4
Atlixco	11.4	0.97	88.4	76.7	10.49	Baja	0.91	66.6	63.4
Atlixihucan	17.3	1.04	86.7	78.3	19.53	Alta	0.35	88.8	92.5
Calpan	15.3	1.04	92.1	80.9	24.66	Media	0.28	84.7	87.9
Cohuecan	13.0	1.15	90.9	75.4	11.07	Alta	1.19	86.8	89.8
Chalutzingo	13.0	1.02	94.4	80.7	6.87	Media	0.75	83.2	78.1
Domingo Arenas	15.9	1.07	83.0	75.1	11.58	Media	0.66	79.8	79.2
Huachuapilla	13.8	0.94	83.0	72.7	15.53	Media	1.08	84.7	90.9
Huejotzingo	11.0	1.00	92.4	79.0	7.29	Media	0.97	71.0	64.9
Nealtican	13.4	1.17	85.5	77.3	12.49	Media	0.25	84.9	83.3
San Felipe Teotlalcingo	12.9	0.95	91.2	78.3	5.54	Media	-	84.9	80.3
San Jerónimo Tecuampan	12.6	1.04	88.6	80.1	10.12	Media	0.51	84.7	88.4
San Nicolás de los Ranchos	13.6	0.84	91.4	79.8	17.87	Media	0.25	89.4	91.4
San Salvador el Verde	10.4	1.14	91.7	77.1	6.86	Media	0.78	82.7	76.6
Sta. Isabel Orizaba	14.1	1.09	87.2	77.8	14.82	Media	0.99	90.0	88.2
Triangulmanalco	13.4	1.10	86.8	77.6	15.54	Media	0.29	87.4	90.4
Tehuacan	13.2	1.17	89.5	75.7	11.07	Media	0.80	81.3	79.6
Totomilco	15.8	1.02	85.6	77.9	15.32	Media	0.90	90.7	92.1

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000

Ingreso. La población ocupada con nivel de vida por debajo de la línea de la pobreza es aquella de 12 años y más con ingresos de hasta dos salarios mínimos; observamos que en 2000, en los municipios estudiados, esta población sumó el 83.58 por ciento.

MIGRACIÓN

En la zona de estudio, uno de los principales factores que influyen en los procesos migratorios es la incapacidad del sistema productivo local para ofrecer trabajo bien remunerado a las nuevas generaciones, la falta de apoyo al campo a razón de las nuevas políticas públicas ha ido fracturando las formas tradicionales de reproducción de las familias.

Las razones por las cuales las personas y las familias cambian su lugar de residencia habitual aparte de las señaladas anteriormente, son diversas, pero la migración constituye una de las muchas estrategias a las que recurren las personas y las familias para obtener un empleo, un trabajo mejor remunerado o acceder a los bienes y servicios esenciales, como son la educación y la salud. Ante el descubierto del estado, los pueblos rurales asentados en las faldas de los volcanes han optado por expulsar a la mano de obra joven para lograr subsistir.

En cuanto a la emigración hacia el extranjero el fenómeno es más complejo lo cual requiere de un análisis más puntual respecto a las nuevas modalidades migratorias, a los patrones de origen y destino, así como al aumento de la migración no autorizada (ver siguiente cuadro).

MIGRACIÓN EN LA ZONA DE ORDENAMIENTO

Municipio	Total Migrantes	% Ingresos menores a 2 SM	% Ingresos menores a 1.5 SM	% Ingresos menores a 1 SM	% Ingresos menores a 0.5 SM	Índice de migración interior	Grado de migración
Acteopan	669	3.14	17.19	0.15	—	0.03420	Medio
Atlixco	27,118	11.15	12.74	1.27	1.87	0.59610	Medio
Atlixhuacán	2,428	9.68	24.14	2.31	2.02	1.19024	Alto
Calpan	2,871	7.56	15.71	1.04	0.45	0.32353	Medio
Conuecan	867	1.38	4.15	0.35	—	-0.59819	Muy bajo
Chiautzingo	3,172	7.82	11.35	0.06	0.79	0.08227	Medio
Domingo Arenas	1,093	1.65	4.76	—	—	-0.59998	Muy bajo
Huejotzingo	10,092	3.12	5.94	0.81	0.34	-0.33907	Bajo
Huaguechula	5,610	18.75	20.18	2.09	5.54	1.93876	Muy alto
Nealtican	1,896	10.23	20.57	2.80	3.90	1.42135	Alto
San Felipe Teotihuacán	1,626	5.17	2.83	—	0.62	-0.44234	Bajo
San Jerónimo Tecuanipan	983	4.68	7.73	0.81	0.71	-0.13335	Bajo
San Nicolás de los Ranchos	2,005	2.99	6.33	1.50	0.25	-0.26286	Bajo
San Salvador El Verde	4,577	1.59	3.15	0.26	0.11	-0.62620	Muy bajo
Santa Isabel Cholula	1,728	4.92	16.20	0.17	1.74	0.35260	Medio
Tlanguisimán	2,076	9.06	16.71	1.20	2.31	0.75566	Alto
Tlahuapan	6,367	1.10	1.90	0.05	—	-0.74468	Muy bajo
Tochimilco	3,092	16.27	23.03	1.52	3.04	1.48625	Alto

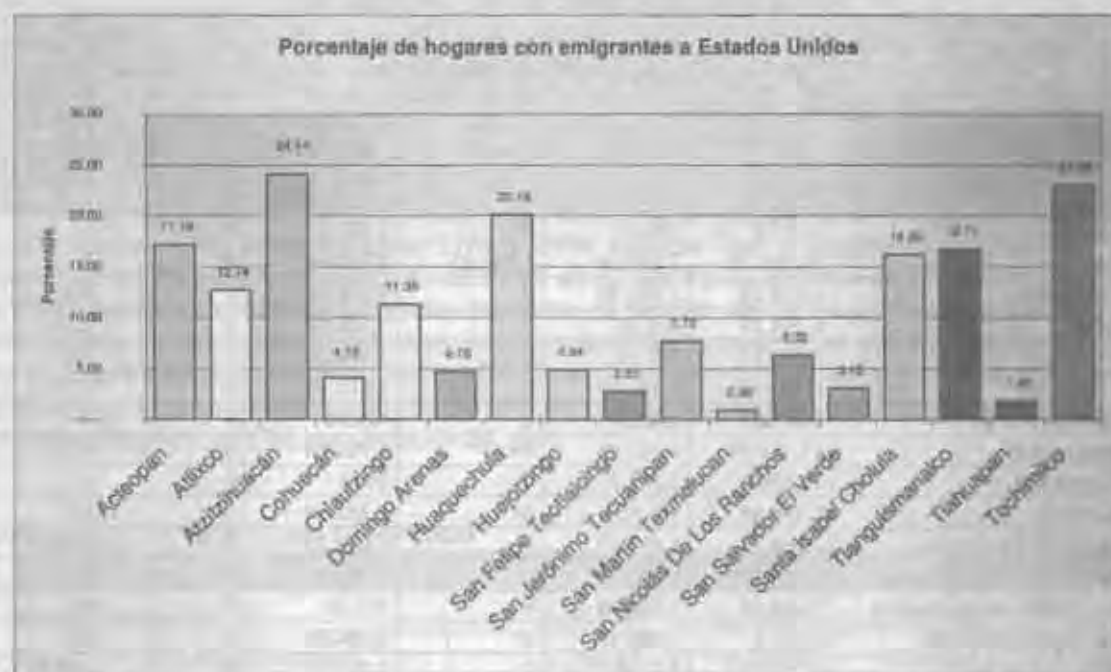
Fuente: Elaboración de Cupreder con datos de INEGI 2000.

En el área de estudio el fenómeno de la migración se presenta generalmente en jóvenes de entre un rango de edad de los 21 a 30 años de edad, en promedio regional es a los 25 años. Lo anterior puede obedecer a que el fenómeno se presente además por la falta de oportunidades de empleo, al llamado sueño americano, donde las nuevas generaciones proyectan sus ideales, para conocer nuevos lugares y cambiar sus estilos habituales de vida.

La siguiente gráfica nos muestra que el fenómeno migratorio se presenta con mayor influencia en el municipio Atzizihuacán, Tochimilco, Tianguismanalco y Huaquechula. Los cuatro municipios presentan un índice de intensidad migratoria de alto a muy alto, lo cual significa que por cada 100 habitantes éstos municipios expulsan veinte.

La dinámica anterior obedece a diferentes aspectos sociales de cada municipio, el principal se ubica en el sector rural pues es el mayor sector que expulsa fuerza de trabajo al extranjero debido a que por arriba del 70 por ciento de la PEA del año 2000, se dedica a las actividades agrícolas de subsistencia.

Los municipios con un índice medio de intensidad migratoria son Acteopan, Atlixco, Chiantzingo y Santa Isabel Cholula, en los cuales la PEA (2000) se presenta mejor distribuida entre los tres sectores de la producción. En estos municipios el fenómeno migratorio es dinámico pues los datos indican que de cada 100 habitantes se expulsa alrededor de 16 personas.



Fuente: Elaboración Cupreder con datos de Conapo, 2000.

Los municipios con mayor participación económica del extranjero son Huaquechula, Tochimilco y Atlixco (ver la siguiente gráfica).

MARGINACIÓN

De acuerdo con los criterios del Consejo Nacional de Población (Conapo), el índice de marginación considera cuatro dimensiones socioeconómicas estructurales: educación, vivienda, ingresos monetarios y distribución de la población, e identifica nueve formas de exclusión: analfabetismo, población sin primaria completa, viviendas particulares sin agua entubada, viviendas

particulares sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo, viviendas particulares con piso de tierra, viviendas particulares sin energía eléctrica, viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento, población ocupada que recibe hasta dos salarios mínimos y localidades con menos de 5 mil habitantes, además, mide su intensidad espacial como porcentaje de la población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas. De los 18 municipios estudiados, 15 tienen una marginación media, uno baja y dos muy alta.

TENENCIA DE LA TIERRA

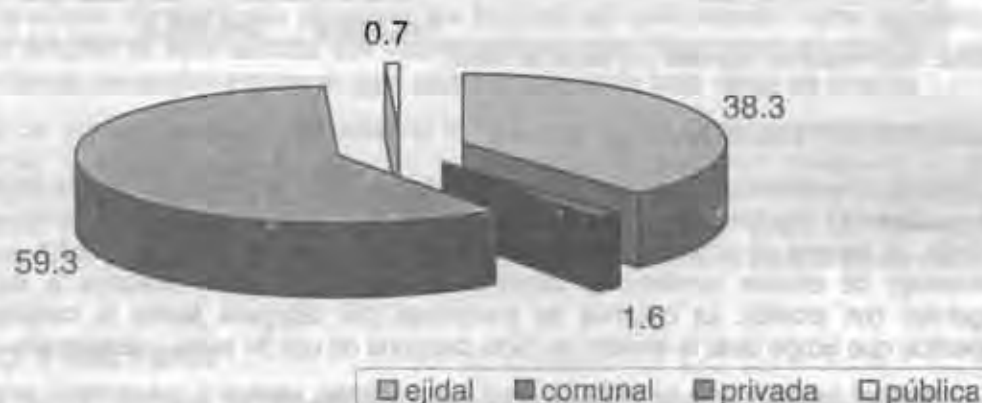
Hasta el año 1991, el número total de ejidos era de 134 y abarcaban una superficie de 95 mil 254 hectáreas. El número de ejidatarios era de 20 mil 421, arrojando un promedio de 4.66 hectáreas por ejidatario. La propiedad privada abarcaba una superficie total de 62 mil 651 hectáreas, de tal manera que la suma de las tierras ejidales con las de los particulares totalizaba 157 mil 905 hectáreas. En términos relativos los ejidos representaban el 60.3 por ciento y la propiedad privada el 39.7 por ciento.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL SEGÚN RÉGIMEN DE TENENCIA DE LA TIERRA

Municipios	Superficie total (HA) de unidades de producción rurales 1991	Régimen de tenencia de la tierra: ejidal (HA) 1991	Régimen de tenencia de la tierra: comunal (HA) 1991	Régimen de tenencia de la tierra: privada (HA) 1991	Régimen de tenencia de la tierra: colonia (HA) 1991	Régimen de tenencia de la tierra: pública (HA) 1991
Acteopan	2,117.9	390.8	0	1,727.1	0	0
Atlixco	15,309.31	7,819.64	1,748.83	5,733.84	0	7
Atlixcohuacán	6,618.18	2,663.43	0	3,946.74	0	8.01
Calpan	6,293.19	955.06	0	5,336.88	0	1.25
Cohuecán	2,168.53	739.52	0	1,372.26	0	56.75
Chiautzingo	5,440.44	2,485.58	0	2,952.54	0	2.33
Domingo Arenas	1,001.89	580.01	0	421.88	0	0
Huaquechula	12,485.95	6,717.83	44.47	5,702.64	0	21.02
Huejotzingo	11,298.37	2,243.37	0	9049	0	6
Nealtican	1,438.49	206.45	0	1,231.54	0	0.5
San Felipe Teotlalcingo	7,158.97	1,052.73	0	6,098.33	0	7.91
San Jerónimo Tecuanipan	3,843.22	932.53	0	2,907.44	0	3.25
San Nicolás de los Rarichos	2,282.22	1,339.94	0	942.28	0	0
San Salvador el Verde	8,051.6	2,688.91	0	5,356.69	0	6
Santa Isabel Cholula	3,251.51	927.48	0	1,793.17	0	530.86
Tanguismanalco	4,618.79	1,725.62	31.57	2,861.61	0	0
Tlahuapan	15,332.19	8,342.42	0	6,989.77	0	0
Tochimilco	8,196.56	2,722.9	65.5	5,290.77	0	117.4
Total	116,907.31	44,534.22	1,890.37	69,714.48	0	768.28

Fuente: VII Censo Agrícola y Ganadero 1991.

Según datos recopilados en el Registro Agrario Nacional, el número total de ejidos es de 121, más ocho propiedades comunales. De estos, 112 están certificados y 17 aún no.

TENENCIA DE LA TIERRA EN PORCENTAJE. MUNICIPIOS EN LA ZONA DE ORDENAMIENTO

Fuente: Elaboración Cupreder con datos del VII Censo Agrícola y Ganadero, INEGI, 1991.

CAMBIO DE USO DEL SUELO

El análisis comparativo de la evolución que ha tenido el estado de la vegetación durante el periodo comprendido entre los años 1976 y 2000 muestra que el bosque conservado ha sido deteriorado en 10 mil 87 hectáreas, es decir, en un 32 por ciento del total de hectáreas que había en 1976; para el conjunto de los suelos boscosos, la pérdida de hectáreas fue de 6 mil 880. De igual manera, en términos de deterioro, hubo un incremento porcentual del área de los bosques con perturbación fuerte (37.81), media (15.38) y severa (79.35); también hubo un incremento significativo del pastizal del orden de un 54 por ciento. La erosión resultante del proceso de deforestación aumentó 696 por ciento en 24 años.

COMPARATIVO DE VEGETACIÓN 1976-2000

Tipo de vegetación	1976	2000	Diferencia	%
Bosque conservado	31,467.00	21,379.59	-10,087.41	-32.06
Bosque con perturbación severa	1,266.07	2,270.71	1,004.64	79.35
Bosque con perturbación fuerte	2,399.39	3,306.50	907.11	37.81
Bosque con perturbación media	9,737.66	11,235.31	1,497.65	15.38
Bosque con perturbación baja	13,873.81	13,664.66	-209.15	-1.51
Bosque cultivado	2.63	14.88	12.24	465.20
Total de bosque	58,764.3	51,871.4	-6,875	-11.7
Agricultura anual de temporal	45,871.17	38,694.32	-7,176.84	-15.65
Agricultura permanente de temporal	15,653.24	18,684.96	3,031.73	19.37
Agricultura anual de riego	6,465.10	8,219.66	1,754.56	27.14
Agricultura permanente de riego	1,080.73	2,162.25	1,081.52	100.07
Total de agricultura	69,070.2	67,761.2	-1,309	-1.9

Desprovisto de vegetación	2,961.67	3,443.90	482.23	16.28
Agricultura	9,912.24	15,264.01	5,351.77	53.99
Vegetación secundaria arbustiva	3,847.59	3,399.61	-447.98	-11.64
Zona Urbana	3,930.43	5,758.92	1,828.48	46.52
Erosión	137.24	1,093.08	955.84	696.46
Cuerpos de agua	n.d.	13.63	n.d.	n.d.
Total	148,605.9	148,605.9		

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos de INEGI.

ANÁLISIS DE EROSIÓN

Resulta muy interesante, para reconocer la relación entre el uso de suelo y la erosión, examinar las asociaciones vegetales que están ligadas a la misma y asignarlas a las categorías usadas en este trabajo. Al hacerlo se obtienen los resultados mostrados en el siguiente cuadro. La columna de porcentaje de erosión contiene la contribución relativa de cada categoría a las asociaciones vegetales con erosión. La columna de porcentaje por categoría ilustra la cantidad relativa de superficie que ocupa cada la erosión en cada categoría de uso de suelo y vegetación.

El pastizal inducido (no se incluyen aquí los pastizales alpinos y subalpinos) es con mucho la categoría de uso de suelo que más contribuye a los suelos erosionados. Le sigue en magnitud la vegetación secundaria arbustiva. Ambos representan el resultado de la destrucción del bosque. Con una contribución de la décima parte de la erosión cada una, siguen las categorías de agricultura anual de temporal y bosque cultivado. No sorprende la presencia de la primera puesto que este tipo de agricultura abarca una superficie considerable dentro de la región, pero la contribución del bosque conservado es, como se verá, desproporcionada. El resto de las categorías que contribuyen son los bosques perturbados y la agricultura de temporal permanente. La presencia del bosque conservado no es significativa.

RELACIÓN ENTRE SUPERFICIE Y EROSIÓN. ZONA DE ESTUDIO.

Categoría	Superficie (Ha)	Erosión %	Categoría %
Pz	4336.331	41.80	11.20
Vsa	2716.183	26.18	23.98
TA	1112.780	10.73	3.60
BC	1045.838	10.08	28.62
B_Pf	881.206	8.49	10.69
B_Pm	523.942	5.05	2.70
TP	383.669	3.70	2.68
B_Ps	332.533	3.21	10.41
B_Co	42.940	0.41	0.05
Total	10374.361	100.00	-----

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Los datos de la última columna pueden interpretarse como la productividad de las categorías de uso de suelo y vegetación a la erosión. El resultado más sorprendente a primera vista es que sea el bosque cultivado la categoría con más erosión relativa. Más de la cuarta parte de su superficie tiene procesos erosivos significativos. Pero al observar con detalle las asociaciones vegetales de bosque cultivado con procesos erosivos se encuentra que se trata de plantaciones en las que el eucalipto es un componente importante, junto con árboles de pino. Ya se ha mencionado que el eucalipto es ecológicamente inadecuado como sustituto de la vegetación natural y además muy agresivo con las

especies nativas. Esto, aunado a un mal manejo de las plantaciones, puede ser la clave para explicar la fuerte tendencia a la erosión del bosque cultivado.

Siguen en proclividad a la erosión la vegetación secundaria arbustiva y el pastizal, siendo la primera el doble que la segunda. La explicación probablemente estriba en el hecho de que por su definición, en la vegetación secundaria arbustiva entran asociaciones vegetales sin un estrato arbóreo significativo, mientras que en la categoría de pastizal se incluyen asociaciones vegetales que contienen estratos arbóreos como componente secundario. Esta interpretación se ve reforzada por los valores similares que presentan los bosques con perturbación fuerte y severa, donde el estrato arbóreo es muy abierto. Los valores relativamente bajos para la agricultura se deben a que las tierras que suelen escogerse para esta actividad están bajo riesgo de erosión.

El porcentaje de erosión en tierras agrícolas se explica por el uso de terrenos inadecuados, como por ejemplo aquellos con pendiente muy pronunciada. De magnitud semejante es la proclividad a la erosión del bosque con perturbación media, cuyo componente vegetal principal es el estrato arbóreo. Mucho menor es el valor del bosque conservado, al grado de que muy probablemente sea algo accidental, por lo que no puede asociarse la erosión al bosque conservado.

TERRITORIO Y CULTURA

Los orígenes de las actuales localidades campesinas asentadas en las laderas del volcán Popocatepetl se remontan a las primeras décadas del siglo XVI. Los pueblos campesinos que actualmente están asentados en las laderas del volcán han conservado en esencia una estructura compuesta por cuatro niveles: la relación de la comunidad con un poder político administrativo; con un espacio asignado para el intercambio no sólo de productos, sino de ideas y relaciones como es el mercado o el tianguis semanal; con el templo o la casa de Dios, a través del cual se establece un vínculo con el mundo de lo sobrenatural que incluye el mundo de los antepasados muertos y, finalmente, con la naturaleza que rodea al espacio habitado por los hombres y que comprende desde los campos de cultivo y los huertos hasta el monte, los cerros, los pastizales de alta montaña y los arenales cubiertos de nieve.

Para los campesinos la tierra ha tenido siempre una importancia decisiva en el mundo campesino, no sólo por ser la proveedora de alimentos y otros materiales útiles al hombre, sino también porque proporciona una identidad individual y colectiva, un sentimiento de pertenencia y una relación espiritual con la naturaleza.

LA TALA INMODERADA DEL BOSQUE. Antes de la Conquista el bosque prácticamente no era utilizado para proveer de madera a las obras de construcción regionales debido a que las viviendas de los indios empleaban poca madera. Esto no significa, desde luego, que los indígenas no utilizaran el bosque, sólo que las características culturales de su tecnología limitaban ese uso al aprovisionamiento de leña para combustible o bien para satisfacer la demanda de poblaciones mayores a las que tributaban. De igual manera, no significa que la expansión de la agricultura a costa del monte no se llevara a cabo, sobre todo en laderas en las que fueron construidas terrazas que dieron lugar a los primeros cambios en el uso del suelo.

El incremento demográfico, la introducción de la ganadería y de nuevos cultivos que requerían espacios mayores, y la necesidad de madera en las cada vez más grandes ciudades circunvecinas, propiciaron la tala de las ricas zonas boscosas del volcán. En su estudio sobre la región de Atlixco, Tochimilco y Huaquechula, Carlos Paredes Martínez dice que a finales del siglo XVI había gran variedad de pinos, robles, encinos y cedros, de donde se obtenía ya importantes cantidades de madera necesaria en la construcción y en las minas de los españoles. La madera podía alcanzar entonces hasta "seis cuartas de ancho", es decir, un metro y medio. Hacia finales del siglo XVIII, según este autor, estos árboles proliferaban únicamente en las "partes altas" del volcán.

El aprovechamiento de madera de los volcanes no ha hecho sino crecer, dadas las necesidades de las poblaciones vecinas, pequeñas y grandes, que han utilizado leña y carbón como combustible

doméstico e industrial, tablonés y vigas para la construcción, durmientes para las vías férreas, aserraderos al servicio de fábricas de papel y de muebles, etcétera. "No cabe duda", dice Paredes Martínez, "que a raíz de la presencia española en la región, los cambios ecológicos se sucedieron con mayor rapidez que en la época prehispánica. Se extendieron las zonas de cultivo, se ampliaron las áreas de irrigación, el ganado mayor y menor ocupó terrenos antes de reserva, los bosques se fueron reduciendo y convirtiendo en parajes con vegetación herbácea, el agua de las corrientes se utilizó ahora como fuente de energía para mover molinos. Otros cambios menos evidentes que sin duda también repercutieron en la sociedad ocurrieron en los suelos y el clima a medida que era transformado el uso del suelo en las partes con pendiente y cuando se talaban los bosques".

La intrincada red de caminos y veredas en los bosques ha sido el resultado de la expansión de taladores legales o clandestinos que han devastado los bosques y empobrecido la flora y la fauna, en algunos casos al límite de la extinción. En los mismos términos, el espejismo del progreso y una enorme irresponsabilidad en las políticas públicas ligadas a ambiciones desmedidas están propiciando la aniquilación definitiva de los ecosistemas en el país. La región de los volcanes no es, desde luego, una excepción.

LA RELACIÓN CON EL AGUA. Según el arqueólogo Arturo Montero desde hace aproximadamente 25 mil años el clima de los valles de México y Puebla ha estado determinado por los volcanes, en cuyas laderas crecía una rica variedad de especies vegetales y animales que, al lado de los numerosos manantiales y corrientes de agua permitieron los asentamientos humanos y, más tarde, hace unos 7 mil 500 años, el surgimiento de la agricultura.

Por tratarse de lugares prominentes en cuyas cimas se acumulan las nubes que descargan sus lluvias sobre los campos de cultivo, las montañas y los volcanes han sido considerados como entidades de carácter sagrado, como deidades asociadas a un conjunto de fenómenos atmosféricos que también han sido deificados, como el viento, el granizo, el rayo y el relámpago. Diversos estudios arqueológicos en los valles y sobre las laderas montañosas nos indican la importancia religiosa de los volcanes y su estrecha relación con las deidades del agua, situación que perdura hasta nuestros días.

Los rituales asociados con el temporal han trascendido a través de los años y actualmente continúan realizándose. La culminación de cada rito es una petición, por ello a partir de ese momento será más aguda la atención de los solicitantes en la lectura de los signos con que la naturaleza responde. Pero la respuesta de la naturaleza no sólo ocurre en el mundo material, en la fuerza de los vientos, la frecuencia de las lluvias y la benevolencia o no del clima en su conjunto; ocurre también en el terreno simbólico del espíritu, fundamentalmente en los sueños de los especialistas en el control de los fenómenos meteorológicos. Al respecto, es importante destacar que los especialistas en el control mágico del clima son también campesinos que cultivan la tierra, cuyo cargo como tiemporos no los exenta del trabajo en la milpa, al contrario, es esa actividad la que le otorga un sentido pleno a su especialidad pues la lluvia la necesita tanto como cualquier otro agricultor que vive del temporal. Para los demás campesinos comer y ofrecer comida a los espíritus de los volcanes, los mares, las lagunas, los muertos y otros seres sobrenaturales, no implica tampoco desatender el mundo laboral y atenerse exclusivamente a la voluntad divina, implica más bien la voluntad de crear una correspondencia entre el mundo físico-técnico del trabajo y el mundo metafísico-ritual de la tradición religiosa. El acto de comer y dar de comer a los espíritus de la naturaleza es un acto de comunión sólo equiparable a la eucaristía cristiana, similitud que tanto escandalizó a los clérigos del virreinato.

Los rituales actuales asociados con el temporal están vinculados con las deidades creadas en el mundo prehispánico y es que, a partir de la aparición de éstas, el universo entero irá adquiriendo un orden y una organización que dependerán de la filiación que todo lo existente tenga en uno de los dos campos que todo lo comprenden: por un lado lo masculino, celeste, luminoso, solar, seco y caliente; por otro lado lo femenino, terrestre, nocturno, lunar, húmedo y frío. La primera dimensión dominada por la figura de un Padre Celeste y la segunda por la de una Madre Terrestre. Esta idea

está asociada a la lluvia fecundadora que desciende del Padre y cae sobre la Madre Tierra fertilizándola, produciendo así los alimentos de los humanos.

EL CULTO A LOS CERROS. Desde el siglo XVI llamó la atención de los españoles el culto que los indios tenían a los cerros, y es que entre los clérigos del siglo XVI que dieron cuenta del volcán Popocatepetl destacan fray Bernardino de Sahún y fray Diego Durán, quienes nos informan que los montes de gran altura donde las nubes se acumulan eran considerados por los indios como deidades y de ellos hacían imágenes con una masa de amaranto y maíz llamada tzoalli que, colocadas probablemente en el pequeño teocalli o altar familiar eran venerados durante dos días en los que se les ofrendaba pulque, mazorcas tiernas, alimentos y copal. El lugar central lo ocupaba el Popocatepetl y en torno a él se colocaban otros cerros con sus respectivos nombres, entre los que Durán menciona a Tláloc, Chicomecóatl, Iztaccihuatl, Amatlacueye, Chalchiuhtlicue y Cihuacóatl, deidades femeninas relacionadas con la fertilidad, el agua, la tierra y los mantenimientos. Es decir, el ritual estaba estrechamente vinculado a la agricultura y al volcán como proveedor de lluvia y no como una montaña de fuego.

DIMENSIÓN DE RIESGO ERUPTIVO

La dimensión de riesgo, para el caso de este estudio para el ordenamiento ecológico, está condicionada por la actividad eruptiva del volcán Popocatepetl; es decir, hablamos de esta dimensión en función de la probabilidad de ocurrencia de uno o varios episodios eruptivos en el Popocatepetl, siendo preciso considerar el riesgo como una dimensión de análisis de riesgo a desastre por erupción del viejo *Gregorio*.

Abordamos el riesgo eruptivo descomponiéndolo en los dos factores que en interacción lo configuran, de acuerdo a la fórmula clásica $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$. Reconociendo *a priori* que sería posible configurar una cantidad indeterminada de escenarios de riesgo, para el caso de este trabajo consideramos el riesgo relacionado con la amenaza de un volcán activo, y por lo tanto, la vulnerabilidad ante la misma.

Sólo queremos apuntar, como dice Héctor Escobar (2001), que "tradicionalmente se considera a los grupos sociales como el agente vulnerable o pasivo, en tanto que los agentes catastróficos o activos resultan ser los fenómenos naturales. Sin embargo, cuando la actividad humana llega a generar condiciones de riesgo, la naturaleza pasa a convertirse en el agente receptor del daño. En este sentido, las estructuras ambientales se convertirían en agentes vulnerables". Sobre esta base, cuando en este trabajo hablamos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo estamos considerando la actividad eruptiva como la amenaza, porque la vulnerabilidad ambiental se analiza en otra parte de este trabajo con indicadores específicos.

Para el estudio de los desastres, las conceptualizaciones más avanzadas los consideran no como fenómenos suspendidos en el tiempo y en el espacio, sino procesos complejos que tienen curso en los sistemas socio-naturales. En el Proyecto *Gregorio* (2000), se establece que:

"los desastres [...] son aquellos en donde un fenómeno natural convencionalmente considerado como 'extremo' afecta a una población de manera que le ocasiona muchos daños y una importante desorganización de los arreglos sociales: muertos, heridos y pérdidas de las propiedades, así como daños a las instalaciones de servicios como agua potable, drenaje, electricidad, teléfonos, etc., casi todos recuperables a diferentes plazos excepto ciertas formas de organización social, las vidas que se pierden y las lesiones permanentes de los seres humanos."

El registro histórico de los desastres sucedidos en el mundo y su contabilidad diferencial respecto a muertos, heridos y pérdidas materiales ha arrojado resultados que no pueden pasar desapercibidos para el análisis social: la tasa de mortalidad por calamidades es diez veces mayor en los países pobres que en los ricos (Oliver-Smith, 1986). Es por ello que se establece como factor determinante de la magnitud de un desastre a las condiciones sociales, a la vulnerabilidad diferencial de los grupos que componen a la sociedad. La evidencia empírica muestra que las zonas del planeta más susceptibles de padecer los efectos de un desastre son las que están habilitadas por amplias capas de población pobre, sea en las laderas de los cerros, en las áreas inundables, en los edificios viejos y en las alejadas comunidades rurales costeras de viviendas totalmente vulnerables a los vientos huracanados.

Wykman y Timberlake (1984) han afirmado que los desastres pueden ser considerados como "un problema no resuelto del desarrollo".

A partir de estas consideraciones, entendemos el desastre como un proceso complejo, en el cual intervienen, también como procesos, la generación de amenazas y vulnerabilidades. Las amenazas son definidas como

"la probabilidad concreta de que ciertos fenómenos de origen natural o humano se produzca en un cierto tiempo y en una determinada región que no esté adaptada para afrontar sin traumatismos ese fenómeno." (Wilches-Chaux, 1998)

Asimismo, entendemos como vulnerabilidad:

"la condición en virtud de la cual una población está o queda expuesta o en peligro de resultar afectada por un fenómeno de origen humano o natural, llamado amenaza".

Finalmente, es preciso definir lo que entendemos por riesgo*:

"[El] riesgo es la probabilidad de que ocurra un desastre. Esa probabilidad surge de juntar las dos circunstancias anteriormente mencionadas, lo cual se puede expresar mediante la siguiente relación matemática:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}''$$

AMENAZA VOLCÁNICA

La caracterización de la amenaza o peligros volcánicos se realizó mediante tres etapas:

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA; comprendió la recopilación de la información disponible relacionada con los peligros volcánicos en general y de las erupciones históricas del volcán Popocatepetl.

IDENTIFICACIÓN EN CAMPO DE LOS PELIGROS VOLCÁNICOS; consistió en la identificación en campo de la distribución de los peligros volcánicos en las comunidades y su entorno.

ANÁLISIS DE UN SUPUESTO ESCENARIO ERUPTIVO. Se consideró una erupción similar a la última gran erupción del Popocatepetl y se estimaron los impactos posibles en la región.

La zona de estudio fue afectada por dos sistemas volcánicos importantes y complejos en su origen: el sistema volcánico Iztaccihuatl-Popocatepetl, que son los principales estratovolcanes en el área, y el sistema volcánico monogénico de la Sierra Chichinautzin.

VOLCÁN IZTACCÍHUATL

La tercera montaña mayor de México y séptima de Norteamérica de origen volcánico, el volcán Iztaccihuatl, yace junto a su eterno compañero Popocatepetl, que actualmente inició una nueva etapa eruptiva. La evolución volcánica del Iztaccihuatl y del Norte de la Sierra Nevada ha sido descrita por Nixon et al., (1987).

La estratigrafía volcánica de este volcán puede subdividirse en dos secuencias eruptivas, las cuales pueden distinguirse en edad, textura, y mineralogía.

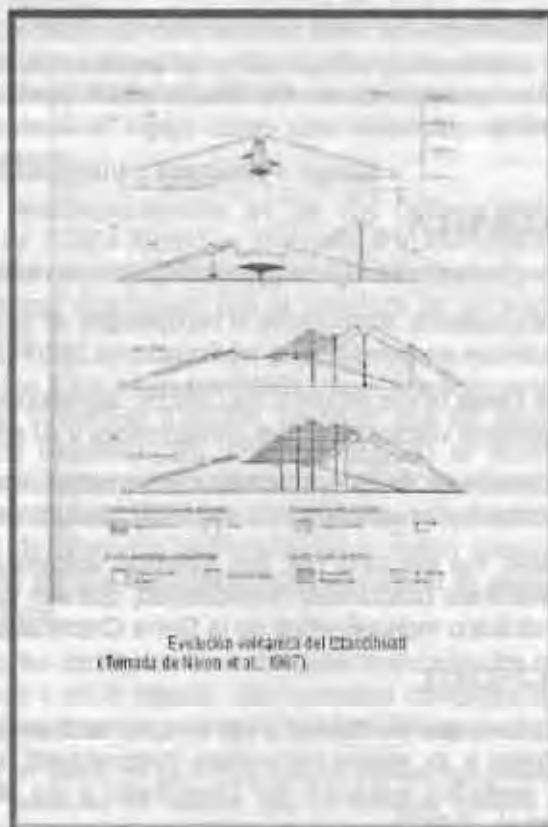
ACTIVIDAD ERUPTIVA DEL VOLCÁN IZTACCÍHUATL

SERIE VOLCÁNICA ANTIGUA (0.9 A 0.6 MA). Se compone principalmente de andesitas y dacitas de grano medio a fino. El edificio volcánico principal en ese tiempo, era un domo de lava llamado Llano Grande con una altitud de aproximadamente 4 mil m, esto hace 0.9 Ma. Flujos de andesita y riolacita salieron por un orificio parásito en el flanco Norte, mientras que en el extremo Sur se desarrolló un volcán mayor que dio origen a los pies ancestrales de la "Mujer Dormida". Antes de 0.6 Ma ocurrió una depresión caldérica en la zona de Llano Grande. Después la actividad continuó de manera intermitente hasta aproximadamente 0.6 Ma.

SERIE VOLCÁNICA JOVEN (0.6 A 0.27 MA). Después de una intensa erosión de las rocas preexistentes, inició una nueva serie eruptiva con emisión de lavas de andesita porfídica de (Horblenda) y dacitas con menor cantidad de cuarzo, biotita y olivino. También aparecieron en este tiempo una serie de cráteres alineados NNW-SSE. Esta actividad culminó hace 0.3 Ma, con una erupción cataclísmica originada en el cráter sur (pies). Sin embargo, la actividad continuó en el extremo Norte con flujos de andesita y dacitas (0.27 Ma a reciente; lavas de la serie *summit*) que dieron lugar a la estructura actual del Iztaccihuatl. Por otro lado, en el flanco Sur de los pies comenzaron a fluir lavas de composición basáltica a escoria andesítica que dieron origen a los flujos de lava La Joya, y hace 0.08 Ma ocurrieron flujos de lava viscosa de composición dacítica cubriendo

* Las definiciones están tomadas básicamente del mismo autor.

el sector Norte, dando origen al Cerro Teyotl. Una actividad remanente de las cumbres volcánicas pudo haberse extendido hasta 0.1 Ma, pero cesó antes de la glaciación del Pleistoceno.



VOLCÁN POPOCATÉPETL

El volcán Popocatepetl actual se compone de una estructura moderna formada sobre un edificio volcánico antiguo. El volcán que hoy vemos tiene una altura de 5 mil 420 m sobre el nivel del mar, es un cono truncado que define un cráter externo elíptico, cuyos ejes miden 450 y 650 metros con una profundidad de 250 metros, aunque ha variado a raíz de la reactivación de diciembre de 1994. En el fondo del mismo había otro cono más pequeño, de 200 m de diámetro y 80 m de alto, dentro del cual se encontraba un lago de 40 m de ancho y más o menos 10 m de profundidad (Valek, 1998).

En la cima del volcán existe un glaciar que se extiende desde los 4 mil 300 hasta los 5 mil 200 metros de altura, el cual ha disminuido de 0.72 km² que presentaba en 1958 a 0.40 km² que presenta en la actualidad (Huggel, 1999; Ramos, 1998).

EVIDENCIAS ERUPTIVAS HISTÓRICAS DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

La historia eruptiva del Popocatepetl se ha dividido en tres etapas; la primera comprende el nacimiento del volcán, el cual se remonta hasta una edad no mayor de 780 mil años (0.78 Ma), con la creación de un estratovolcán antiguo llamado Nexpayantla. La segunda etapa inició después de una actividad explosiva, periodos de tranquilidad y erosión con emisiones de flujos de lava andesítica-dacítica y material piroclástico dando lugar a una nueva estructura volcánica llamada El Fraile, cuya edad se remonta a 0.3 Ma. Esta etapa finalizó con una erupción catastrófica que

destruyó el volcán El Fraile (Delgado, 1999). La tercera y última etapa comprende el vulcanismo más moderno con la creación del volcán que hoy en día llamamos Popocatepetl. El inicio de la actividad eruptiva de la estructura volcánica actual es igual o menor a 23 mil años (Siebe et al., 1995).

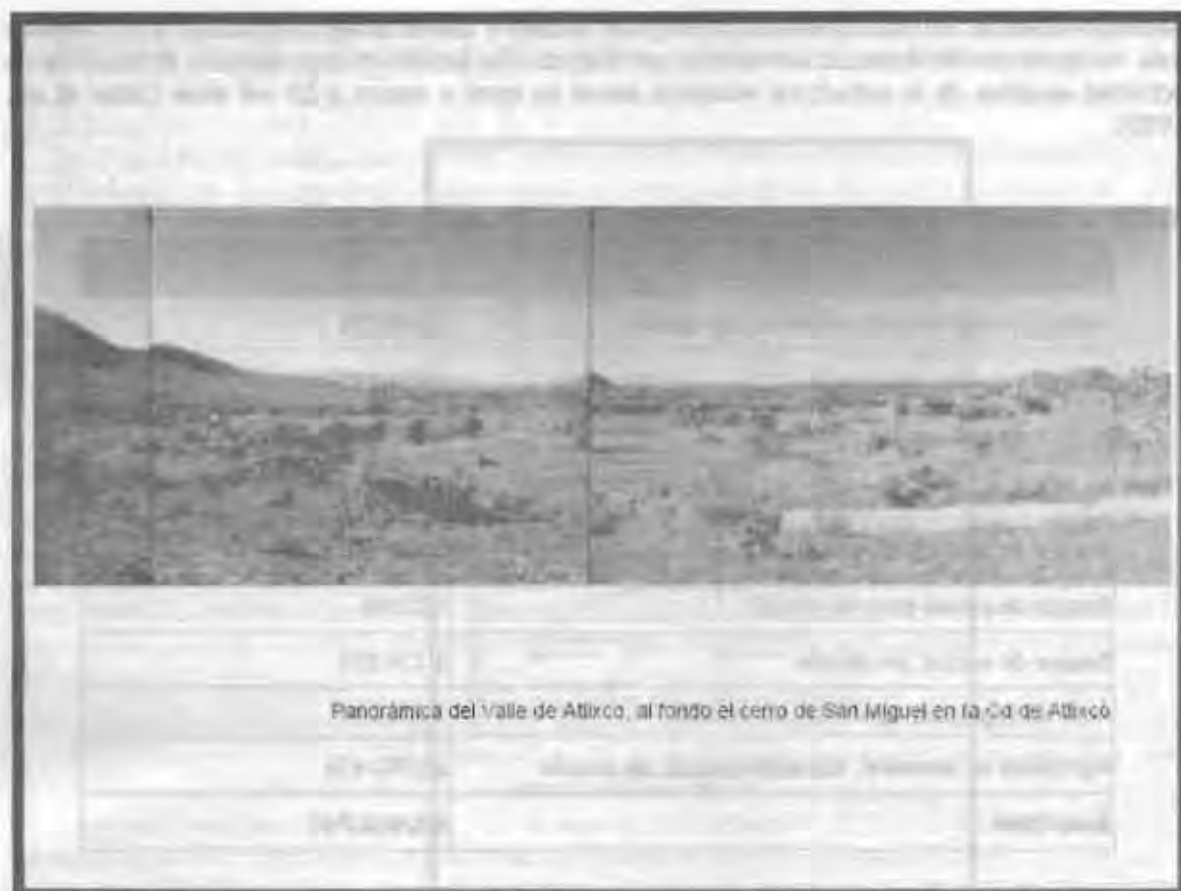
ÁREAS DE VEGETACIÓN DONDE SE HA PRESENTADO CAÍDA DE CENIZA CON MAYOR FRECUENCIA

Tipo de vegetación	Superficie (ha)
Pastizal, pradera de alta montaña, sin erosión	3,066.226
Pastizal inducido, sin erosión	1,832.671
Bosque de pino-encino, sin erosión	3,141.358
Bosque de pino, sin erosión	12,166.632
Bosque de oyamel, sin erosión	8,809.408
Bosque de encino-pino, sin erosión	672.906
Bosque de encino, sin erosión	1,724.819
Área sin vegetación aparente, sin erosión	3,236.244
Agricultura de temporal, con cultivo anual, sin erosión	10,793.478
Área total	45,443.742

A continuación se describe la actividad eruptiva que se ha manifestado en el volcán en los últimos 23 mil años.

AVALANCHA DE ESCOMBROS DE HACE 23 MIL AÑOS. Se han observado cuatro derrumbes prehistóricos gigantescos en los flancos del complejo volcánico Iztaccíhuatl-Popocatepetl (Siebe et al., 1995). Tres depósitos de estos grandes derrumbes se traslapan formando un extenso abanico que cubre un área de 600 km² al sur del actual Popocatepetl. El más joven de estos tiene una edad radiométrica de aproximadamente 23 mil años (Siebe et al., 1995). Este evento cataclísmico se puede describir de la siguiente manera:

"El cono del volcán el Fraile antecesor del volcán Popocatepetl tenía una altura similar a la del actual, cuando un cuerpo magmático muy viscoso de grandes dimensiones ascendió desde las profundidades y quedó emplazado dentro de la estructura volcánica. El edificio se infló, lo que provocó la inestabilidad de sus flancos. Finalmente, el flanco Sur, que resultó ser el más débil, cedió ante la presión, lo cual culminó en un gigantesco derrumbe del edificio volcánico que provocó un alud de escombros que viajó a grandes velocidades y destruyó todo cuanto encontró a su paso. Esta avalancha llegó a una distancia mayor de 80 km de su lugar de origen (figura 4), con un tiempo de emplazamiento de pocos minutos. El depósito que formó tiene un espesor promedio de 15 m, un volumen de 9 km³ y cubre una superficie de 600 km². El derrumbe desprendió el flanco sur y originó una despresurización súbita del sistema magmático, que dio origen a una tremenda explosión seguida por el surgimiento de un chorro vertical de magma rico en gas, que formó una enorme columna eruptiva de más de 30 km de altura. Como resultado, el edificio volcánico quedó en ruinas, y a partir de ese momento se inició la formación de un nuevo cono volcánico el cual observamos actualmente." (Siebe et al., 1995 y 1996a; Macías et al., 1997).



Panorámica del Valle de Atlixco, al fondo el cerro de San Miguel en la Cd. de Atlixco

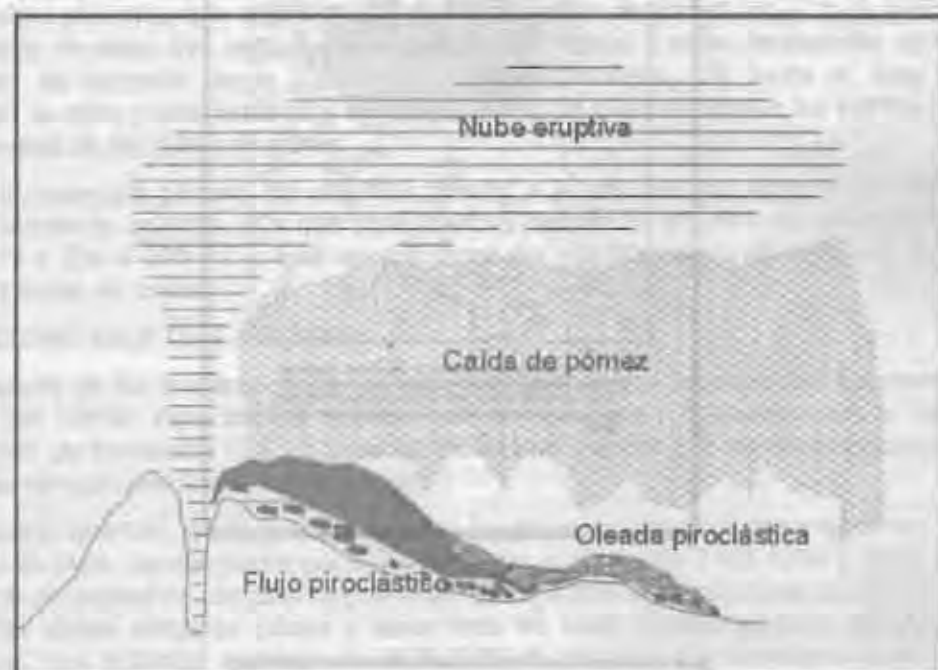
ERUPCIÓN PLINIANA DE HACE 14 MIL AÑOS. La erupción pliniana más violenta que se haya registrado en este volcán ocurrió hace 14 mil años y se originó en el flanco Noroeste, en el lugar conocido como barranca de Nexpayantla (Siebe et al., 1996a).

Esta erupción comenzó cuando el magma que ascendía interactuó con una gran cantidad de agua, que provocó explosiones freatomagnéticas. En este tipo de explosiones el magma sobrecalienta el agua que se encuentra en los poros y fracturas de las rocas que la encajonan, lo que da origen a un sistema altamente presurizado; si en ese sistema se produce una fractura, el agua sobrecalentada pasa de la fase líquida a la gaseosa en forma violenta y provoca la fragmentación de la roca encajonante (Siebe et al., 1996a). Este proceso se repite varias veces hasta que el agua se consume y se abre un conducto que permite la salida de una columna pliniana. Vestigios de esta erupción se han encontrado en diferentes lugares de la cuenca de México; en Nonoalco alcanza un espesor de 5 cm, en Tlahuac 20 cm y en Xico (Valle de Chalco) casi 30 cm (Siebe et al., 1996a).

Otras erupciones del tipo pliniano de magnitud mediana ocurrieron hace 11, 9 y 7 mil años (Siebe et al., 1996a). Las características y consecuencias de estas erupciones no se han estudiado con detalle.

ANÁLISIS DE LAS TRES ÚLTIMAS ERUPCIONES PLINIANAS. Los estudios vulcanológicos más recientes se enfocan al conocimiento y comprensión de las tres últimas erupciones plinianas. Mediante dataciones de C-14 se identificaron tres erupciones plinianas recientes (Siebe et al., 1996b), las cuales ocurrieron hace aproximadamente 3195 a 2830 a.C., 800 a 215 a.C. y por último 675 a 1095 d.C. A estas erupciones las han llamado Secuencias Eruptivas Plinianas del Pre-Cerámico Superior, del Cerámico Inferior, y del Cerámico Superior, respectivamente, nombres obtenidos por la

concordancia con los periodos del tiempo arqueológico del calendario mesoamericano (Siebe et al., 1996a y 1996b).



Representación de una erupción pliniana. (Tomado de Cupreder 2000)

SECUENCIA ERUPTIVA PLINIANA DEL PRE-CERÁMICO (3195-2830 A. C.). Esta secuencia inició con eventos menores de calda de ceniza seguida de explosiones hidromagmáticas que dieron origen a una serie de flujos calientes y turbulentos llamados "surges"; éstos dejaron depósitos delgados de 2 a 10 cm de espesor.

Después de estos eventos menores inició la fase principal de la erupción la cual produjo grandes depósitos de pómez. La columna pliniana se dirigió hacia el Noreste cubriendo gran parte del flanco Este del volcán Iztaccihuatl (ver figura adelante). La secuencia eruptiva terminó con flujos de ceniza distribuidos en forma radial alrededor del volcán, los cuales fueron canalizados por la topografía preexistente.

El material que se depositó en los flancos del volcán Popocatepetl y volcán Iztaccihuatl durante la erupción principal fue arrastrado por la lluvia formando lahares que se extendieron a más de 50 km de distancia.

SECUENCIA ERUPTIVA PLINIANA DEL CERÁMICO INFERIOR (800 ± 135 y 215 ± 65 A. C.). La secuencia eruptiva inició con pequeñas emisiones y flujos de ceniza; continuó con una fase principal que produjo una gruesa y amplia dispersión de pómez cuyo espesor supera el 1.10 m cerca del poblado de San Nicolás de los Ranchos a 20 km del cráter.



Distribución de yacimientos de las últimas épocas prehispánicas del estado: Preclásico (a) y Clásico (b) y Clásico Tardío (c) según la época de los yacimientos: a) 2500 años a.C.; b) 1000 años a.C.; c) 500 años a.C.; d) 100 años a.C. (Barrón de Salas et al., 1980).



Distribución de sitios históricos del estado: Prehispánico (a) y Clásico Tardío (b) según la época de los yacimientos: a) 2500 años a.C.; b) 1000 años a.C.; c) 500 años a.C.; d) 100 años a.C. (Barrón de Salas et al., 1980).

La secuencia eruptiva terminó con el emplazamiento radial de flujos de ceniza y el arrastre de material no consolidado por lahares que se extendieron hacia el Este, la dispersión de esta columna de pómez puede observarse en la figura de la página anterior, letra b.

SECUENCIA ERUPTIVA PLINIANA DEL CERÁMICO SUPERIOR (675 ± 60 Y 1095 ± 155 D.C.). Comenzó con pequeñas caídas de ceniza, flujos piroclásticos y pequeños lahares. Esta actividad fue acompañada por explosiones hidromagmáticas y el emplazamiento de "surges". La fase principal se llevó a cabo en tres pulsos plinianos, que originó tres distintos depósitos de pómez (c1, c2 y c3; figura 6). El eje de dispersión de estas tres unidades no coincide en dirección y están desplazadas en tiempo. Su distribución se extiende desde el Noreste (c1), Este-Noreste (c2) hasta el Este (c3). Esta distribución se debe probablemente al cambio de dirección que presentaron los vientos dominantes en el momento de los pulsos eruptivos.

Entre la secuencia pliniana del cerámico inferior y la del cerámico superior se desarrolló una pequeña secuencia eruptiva, a la que se le nombró "Secuencia eruptiva del cerámico intermedio" (125 ± 175 Y 255 ± 100 D.C.). Ésta se caracterizó por emplazamiento de lava, lahares, columnas plinianas y flujos de ceniza.

ACTIVIDAD ERUPTIVA RECIENTE

La mayoría de los eventos citados en este apartado fueron tomadas del documento *Historia eruptiva del volcán Popocatepetl*, editado por la Secretaría de Gobernación a través de la Coordinación de Protección Civil y Cenapred. Fechas de eventos que no están incluidos en la cita anterior se agregan con su respectiva fuente.

CRONOLOGÍA ERUPTIVA DE 1354 A 1927. Eventos eruptivos explosivos se presentaron en 1354, 1363 y entre 1440-1469, caracterizados por lluvia de ceniza y pómez. En 1488, 1504 y 1512, la actividad consistió de emisiones de ceniza principalmente. Cinco actividades volcánicas ocurrieron entre 1518 y 1530, las cuales arrojaron pómez y otros tipos de lapilli, ceniza, gases y grandes emisiones fumarólicas. Una actividad explosiva en 1539-1540 se presentó con abundante lluvia de ceniza y destrucción de tierras de cultivo; existe la posibilidad de que en estos eventos se hayan presentado pérdidas humanas. Después de estos eventos eruptivos ocurrieron pequeñas actividades eruptivas en 1542.

Durante 1548 y 1697 ocurrieron once eventos eruptivos con emisiones de gases y cenizas. En 1720, nuevamente se presentó una erupción explosiva que provocó lluvia de ceniza en Tlaxcala, emisiones fumarólicas y caída de pómez; este evento destruyó tierras de cultivo y se cree que hubo pérdidas humanas.

La actividad eruptiva del Popocatepetl en el siglo XIX se desarrolló con sucesos menores entre 1802 y 1804. En el periodo 1833-1834 se percibieron ruidos subterráneos y pequeños derrumbes de rocas en el interior del cráter (García y Suárez, 1996); la actividad del siglo culminó en 1852 con emisiones fumarólicas y ceniza.

Nuevas explosiones en el cráter ocurrieron en 1919, que generaron emisiones de ceniza y un incremento en la actividad fumarólica; esta actividad se prolongó hasta 1927, y en los años 1946 y 1947 se repitió una pequeña actividad efusiva (De la Cruz, 1998).

REACTIVACIÓN ERUPTIVA ACTUAL

El episodio actual de actividad en el Popocatepetl se inició en 1993, con un incremento en las fumarolas y un moderado aumento en la sismicidad del volcán. En octubre de 1994 se incrementó la sismicidad, y el 21 de diciembre del mismo año se emitió ceniza por primera vez en 75 años. La actividad de emisión de ceniza aumentó después del día 21 y la sismicidad incluyó temblores armónicos. Estos indican desplazamiento de magma. Esta actividad continuó por varios días hasta llegar a su punto máximo y tender a niveles de estabilidad.

En las primeras semanas de 1995 las emisiones de ceniza se hicieron más esporádicas y se les dio el nombre de "exhalaciones". La actividad comenzó a declinar durante el resto del año y los

primeros meses de 1996. Sin embargo, en marzo del mismo año la actividad empezó a tomar las mismas características que presentó en diciembre del 1994, con sismicidad y temores de intensidad creciente.

Esta actividad se estabilizó durante las primeras semanas del mes de marzo de 1996 y se confirmó la aparición de un cuerpo creciente de lava en el interior del cráter. Para el 30 de abril de 1996 ocurrió la primera explosión en el volcán, debido a la tendencia de la lava a cerrar los conductos de salida y aumentar la energía acumulada. Esa primera explosión provocó la muerte de cinco excursionistas que intentaban filmar el interior del cráter. También originó la precipitación de ceniza, lluvia de gravilla y piedras (de 1 a 5 cm) en las localidades cercanas al volcán.

Al igual que en los años anteriores, la actividad disminuyó temporalmente, pero a finales de 1996 se volvió más explosiva. Este proceso continuó hasta la mitad de 1997. El 24 y 27 de junio de ese año se presentaron nuevamente los temores sísmicos de baja frecuencia con duración creciente, los inclinómetros detectaron deformaciones en las zonas altas del volcán.

El 30 de junio de 1997 se presentó una explosión, precedida por eventos sísmicos, de magnitud entre 2 y 2.7, durante un intervalo de 13 minutos. La secuencia explosiva tuvo dos pulsos principales. El primero duró 135 minutos, con una fase de mayor intensidad de 35 minutos. El segundo pulso se desarrolló en 90 minutos. Estos dos pulsos fueron acompañados por una señal muy intensa de tembor armónico. La columna eruptiva tuvo un alcance de 8 a 13 km sobre el nivel del cráter. Este evento ocasionó la caída de ceniza en poblaciones del sector Oeste e incluso en la propia ciudad de México (el aeropuerto internacional Benito Juárez tuvo que ser cerrado por varias horas). También fueron arrojados fragmentos de pómez de hasta 10 cm, los cuales cayeron en un radio de unos 10 km a la redonda del volcán, principalmente en el sector Norte.

Esta explosión destruyó el cuerpo de lava que creció en el fondo del cráter, dejando una depresión cónica en su parte central; sin embargo, la actividad continuó y para el 4 de julio de ese mismo año se observó la presencia de un nuevo cuerpo de lava que crecía sobre los restos del antiguo. Las señales de tembor sísmico se presentaron nuevamente el 13 y el 19 de agosto de 1997. El crecimiento del nuevo domo de lava se detuvo por unos días, pero reinició su formación con mayor velocidad entre el 2 y el 6 de diciembre de 1997. El 24 de diciembre iniciaron las explosiones con mayor intensidad y se prolongaron hasta el primero de enero de 1998.

Los siguientes días empezó a declinar la actividad hasta alcanzar niveles de estabilidad y permanecer así hasta el 21 de marzo, cuando una exhalación moderada arrojó ceniza precipitándose en la ciudad de Puebla. Esta actividad también expulsó material incandescente que cayó en las inmediaciones del volcán y provocó incendios forestales.

La última actividad del año 1998 dio inicio el 25 de noviembre con un incremento en la actividad sísmica, presencia de temores armónicos, y una serie de explosiones que arrojaron material incandescente. La más intensa de las explosiones ocurrió el día 17 de diciembre y tuvo una duración de un minuto, lanzó abundante material incandescente sobre los flancos del volcán con un alcance horizontal de aproximadamente 3 km que provocó incendios forestales en la zona y originó una columna eruptiva que se elevó entre 4 y 5 km de altura sobre el nivel del cráter. La actividad sísmica se prolongó hasta el 31 de diciembre con presencia de eventos volcánico-tectónicos tipo A, temores de alta frecuencia y corta duración.

Durante el mes de enero de 1999 continuó la presencia de temores de alta frecuencia y corta duración acompañada con eventos volcánico-tectónicos de tipo A, y exhalaciones de pequeñas a moderadas, siendo la más importante la secuencia ocurrida entre los días 27 a 30 donde se incrementó el tembor de alta frecuencia, el cual se detectó desde las 13:06 del día 27 y fue acompañado por la emisión de una columna de ceniza que se elevó hasta más de 3 km sobre el cráter. Estos eventos se repitieron los días 29 y 30, donde la señal de tembor asociada a las exhalaciones presentó una duración de 15 min.

En febrero de 1999 la actividad comenzó a descender gradualmente, con presencia de episodios aislados de tremores armónicos de baja frecuencia, el mayor presentó una duración de 14 minutos. El día 29 se registraron tres eventos volcano-tectónicos con magnitudes que varían entre 2 y 2.5, localizados en el sector Sureste a 8 km de distancia del cráter.



Fragmentos de un proyectil volcánico de aproximadamente 2 metros de diámetro encontrado a 2 km del cráter (Explosión del 17 de Diciembre de 1998).

La actividad volcánica en el mes de marzo se caracterizó por varias explosiones moderadas, las más importantes ocurrieron los días 1, 11, 12, 18, 19, 20 y 30, las cuales arrojan fragmentos incandescentes en los flancos del volcán en un radio de 0.5 a 3 km y columnas eruptivas que alcanzaron entre uno y 5 km por encima del cráter.

La actividad disminuyó durante el mes de abril, aisladas explosiones se registraron, las más importantes ocurrieron los días 4 y 15. La primera presentó expulsión de fragmentos incandescentes en el flanco Este del volcán, mientras que en la segunda no se observó incandescencia. Estos eventos estuvieron precedidos por sísmicos de tipo A con magnitudes entre 2.0 a 2.4.

Los primeros días del mes de mayo la actividad volcánica fue baja, mientras que en la segunda quincena del mes los niveles sísmicos presentaron un ligero incremento. La explosión más importante de este mes ocurrió el día 16, emitió una columna de ceniza que alcanzó una altura de 2.5 km; otro evento importante es el registro de tres sísmos volcano-tectónicos (VT) con magnitudes entre 1.7 a 2.0 localizados en el sector Este del volcán y con profundidades entre los 4.5 y 5.8 km bajo el cráter.

Hacia el mes de junio la actividad se mantuvo en niveles bajos con aisladas exhalaciones de baja intensidad y corta duración, manifestándose un ligero incremento de la actividad sísmica los

días 12, 13, y el día 17 se registró una serie de sismos cuyas magnitudes oscilaban entre 2.5 y 3.0, de los cuales dos eventos superaron la magnitud de 3 grados.

PELIGROS VOLCÁNICOS

La evaluación de los alcances de los peligros relacionados con el volcán será uno de nuestros objetivos en este análisis. A principios de la reactivación fue necesario revisar y actualizar los estudios sobre los peligros volcánicos del Popocatepetl realizado por Boudal y Robin (1989), debido al notorio incremento de la actividad fumarólica en el cráter del volcán desde finales de 1993. Este incremento obligó a investigadores a recopilar y analizar la información existente y con ésta se establecieron tres áreas de peligro (Macías et al., 1995). Estas tres áreas consideran los principales peligros históricos que pueden afectar la zona (flujos piroclásticos, oleadas piroclásticas, lahares y derrames de lava). Los límites de éstas se trazaron en función del alcance máximo observado de algunos de los depósitos más característicos del volcán; también de manera complementaria se aplicaron modelos computacionales para ajustar los alcances máximos, finalmente se le agregaron kilómetros adicionales como margen de seguridad. Sin embargo, Macías y colaboradores (1997) enfatizan que el mapa de peligros actual tiene un carácter preliminar y que deberá elaborarse en el futuro un mapa de peligros más completo con un mayor conocimiento de la geología del volcán.

A continuación describimos los diferentes peligros generados por las erupciones históricas del volcán Popocatepetl y presentamos los sectores afectados en el pasado, según los registros geológicos encontrados.

FLUJOS DE LAVA. Los depósitos de lava en la cima del volcán son andesitas ácidas y lavas dacíticas en bloque. Dada su composición química, estos flujos se mueven muy lentamente, inclusive en pendientes pronunciadas. Los flujos de lava más recientes del Popocatepetl se limitan a pequeñas extensiones cerca del cráter, siendo los más extensos los derrames fisurales que se localizan en el sector Este, Sureste, y que se observan cerca de los poblados de Santiago Xalitzintla y San Nicolás de los Ranchos (Macías et al., 1997). Otro derrame importante se observa en la cercanía de la comunidad de Ecatzingo en el Estado de México. Derrames más pequeños se observan en el camino Xalitzintla-Paso de Cortés (derrame Buena vista).

CAÍDA DE TEJRA. La caída de tefra constituye el peligro directo de mayor alcance derivado de las erupciones volcánicas. Las erupciones históricas afectaron todos los sectores del volcán, con cierta tendencia hacia el Noreste-Sureste.

CORRIENTES PIROCLÁSTICAS DE DENSIDAD. La historia eruptiva del Popocatepetl nos muestra que es un volcán con erupciones altamente explosivas, y que en varias ocasiones se ha manifestado con emisiones de corrientes piroclásticas de densidad (flujos piroclásticos, oleadas piroclásticas), depósitos de este tipo se observan en todos los sectores próximos al volcán (radio de 13 km).

LAHARES Y CRECIENTES. Estos impactaron grandes extensiones (mayores a 50 km alrededor del volcán). Depósitos de este tipo se observan en los tres estados; Atlautla, Amecameca en el Estado de México, Tetela del Volcán, Yecapixtla en el estado de Morelos y San Nicolás de los Ranchos, Atzizihuacan, Alpanocan en el estado de Puebla.

AVALANCHAS DE ESCOMBROS. El sector Sur ha sido afectado por tres eventos de este tipo. El más reciente ocurrió hace 23 mil años (Siebe et al., 1995). Por tal motivo, no se descarta la posibilidad de que un evento de esta naturaleza se presente en el futuro.

IMPACTOS DE LAS ERUPCIONES HISTÓRICAS

IMPACTOS GLOBALES

La última erupción pliniana registrada por el Popocatepetl presentó una columna eruptiva alta (~30 km msnm), que emitió partículas finas de ceniza y aerosoles ricos en compuestos de azufre que fueron distribuidos por todo el mundo (Siebe et al., 1996a y 1996b). Esto trajo como consecuencia cambios en el clima en varias regiones del país; por ejemplo, en la península de Yucatán y regiones vecinas se presentaron fuertes sequías (Gilly, 1994; Hodell, 1995). Por otro

lado, Zielinski y sus colaboradores (1994) encontraron horizontes de hielo ricos en azufre en la región de Groenlandia correlacionables con la fecha de la última erupción pliniana del volcán Popocatepetl (Siebe et al., 1996a y 1996b). Las erupciones recientes de los volcanes El Chichonal en México (1982) y El Pinatubo en Filipinas (1991), son la evidencia de que estos aerosoles pueden alcanzar distancias globales y provocar cambios climáticos en ciertas regiones del planeta.

IMPACTOS LOCALES

La erupción ocurrida hace 23 mil años fue la que originó mayores cambios en la morfología de la región en un radio de 50 km. Apparently los depósitos producidos por esta erupción rellenaron el valle que drenaba la cuenca de México hacia el Sur, lo cual provocó un reordenamiento del sistema hidrológico en la región que ocasionó un alza en el nivel de los lagos de la cuenca (Siebe et al., 1996a). La figura muestra el área afectada por los depósitos de avalancha emplazados por esta erupción (Siebe et al., 1995), no se tiene evidencia de la existencia de asentamientos humanos en la región, por lo que los impactos fueron sólo ambientales y geomorfológicos.



La datación de 160 muestras en diferentes sitios de la cuenca de México y valle de Puebla, así como más de 500 columnas estratigráficas analizadas por Siebe y compañeros (1996b y 1999), indican que los alcances de las erupciones plinianas fueron de grandes dimensiones territoriales, con destrucción de la vegetación y la vida animal en un radio de 30 km. Fragmentos de árboles calcinados se observan en un depósito de flujos piroclásticos, en el km 2 del camino Xalitzintla-Paso de Cortés.



Los lahares se extendieron a distancias mayores y arrastraron consigo cuanto encontraron a su paso, como lo indican las evidencias geológicas respectivas a más de 50 km de la fuente de emisión y en lugares tan distantes como Cuautla e Izúcar de Matamoros en la parte Sur. Esto significa que los lahares inundaron gran parte del valle de Puebla, drenada por el río Atoyac y también afectaron de manera significativa los valles de Atlixco y Cuautla. Las áreas afectadas quedaron completamente destruidas e inservibles para la agricultura. Los pueblos más afectados fueron Cholula, Cacaxtla, Xochitécatl y Totimehuacan (Siebe, 1996a y 1996b).

IMPACTO EN LAS CULTURAS MESOAMERICANAS

De los siete eventos eruptivos plinianos, los tres últimos fueron presenciados por las culturas prehispánicas asentadas en la región. Eso indican los vestigios arqueológicos encontrados entre los depósitos volcánicos cerca de San Nicolás de los Ranchos y San Buenaventura Nealtican en el estado de Puebla (Seele, 1973) y restos de habitaciones debajo de una capa de pómez depositada por la erupción pliniana del Cerámico Inferior (Urñuela, 1995; en Siebe et al., 1996b).

Hechos relevantes posiblemente relacionados con la actividad del Popocatepetl son los abandonos de las ciudades de Teotihuacan, aproximadamente en el año 750 d.C., Cholula y

Cacaxtla en el 800 d.C., o el colapso de la civilización Clásica Maya, ocurrida en el siglo IX. Todos estos hechos, de alguna manera, coinciden con la última erupción del volcán Popocatepetl, pero aún no es posible afirmar que el volcán fue el causante directo de esos acontecimientos, aunque en algo pudo influir.

IMPACTO DE LA ACTIVIDAD ACTUAL

La caída de ceniza, proyectiles balísticos (bombas y bloques volcánicos) y pequeños lahares y flujos piroclásticos, son los principales peligros que se han manifestado con la actividad explosiva actual en el volcán Popocatepetl.

PROYECTILES BALÍSTICOS. Sólo las zonas cercanas al volcán se han visto afectadas por el impacto de estos bloques. Hasta el momento sólo pequeñas áreas de bosque han sido alcanzadas por fragmentos incandescentes, provocando pequeños incendios en las cercanías del volcán (radio de 5 km).

CAÍDA DE CENIZA. Durante los últimos 7 años de actividad eruptiva en el área de estudio. Los espesores de ceniza no son de gran importancia hasta el momento como para causar daños significantes al bosque o a la infraestructura de las comunidades involucradas. Sin embargo, la columna de ceniza se ha extendido a distancias superiores en los eventos explosivos de mayor intensidad (diciembre de 1994, junio de 1997, diciembre de 1998 y de 2000 y enero de 2001). Las personas hipersensibles han sufrido alergias y problemas respiratorios en las comunidades cercanas al volcán y en algunos sectores de la ciudad de Puebla. El tránsito aéreo también ha sufrido las consecuencias de estas emisiones, pues en dos ocasiones se han cerrado los aeropuertos de la ciudad de México y Huejotzingo (1998 y 2000).

Hasta el momento podemos decir que no ha habido daños considerables en el sector ambiental y/o social por las erupciones actuales.

LAHARES. En dos ocasiones se han generado lahares. El primero ocurrió en junio de 1997, debido a las fuertes lluvias en la parte alta del volcán que arrastraron material depositado en las barrancas del sector Noreste. Los flujos fueron canalizados a través de la barranca Huiloac hasta la comunidad de Santiago Xalitlintla, donde dejó un depósito de 1.20 m aproximadamente. Como la comunidad se encuentra asentada en la zona de influencia de la barranca, el flujo afectó una de las casas ahí edificadas.

El segundo lahar fue originado por la interacción de un flujo piroclástico con un remanente del glaciar en el sector Noreste. Esto originó un flujo denso que descendió por la parte noreste y se encauzó en la barranca Huiloac. Este flujo no llegó a la comunidad de Santiago Xalitlintla, pues se diluyó aproximadamente a 2 km dejando un depósito de 0.50 m aproximadamente sobre la barranca Huiloac.

FLUJOS PIROCLÁSTICOS. En el caso de los flujos piroclásticos sólo se ha presentado uno (enero del 2001). Este descendió por el flanco noreste y se extendió a 5 km aproximadamente alcanzando la zona boscosa.

CONDICIÓN ACTUAL DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

MONITOREO DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Este se refiere a los estudios técnicos y científicos que observan, registran y analizan sistemáticamente los cambios visibles o invisibles que ocurren en el volcán y en sus alrededores. Por tal motivo, la vigilancia de un volcán activo la podemos dividir en dos clases: vigilancia por observación y vigilancia por instrumentación.

VIGILANCIA POR OBSERVACIÓN. Esta tiene un carácter cualitativo, pues consiste en detectar los cambios que son sensibles a los sentidos del ser humano, entre los que podemos mencionar:

Ocurrencia de ruidos subterráneos, sismos y otras vibraciones sísmicas que son sentidas por las personas.

- Señales visibles de deformación, tales como la formación o ampliación de fracturas del terreno, plegamiento o corrimiento del suelo y de otros depósitos superficiales, incremento en la caída de roca y deslizamientos del terreno e hinchamiento de la cima o flancos del volcán.
- Incrementos o disminuciones en la tasa de volumen, ruido, color u olor de las emisiones de fumarolas y manantiales.
- Cambios en color, temperatura o contenido de sedimentos en ríos, arroyos y lagos; fluctuaciones inusuales del nivel de agua en pozos.
- Pérdida inusual del color o muerte de la vegetación y comportamiento inusual en los animales.

VIGILANCIA INSTRUMENTAL. Los indicadores de intranquilidad volcánica, por lo menos inicialmente, son demasiado sutiles para ser percibidos por los seres humanos y sólo pueden ser detectados por medio del monitoreo instrumental, el cual se puede emplear equipo electrónico sofisticado y las técnicas de medición más avanzadas. Los indicadores generalmente pueden comenzar a ocurrir semanas, meses, o hasta años antes del inicio de cambios a gran escala. En este contexto, es importante mencionar que los indicadores de intranquilidad volcánica no siempre terminan en erupción, pero deben ser tratados como posibles precursores eruptivos y vigilados como tales (Tilling, 1989).

SISMICIDAD VOLCÁNICA. La sismicidad en un volcán activo es el producto del fracturamiento de rocas sólidas adyacentes a un magma estacionado o en movimiento; también las vibraciones sísmicas pueden ser originadas por el escape de gases volcánicos o por cambios de presión asociados al calentamiento térmico de la roca encajante, del agua o del gas en todo el sistema volcánico (Banks et al., 1989).

Los eventos sísmicos se han clasificado mediante la experiencia y estudio de varios tipos de eventos asociados a erupciones volcánicas, por lo que se han agrupado en varias categorías según el registro que dejan en el sismograma o a su mecanismo de fuente inferido. Entre estas categorías podemos mencionar a los sismos de tipo A, de tipo B, sismos de periodo largo, sismos de explosión y temblores volcánicos.

Banks et al. (1989) señalan que mediante la experiencia se ha podido interpretar que el número de sismos volcánicos se incrementa a medida que el magma se acumula en un reservorio somero (cámara magmática). Por otra parte, el incremento en la tasa de sismicidad volcánica, tal como la ocurrencia de enjambres sísmicos, muchas veces indica intranquilidad del magma dentro del edificio volcánico.

Sin embargo, los incrementos en la actividad sísmica no siempre terminan en una erupción, pues en muchas ocasiones sólo indica la intrusión de magma al sistema magmático del volcán. Es por eso que es necesario contar con el monitoreo de varios indicadores de tal manera que la integración de éstos nos permita identificar los precursores relacionados a una erupción o intrusión magmática y con esta identificación poder realizar pronósticos o predicciones más acertados sobre la evolución de la actividad volcánica.

Esta área es la que lleva el mayor peso en las decisiones técnicas del Comité Científico Asesor (CCA). Los primeros resultados de este monitoreo indican que la localización hipocentral de eventos volcanotectónicos (VT) se halla entre los 9 y 4 km por debajo del cráter. Ahí ocurre un gran intercambio de esfuerzos que provocan estos sismos y se debe probablemente a la existencia de un sistema magmático, el cual está conectado a la superficie por medio de conductos delgados que pueden almacenar pequeñas cantidades de magma y gas (Pomposo et al., 1999; Valdés et al., 1999). Soto y Lermo (1999) estiman la longitud de estos conductos en 0.25 km, 1.11 km y 4.44 km. Por otro lado, proponen que la sismicidad registrada en la región de Atlixco es parte del sistema de fallas La Pera, la cual fue reactivada por el proceso volcánico del Popocatepetl.

Otro aspecto importante en el monitoreo sísmico es la migración de la sismicidad hacia el sureste. Esto se puede explicar como una zona de fragilidad en ese sector de tal manera que permite el paso del fluido magmático a niveles superiores.

DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA VOLCÁNICA. Refleja ajustes de la superficie del volcán en respuesta a los movimientos del magma en el interior. Estos movimientos bien pueden ser originados en la parte interna del volcán (cámara magmática) o ser el producto del ascenso de magma a niveles superiores. La deformación del volcán también se puede ver como un reflejo de la presión y/o flujo de fluidos en el sistema geotérmico del mismo. Cualquiera que sea la causa de la deformación, en la mayoría de los casos sólo es medible por medio de técnicas geofísicas o geodésicas y con ayuda de equipo electrónico de precisión.

Debido a los avances tecnológicos, los métodos de monitoreo sísmico y deformación del suelo son los más utilizados hasta la fecha y los que han proporcionado la base para muchos pronósticos exitosos de erupciones volcánicas (Blanks et al., 1989).

GEOQUÍMICA. El Popocatepetl presenta una fuerte desgasificación pasiva, que es el reflejo de un sistema de conductos eficientes que permiten la emisión de grandes volúmenes de gas, evitando así el incremento excesivo de presión en el interior del sistema volcánico (Delgado, 1999). Por otro lado, se menciona que las fluctuaciones en las emisiones de SO_2 pueden ser el resultado de procesos de convección y cristalización en la cámara magmática o en los conductos, y que repetidos periodos de inyección magmática han originado altas relaciones de CO_2/SO_2 . Estos periodos por lo general culminan con emisiones explosivas de ceniza y en algunos casos con emisiones de lava. Sin embargo, en este sentido Goff et al. (2000) menciona que las altas concentraciones de CO_2 pueden provenir de la asimilación de las calizas que subyacen las rocas volcánicas.

Los análisis químicos y petrográficos de lavas y pómez eruptados durante las explosiones de junio de 1997 y enero de 1998 sugieren que el volcán Popocatepetl presenta una cámara magmática con 1040 °C de temperatura y 5 kbar de presión (Goff et al., 2000). López-Loera et al. (1999) mencionan que la explosividad de los eventos eruptivos se ha incrementado a partir de las emisiones de 1996. Sin embargo, las emisiones de 1997 indican una alteración de las lavas, produciendo partículas finas durante los periodos de destrucción de los domos.

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL VEI

La magnitud de una erupción volcánica es difícil de estimar. Sin embargo, la manera de conocer la dimensión de la erupción es a partir del Índice de Explosividad Volcánica (VEI por sus siglas en inglés). Esta es una escala con 8 niveles (tabla 8), que se fundamenta en el volumen de material expulsado y en la altura máxima de la columna eruptiva. De acuerdo con esta escala, las erupciones actuales del volcán Popocatepetl se pueden clasificar dentro del VEI 2, aunque la erupción del 22 de enero de 2001 bien podría clasificarse como VEI 3, esto con base en la altura de la columna eruptiva, la cual se estimó en 8 km arriba del cráter (Cenapred, 2001). Estas estimaciones están basadas en la altura máxima reportada para las erupciones explosivas del volcán Popocatepetl (1997, 1998 y 2001), pues el volumen de material emitido no se ha podido estimar.

ANÁLISIS

La zona de estudio se caracteriza por una secuencia volcánica del Terciario que sobreyace a la secuencia calcárea del mesozoico (Cretácico), la cual se ha observado a 2 mil 600 m de profundidad en pozos perforados en la cuenca de México (Pozo Texcoco). Sin embargo, para el Oriente del área estudiada, esta secuencia se observa aflorando en las cercanías de la comunidad de Atzizihuacan, estado de Puebla, donde las calizas se observan fracturadas y en algunos puntos alteradas por procesos hidrotermales. También la secuencia calcárea aflora al Sur de la ciudad de Puebla y de Atlixco. Este desnivel en el basamento calcáreo de la zona refleja el levantamiento estructural que se generó a finales del periodo Cretácico y que se extendió hasta el Eoceno

temprano, debido a la revolución Larámide que dio origen a la Sierra Madre Oriental y que en la zona de estudio dejó una secuencia de anticlinales y sinclinales cortados por fallas normales produciendo Horst y Graben (graben de Chalco).

Estas depresiones estructurales fueron rellenadas por los materiales volcánicos que surgieron a partir del Oligoceno hasta el reciente. Las emanaciones volcánicas dieron origen a una diversidad de rocas que van desde basaltos de la Sierra Chichinautzin hasta dacitas de la Sierra de Río Frio. Esta amplia diferenciación en los tipos de rocas muestran la complejidad geoquímica de los magmas que les dieron origen. También refleja un ambiente tectónico complejo que existe en la zona. La misma complejidad tectónica es la que ha originado que se hayan postulado diferentes teorías sobre el origen del volcanismo en la porción centro-oriental del CVM. Estas teorías explican el volcanismo por medio de fracturas corticales relacionadas con esfuerzos de tensión y posibles sistemas de fallas transformes (rifting), hasta teorías más recientes que lo explican como consecuencia de un manto heterogéneo. Sin embargo, hasta el momento ninguna teoría presenta una explicación única para todos los procesos que se presentan en la porción centro-oriental del CVM. Por tal motivo, la reactivación del volcán Popocatepetl presenta una oportunidad de analizar el material magmático proveniente del interior del volcán y de esa manera entender los procesos físico-químicos que se presentan en la cámara magmática, esto sin duda, aportaría nuevas evidencias sobre el origen del magmatismo en la zona.

Por otro lado, la interacción de estos dos eventos geológicos (Revolución Larámide y volcanismo) es la causante del estado actual de las rocas existentes en el área de estudio. Las rocas volcánicas extrusivas (basaltos, andesitas, dacitas, riolitas) se encuentran altamente fracturadas, como se observa en las andesitas cerca de la población de Ecatzingo en el Estado de México (parte suroeste de la zona de estudio), derrame Nealtican y Buenavista en el estado de Puebla. También en ocasiones estas rocas se observan alteradas por estar expuestas a los procesos meteoricos (parte Noreste de la Sierra Nevada a la altura de la comunidad de La Precosita en el estado de Puebla. En este sector las rocas fueron originadas por un proceso volcánico más antiguo (sistema volcánico del Iztaccihuatl), por lo que las rocas se encuentran en procesos de desintegración (formando suelos), incluso los procesos de erosión fluvial están actuando de manera importante formando algunas terrazas de erosión.

Los depósitos piroclásticos (cenizas, pumicitas, escorias, etc.) que se han reconocido en toda el área presentan diferentes grados de permeabilidad, esta propiedad geohidráulica es importante debido a que es la que permite el paso del agua a través de un medio poroso. Material piroclástico como las pumicitas, que presentan una alta permeabilidad, si se encuentran confinadas entre dos materiales impermeables, pueden funcionar como excelentes acuíferos. En el área estudiada se han observado espesores de pumicita de 0.10 a 2.0 metros, confinadas mediante capas de tobas no consolidadas (cerca de Tetela del Volcán, Sur del volcán Popocatepetl, alrededores de la comunidad de Santiago Xalitintla, camino Xalitintla-Paso de Cortés y área de Nexapa-Amecameca). En la región de la Sierra Chichinautzin a la altura de Ayapango, Tenango del Aire, Juchitepec, se localiza una zona importante de escoria basáltica cuyo espesor no fue posible determinar. Este material es muy inestable cuando está expuesto, como se observa cerca del basurero de en Ayapango y en el banco de material localizado en el cerro Tenayo del municipio de Tlalmanalco, Estado de México. Sin embargo, también es un material que permite la infiltración debido a su alta permeabilidad.

Las tobas por lo general están constituidas por material fino (cenizas volcánicas) aunque en ocasiones se encuentran interestratificadas con material más grueso (lapilli y algunas arenas finas), pero sin consolidación. Los fuertes espesores (superior a los 20 m) de este material volcánico lo hacen muy susceptible a saturarse y ocasionar flujos de lodo que descenderían por las barrancas. Este proceso se puede presentar en las cercanías de la comunidad de San Rafael en el Estado de México. También en la parte Noreste se puede observar espesores de toba entre los 3 y 20 m, las cuales pueden ser removidos con facilidad por corrientes fluviales, como se observa en las barrancas cercanas al pueblo de Otlatla en el estado de Puebla.

Los depósitos de lahar presentan una amplia distribución en las dos vertientes del sistema montañoso. Estos depósitos presentan diferente granulometría y consistencia, dependiendo de la edad del mismo. Los depósitos más antiguos, se pueden observar cerca de Yecapixtla, Temoac, Tlacotepec y Ocuitulco en el Edo de Morelos. También en el estado de Puebla se observa esta unidad cerca de la ex-hacienda de Guadalupe y en Atzizihuacan. En estos lugares los depósitos están cementados con una matriz fina arenosa, lo que les da una baja permeabilidad. Sin embargo, las corrientes fluviales han erosionado parte de estos depósitos ocasionando cunetas y en algunos lugares colapsos gravitacionales (basurero de Temoac).

Los depósitos de lahar más recientes son muy inestables y fácilmente removidos por corrientes fluviales o gravitacionales, éstos los podemos observar en las cercanías de la comunidad de Santiago Xalitintla y San Pedro Benito Juárez en el Estado de Puebla.

Desde el punto de vista de los peligros volcánicos relacionados con el Popocatepetl, las evidencias históricas presentan las diferentes manifestaciones eruptivas que pueden desarrollarse; también nos han mostrado que los eventos catastróficos (plinianos de grandes proporciones) se presentan con periodos recurrentes de mil a 3 mil años (Siebe et al., 1996b) y capaz de impactar seriamente radios entre 80 y 100 km a la redonda. Por otro lado, su actividad reciente se presenta con erupciones efusivas de gas, vapores de agua, ceniza y esporádicas explosiones de tipo vulcaniano; que van desde pequeñas hasta moderadas acompañadas con expulsión de material incandescente y columnas eruptivas de hasta 10 km sobre el nivel del cráter (30 de junio; Cupreder). De este tipo de erupciones el volcán Popocatepetl ha presentado varios eventos, como lo muestra su historia (De la Cruz y Ramos, 1998). La identificación y estudio de estas pequeñas erupciones es difícil porque no dejan evidencia geológica (grandes depósitos). Sin embargo, existen códigos y reportes de personas que presenciaron estos eventos. Con esos datos se estima un periodo de recurrencia de 70 años (Delgado, 1999) para este tipo de erupciones de baja intensidad.

La actividad histórica muestra también que la dispersión preferencial de la columna eruptiva es en dirección Este-Noreste (Siebe et al., 1996a y 1996b), y sólo en una ocasión se presentó hacia el noroeste. Por otro lado los colapsos gravitacionales prefieren el sector Sur.

La actividad eruptiva actual se ha caracterizado por pequeños ciclos eruptivos. Cada ciclo comprende dos periodos (efusivo y explosivo).

PERIODO EFUSIVO. Por lo general se ha observado con una duración de 6 a 7 meses y se caracteriza en su primera fase por la ocurrencia de sismos profundos (6 a 11 km), presencia de temblores armónicos y pequeñas deformaciones de la estructura volcánica. Posteriormente se hace más frecuente la ocurrencia de sismos intermedios (4 a 5.9 km), temblores más intensos en duración y amplitud. La tercera fase se asocia con sismos someros (2 a 3.9 km bajo el cráter), temblores armónicos de baja y alta frecuencia, emisión de lava a la base del cráter, intensa actividad fumarólica con altos contenidos de gas, vapor de agua y ceniza. Esta actividad puede repetirse varias veces antes de terminar el ciclo. Después del periodo efusivo se ha observado un periodo de calma donde la sismicidad, la actividad fumarólica y la deformación disminuyen considerablemente.

PERIODO EXPLOSIVO. Inicia con una serie de eventos explosivos; este por lo general está precedido por sismos de pequeña magnitud (2-3). En esta fase se destruye el domo pre-existente, arrojando material incandescente y se producen columnas eruptivas que superan los 5 km sobre el cráter. Por lo general, estos eventos tienen una duración de 1 a 2 meses.

Todo este ciclo eruptivo (periodo efusivo y explosivo) se desarrolla en aproximadamente 7 a 9 meses.

Los tiempos de duración presentados para estos periodos pueden variar considerablemente debido a que la ventana de tiempo analizada (Siete años de monitoreo) no es representativa para considerar estos periodos como un patrón definitivo para la actividad eruptiva actual del volcán Popocatepetl.

La actividad eruptiva del volcán presenta una variedad de eventos explosivos de baja y alta intensidad, lo que dificulta la predicción del tipo de erupción que pudiera presentarse en el futuro. Sin embargo, para fines de prevención, hemos realizado un ensayo sobre una posible erupción mayor del Popocatepetl. Esta erupción la presentamos semejante a la ocurrida hace 1100 años (tres pulsos plinianos en dirección noreste). Para nuestro supuesto, consideramos tres direcciones posibles y estimamos los sectores más afectados, de acuerdo a la base de datos del INEGI (1995).

MODELO ERUPTIVO ACTUAL

Comprende una serie de explosiones moderadas, relacionadas con el crecimiento y destrucción de domos externos en la base del cráter. A continuación hacemos una descripción de la evolución eruptiva en los primeros nueve años de actividad en el volcán Popocatepetl.

Hasta enero del 2001 el modelo eruptivo era atribuido al proceso anterior (formación y destrucción de domos). Sin embargo, a partir del 2001 el volumen de material magmático que ha llegado a la base del cráter ha disminuido, por lo que los domos tienden a ser más pequeños pero las erupciones cada vez más intensas (febrero del 2003). Estos últimos eventos reflejan que el mecanismo de "formación y destrucción de domos externos" por sí solo no explica los mecanismos eruptivos actuales en el volcán Popocatepetl.

La formación y destrucción parcial de los domos ha ido modificando la profundidad del cráter, pues remanentes y escombros que se depositan en el interior del mismo han formado montículos que reducen su profundidad.

ZONA PROXIMAL. En esta área se concentra la mayor ocurrencia de los peligros generados por los eventos explosivos en estos nueve años de actividad, por consiguiente es la zona de mayor peligro y se extiende desde los 2750 msnm hasta el cráter del volcán, por lo que cubre una superficie de 9924.98 ha. Los peligros asociados a esta zona son:

Flujos piroclásticos. El único evento reconocible de este tipo fue observado en el sector NE durante la erupción del 22 de enero del 2001.

Proyectiles balísticos. Los sectores Este-Noreste son los más frecuentes por ser alcanzados por este peligro; a consecuencia de estos se han generado pequeños incendios en los zacatonales y bosque.

Lahares. La barranca Huiloac es por donde han bajado los lahares más importantes en este nuevo ciclo eruptivo del volcán Popocatepetl. En julio de 1997 se presentó el primero, un flujo ocasionado por las fuertes lluvias que ocurrieron en ese año y que descendieron por la barranca arrastrando el material inestable que se encontraba sobre ésta. El segundo evento de este tipo fue generado por la interacción del flujo piroclástico del 21 de enero del 2001 con el pequeño remanente de glaciar. Este lahar fue más denso que el de 1997, por lo que su movilidad fue menor.

Caída de ceniza. En esta zona se concentra la mayor frecuencia de caída de ceniza; sin embargo, los bajos volúmenes de emisión no permiten que ésta presente fuertes espesores, por lo que su impacto por sepultamiento no es considerable. Por otro lado, el impacto de la interacción de ceniza-bosque no se ha evaluado en estos nueve años de reactivación.

Sismos. En esta zona se concentra la mayor cantidad de sismos, aunque en la actualidad estos no han causado problemas debido a que son de baja magnitud, pero considerando el incremento gradual de la sismicidad a futuro (próximos 25 años), es posible que la magnitud de éstos se incremente y por consiguiente, las condiciones de pendientes (15° a 30°) de la zona son favorables para que se presenten deslizamientos de laderas.

ZONA INTERMEDIA. En el extremo oriental se extiende desde los 2 mil 200 msnm hasta los 2 mil 750 msnm, mientras que en la porción occidental se extiende desde los 3220 hasta los 4080 msnm, por lo que cubre una superficie de 43 mil 212.30 ha. Los peligros con mayor incidencia en esta zona son:

Lahares. En el sector NE, parte de la comunidad de Santiago Xalitzintla que se localiza dentro de la influencia de la barranca Huiloac fue afectada por eventos de este tipo. Sin embargo, existen otras comunidades como San Nicolás de Los Ranchos, Calpan, Ozolco, que también se encuentran en áreas de influencia de barrancas y que en el futuro podrían ser afectadas por estos peligros.

Sismos. Esta zona tiene la influencia de dos áreas de concentración de eventos sísmicos: la región del cráter y una segunda área generada por la migración inminente de ésta al sector sureste, por lo que el incremento de la magnitud de estos eventos podría causar daños a las comunidades que se localizan dentro de esta zona, también las vibraciones sísmicas constantes podrían causar deslizamientos de los materiales poco consolidados en laderas con pendientes entre los 15° y 30°.

Caida de ceniza. También la caída de ceniza fría es muy frecuente en esta área, hasta el momento no hay consecuencias graves relacionadas con este tipo de material en las personas y animales de la región, sin embargo, es necesario realizar campañas de salud periódicas con la finalidad de detectar a tiempo cualquier brote toxicológico y/o epidemiológico que pudiera poner en riesgo a las personas que habitan en las comunidades dentro de esta zona.

Las emisiones constantes de ceniza que emite el volcán Popocatepetl deben ser motivo de estudio para evaluar el impacto a largo plazo en personas con problemas respiratorios, alergias, conjuntivitis e incluso problemas intestinales, sobre todo entre personas de edad avanzada y niños.

ZONA DISTAL. Para el análisis limitamos esta zona hasta una distancia de 35 km hacia el Este-Noreste, mientras que en el sector Occidental su extensión se limita a unos ~15 km. Esta zona comprende las ciudades de Atlixco, Cholula y Huejotzingo como las más importantes. Los peligros que pudieran afectar esta zona son:

Caida de ceniza. El peligro más frecuente es la caída de ceniza, sin embargo, a diferencia de las dos zonas anteriores en ésta el diámetro de las partículas es más pequeño, aunque en ocasiones se ha precipitado gravilla, por lo que se ha tenido que suspender el tránsito aéreo en el aeropuerto de Huejotzingo. El Sector Salud en ocasiones ha reportado dermatitis e irritación de ojos, sin que llegaran a ser un problema grave para las personas. En esta zona es de suma importancia analizar el contenido de aerosoles suspendidos en la atmósfera debido a las constantes emisiones fumarólicas y columnas eruptivas de eventos moderados.

EL RIESGO

El riesgo es dinámico y cambiante, como producto que es de la coexistencia de factores de amenaza con factores de vulnerabilidad, que también son dinámicos y cambiantes. De tal manera que los escenarios de riesgo no son estáticos, sino que tenemos que describirlos como procesos.

Por lo anterior, planteamos en este momento que la descripción de las dimensiones natural, económica y socio-política constituyen la primera parte de la descripción propia del escenario de riesgo.

La zona que consideramos de riesgo en virtud de la actividad volcánica comprendida en este estudio es un radio de 30 km en torno al cráter.

POBLACIÓN EN LA ZONA DE RIESGO POR ERUPCIÓN

Estado de Puebla		
	Municipio	Población
1	Acateopan	222
2	Atlixco	11,1863
3	Atlixcohuacán	11,901
4	Calpan	13,571
5	Cohuecan	3,646

6	Chilautzingo	17,788
7	Domingo Arenas	5,581
8	Huaquechula	11,363
9	Huejotzingo	37,406
10	Nealtican	10,644
11	San Felipe Teotlalcingo	8,632
12	San Jerónimo Tecuanipan	5,267
13	San Nicolás de los Ranchos	10,009
14	San Salvador el Verde	10,305
15	Santa Isabel Cholula	8,815
16	Tiangulmanalco	9,640
17	Tochimilco	17,171
Total		293,824

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000. INEGI.

AMENAZA. Conceptualizando en términos muy generales, cualquier fenómeno natural puede convertirse en una amenaza. En este caso, el fenómeno a considerar es la actividad eruptiva del volcán. Presenta una variedad de eventos explosivos de baja y alta intensidad, lo que dificulta la predicción del tipo de erupción que pudiera presentarse en el futuro. Sin embargo, para fines de prevención, debe considerarse el impacto de la actividad que se ha presentado desde 1994 caracterizado por la caída de ceniza, proyectiles balísticos (bombas y bloques volcánicos) y lahares y flujos piroclásticos; éstos son los principales peligros que se han manifestado con la actividad explosiva actual en el volcán Popocatepetl. En los mismos términos debe tomarse en cuenta las evidencias eruptivas históricas del volcán Popocatepetl tales como la avalancha de escombros de hace 23 mil años, la erupción pliniana de hace 14 mil años y otras del mismo tipo pero de magnitud mediana que ocurrieron hace 11, 9 y 7 mil años. De manera particular deben tomarse en cuenta los estudios vulcanológicos más recientes que se han enfocado al conocimiento y comprensión de las tres últimas erupciones plinianas, las cuales ocurrieron entre 3195 y 2830 a.C., 800 y 215 a.C y por último de 675 a 1095 d.C. A estas erupciones las han llamado Secuencias Eruptivas Plinianas del Pre-Cerámico Superior, del Cerámico Inferior, y del Cerámico Superior, respectivamente, nombres obtenidos por la concordancia con los periodos del tiempo arqueológico del calendario mesoamericano (Siebe 1996a y 1996b).

Desde el año 1347 hasta 1948 se han presentado varios eventos caracterizados por la emisión de cenizas y pómez. Algunos eventos explosivos como los de 1539-1540 y los de 1720 se presentaron con abundante lluvia de ceniza y destrucción de tierras de cultivo; existe la posibilidad de que en estos eventos se hayan presentado pérdidas humanas.

Otros peligros volcánicos que presenta el Popocatepetl son flujos de lava, caída de tefra, corrientes piroclásticas de densidad, lahares y crecientes, y avalanchas de escombros.

VULNERABILIDAD. Considerando la vulnerabilidad como la fragilidad de los sistemas sociales ante las amenazas, sean éstas naturales o antropogénicas, en este trabajo establecemos la vulnerabilidad como un todo, reconociendo sus componentes por localización, infraestructura existente, actividades económicas, educación y formas culturales.

Conforme lo anterior, observamos que de acuerdo con la información disponible, el estado de Puebla tiene altos niveles de vulnerabilidad con relación a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno eruptivo en el volcán Popocatepetl. Esta vulnerabilidad está ligada a las prácticas prevaletentes de explotación forestal, no tanto por sí mismas, sino en virtud de que éstas se traducen en empobrecimiento de los habitantes y la consiguiente fragilidad para enfrentar una emergencia.

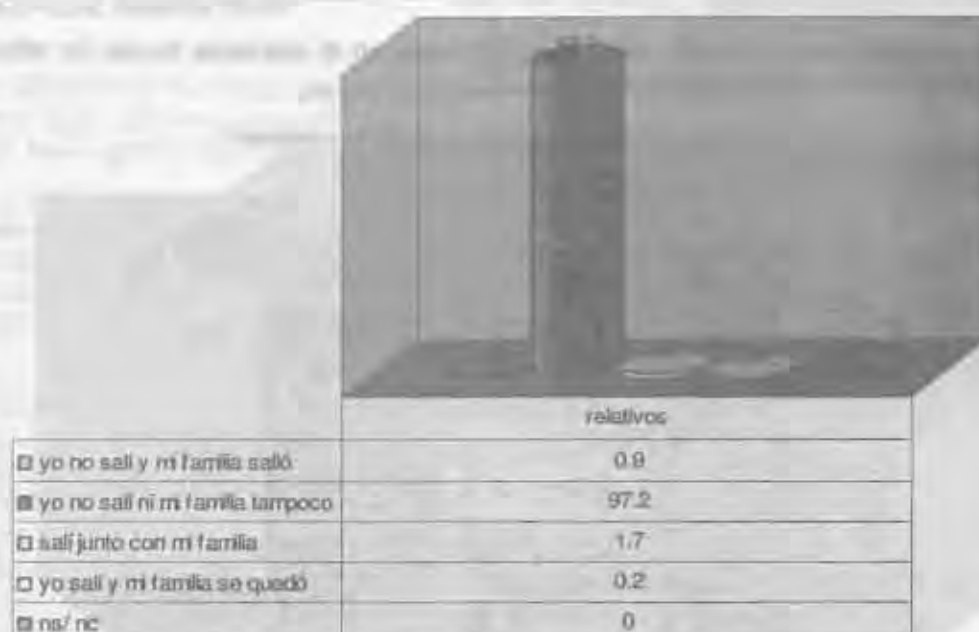
Las estrategias de reproducción social de las unidades familiares están hoy día muy ligadas a actividades fuera de la zona de riesgo, pero ello no compensa adecuadamente esta fragilidad económica. A ello debe sumarse la limitada construcción de espacios de información y participación encaminados a la prevención, asociada al ejercicio disperso de planes de desarrollo a partir de iniciativas gubernamentales. Esta necesaria construcción debería recuperar el respeto y reconocimiento a las formas culturales de las poblaciones rurales con relación al volcán.

La vulnerabilidad toma forma también en las desafortunadas experiencias de gestión del riesgo impulsadas por ciertos actores gubernamentales. En particular resultó contraproducente la iniciativa de reubicación emanada del gobierno del estado hace casi tres años, ampliamente rechazada por los pobladores de la zona. Ello se tradujo en una legitimidad deteriorada de la autoridad estatal para proponer planes de manejo de riesgo que vayan más allá de las evacuaciones. No significa, sin embargo, que las poblaciones en riesgo se nieguen a considerar la posibilidad de evacuar de ser necesario, como resultado de casi 10 años de convivir con un volcán activo que ha aportado sus propias lecciones.

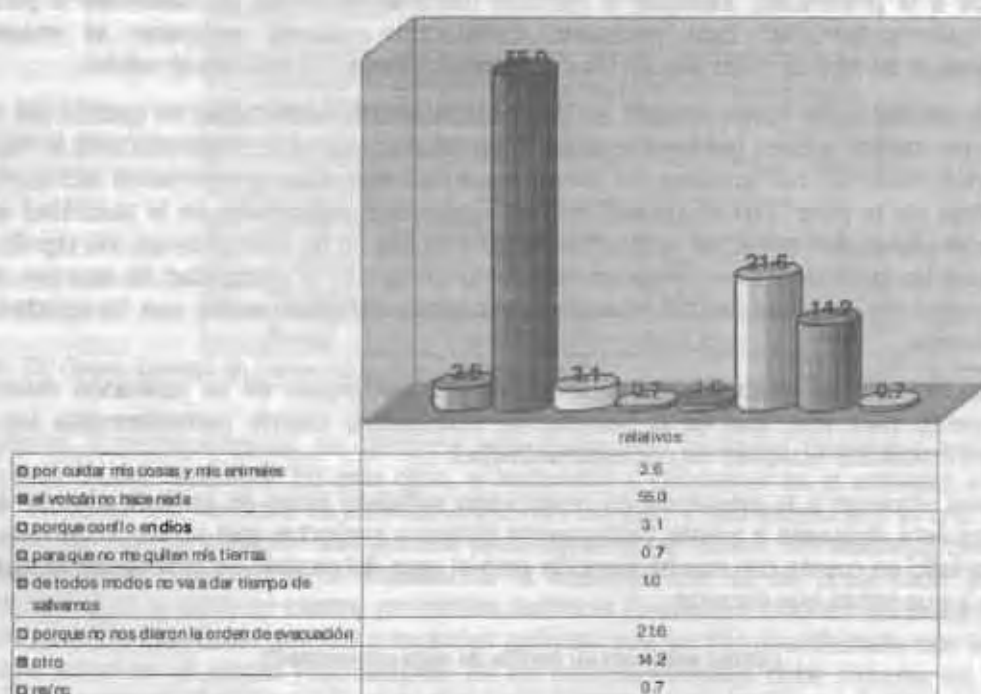
Al mismo tiempo, las evacuaciones deberían ser reconsideradas en su operación durante el mejor momento para ello, que es el periodo de normalidad, cuando probablemente hay más espacio para establecer acuerdos de corresponsabilidad.

El rechazo vigoroso a la propuesta de reubicación señalada antes es un indicador de que la población no está dispuesta a asumir pasivamente planes o proyectos que se les propongan. Esto debe ser tomado en cuenta con mucha atención para el caso del modelo de ordenamiento que aquí se propone y que habrá que decretar.

¿Usted salió con su familia de esta comunidad?

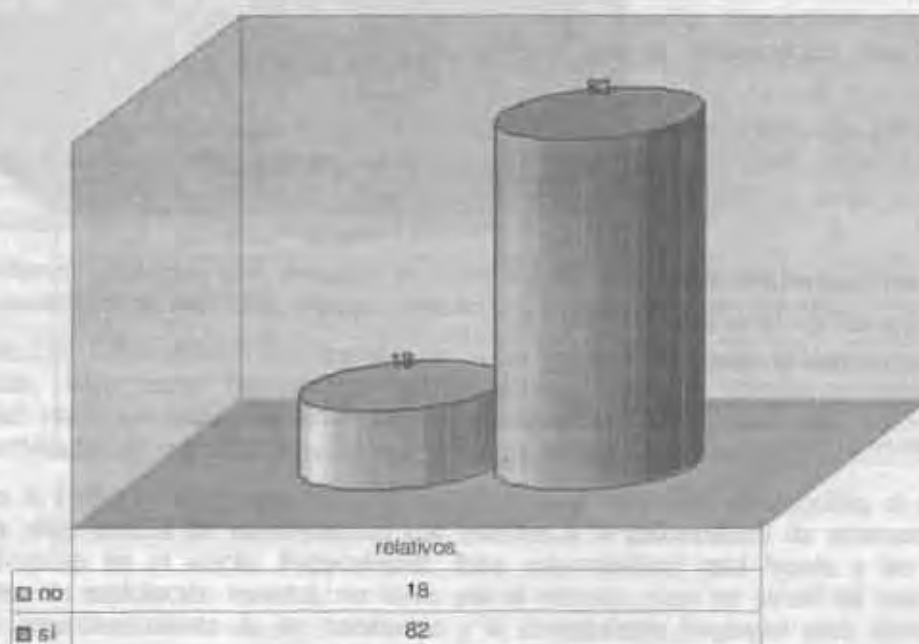


¿Por qué no salió usted/ por qué no salió su familia? Sólo para los que dijeron no haber salido.

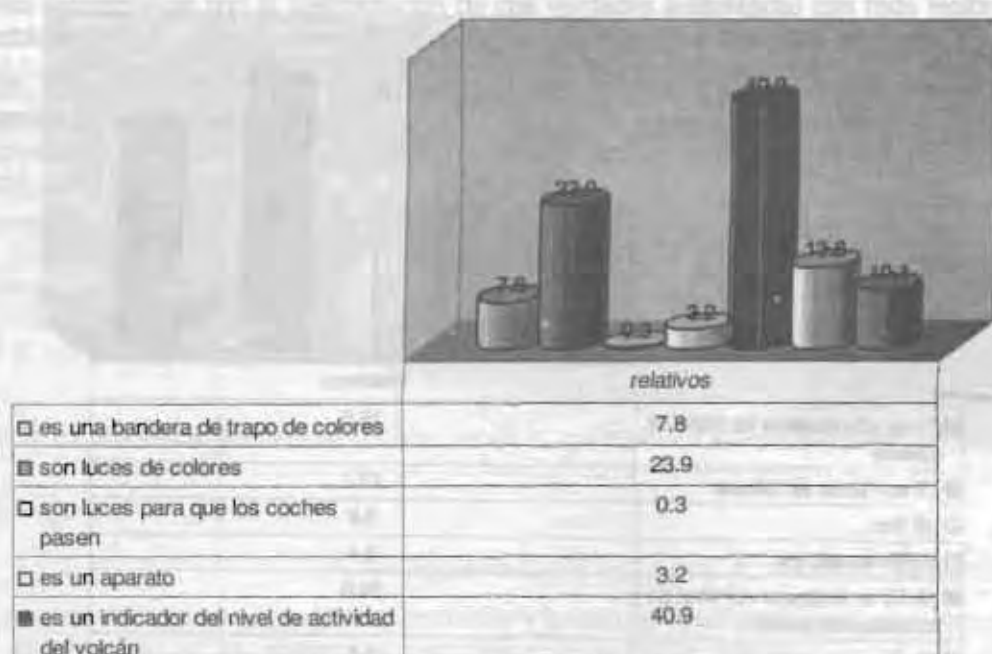


Encuesta sobre percepción del riesgo, 2001. Base: 423 casos en la subcuenca Atoyac. Se refiere a la experiencia de evacuación de diciembre de 2000.

¿Ha oído hablar del semáforo de alerta volcánica?

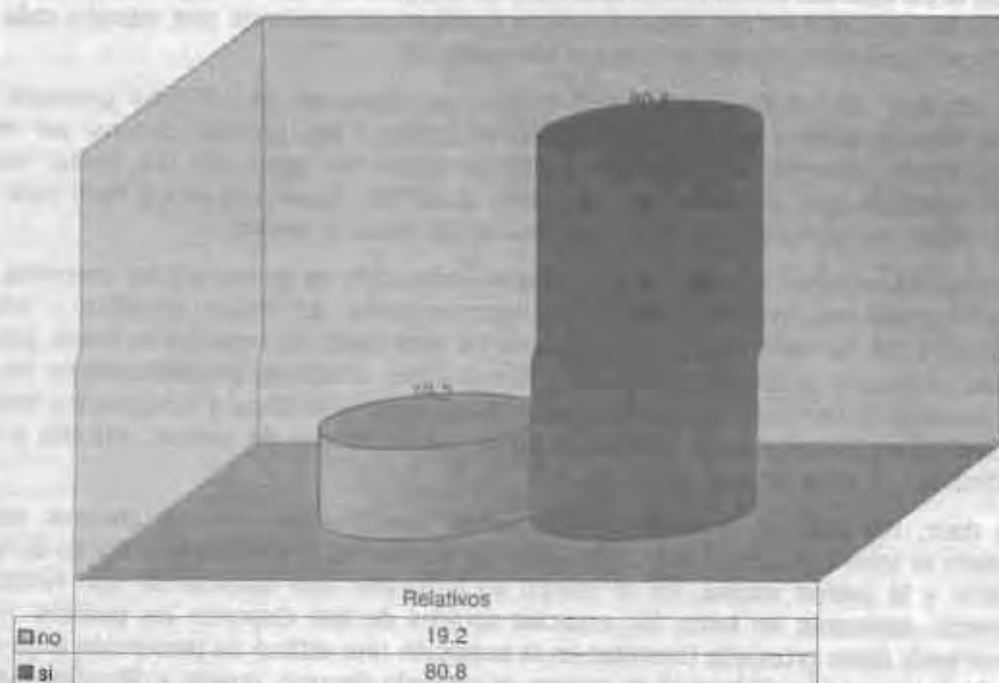


¿Me puede decir qué es? Sólo para los que admitieron haber oído del semáforo

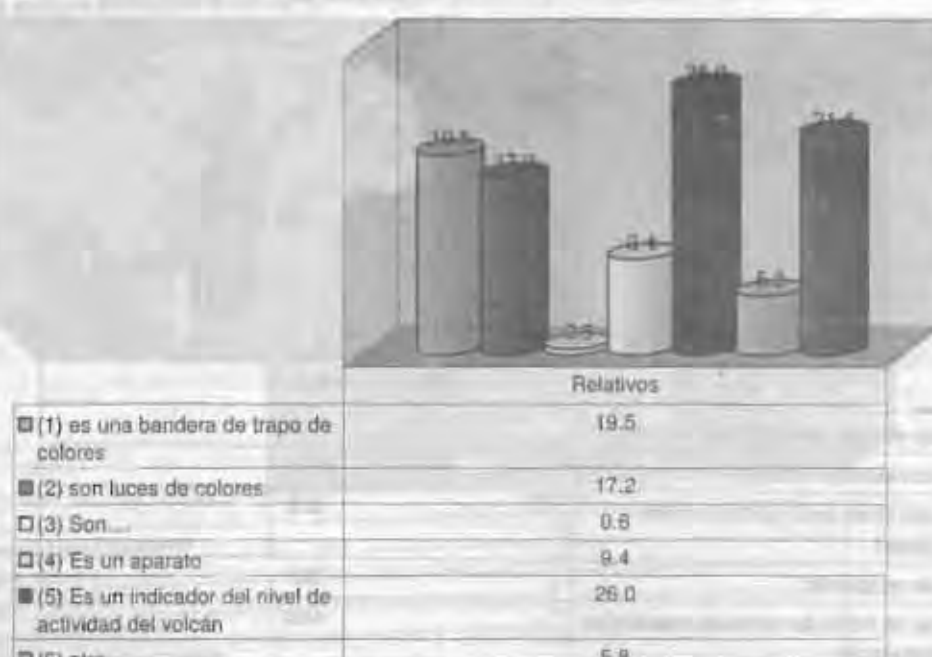


Base: 423 casos. Sucuencia Atoyac

¿Ha oído hablar del semáforo de alerta volcánica?



¿Me puede decir qué es? Sólo para los que admitieron haber oído del semáforo



Base: 381 casos. Subcuenca Nexapa

IMAGINARIOS DIVERGENTES EN TORNO A LAS ERUPCIONES. Los pueblos campesinos asentados en las laderas del volcán Popocatepetl tienen una compleja composición cultural que ha resultado, por un lado, de la persistencia siempre renovada de muy antiguas tradiciones y por otro, de la constante aparición de nuevas prácticas, valores e ideas como consecuencia de una relación cada vez más intensa con el moderno mundo urbano que los rodea.

La actividad del volcán Popocatepetl iniciada en diciembre de 1994 ha generado las más diversas interpretaciones entre las que podríamos distinguir dos grandes campos: por un lado, el sentido común moderno urbano cuya lógica se encuentra ordenada por ciertas nociones y razonamientos de tipo científico; por otra parte, el sentido común tradicional rural cuya lógica se ordena según ciertas nociones y razonamientos de tipo mítico y religioso.

Durante las semanas que siguieron a la gran emanación de ceniza ambos conjuntos de ideas generaron, cada uno por su cuenta, una representación del riesgo volcánico y una actitud consecuente con su visión de la vulnerabilidad. De este modo se organizaron misas, procesiones, ofrendas al volcán, oraciones individuales y rogaciones colectivas preferentemente en el medio rural, mientras en las ciudades se organizaban reuniones de científicos y funcionarios, congresos de especialistas en vulcanología y prevención de desastres, ruedas de prensa, artículos y reportajes periodísticos.

Es decir, mientras en la ciudad la comunidad científica generaba un discurso que casi de inmediato se transformaba en la versión oficial de los hechos y se difundía a través de la radio, la televisión y la prensa escrita, en el campo se generaba otro discurso de tipo mítico religioso transmitido oralmente en todos los espacios sociales de que disponen los pueblos. Mientras el primero tenía como propósito fomentar en la población una actitud de prevención ante el riesgo y alentaba la evacuación de la zona de peligro, el segundo discurso, creado y difundido por la propia población, se orientaba más a propiciar la resignación y a permanecer en su sitio.

El científico se enfrenta, por oficio, al problema de la verdad, en cambio, el tiempiero no la necesita porque un mito, como dice Gadamer, es siempre sólo creíble y no "verdadero". En este punto nos encontramos con la confrontación de dos verdades sustentadas con toda legitimidad en dos tradiciones y dos razonamientos distintos: la verdad científica y la verdad religiosa.

En fin, lo que podríamos llamar imaginarios divergentes están colocados uno ante el otro con pocas posibilidades de dialogar, cada uno pensando en la realidad que lo sustenta. El asunto es que, como dice Marshall Sahlins, la realidad es un lugar agradable de visitar (filosóficamente hablando) pero nadie ha vivido ahí.

DIAGNÓSTICO INTEGRADO

Tal como fue expuesto en la caracterización y diagnóstico, entregas correspondientes a la fase 1 y 2 de este ordenamiento, así como en otras secciones, el sistema siconatural motivó del ordenamiento exhibe un deterioro considerable y creciente, sin que hasta el momento de la elaboración de la presente propuesta sean conocidas condiciones suficientes y estructuradas para la reversión de la tendencia. Este deterioro obedece a la acumulación de acciones a lo largo de al menos cinco siglos, en los que se vio a la Sierra Nevada únicamente como fuente inagotable de recursos para beneficio de los estamentos poderosos de la sociedad regional y nacional; pero el descenso en la calidad del ecosistema se ha agudizado en la última mitad de siglo. La aspiración de este Modelo de Ordenamiento del territorio ecológico y de riesgo eruptivo es precisamente plantear las condiciones para lograr las correcciones posibles que permitan llegar al alcance de la imagen-objetivo, manifestada en el escenario estratégico.

A continuación desglosamos los distintos aspectos que consideramos actuantes en el deterioro de los recursos de la región.

CALIDAD ECOLÓGICA DE LOS RECURSOS

En lo referente a los **recursos vegetales y edáficos** tenemos una marcada tendencia hacia el deterioro. En forma apretada podemos ilustrarla con la pérdida de la categoría de bosque conservado, en la que desaparecieron, en la zona de estudio, entre 1976 y 2000, más de 10 mil ha, lo que equivale al 32 por ciento; resta el 68 por ciento de este tipo de vegetación respecto de 24 años antes. La cantidad de bosque conservado equivale hoy a un 15 por ciento de lo que había hace más o menos 150 años, época del inicio de la primera industrialización en la zona.

Otros datos indican también el deterioro: el bosque clasificado como de perturbación fuerte aumentó 37.8 por ciento, y con perturbación severa casi 80 por ciento; el pastizal inducido —expresión inequívoca de la acción devastadora del hombre— subió más de 5 mil ha en 24 años; 54 por ciento; la erosión, de unas 137 ha en 1976, pasó a más de mil en el año 2000; 696 por ciento. La modificación de la superficie dedicada a zona urbana —el de peor condición de reversibilidad entre los cambios en el uso del suelo— aumentó 47 por ciento; más de mil 800 ha. El bosque en conjunto, desde el conservado hasta el denominado con perturbación severa —que poco tiene de capa arbórea— redujo la superficie en casi 7 mil ha.

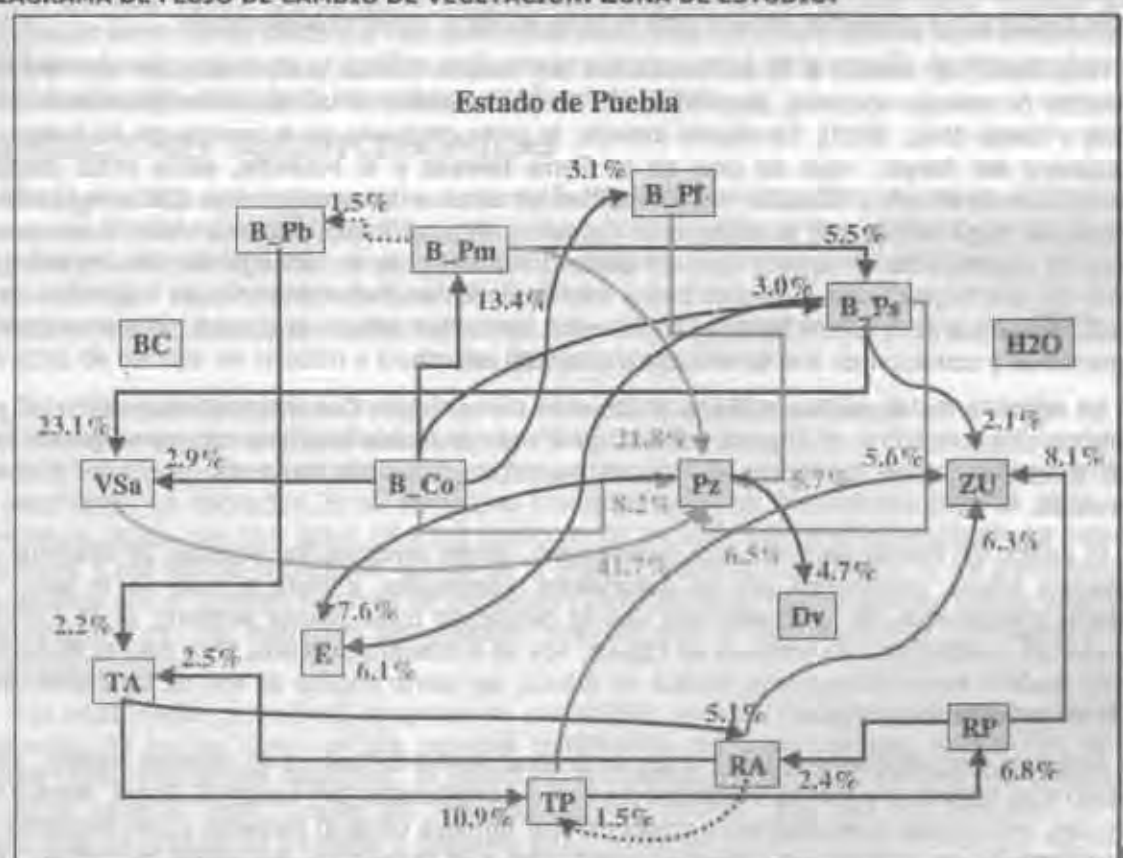
La condición del **agua** es también preocupante. Deshielos y precipitación pluvial son los principales procesos por los cuales tenemos al alcance recursos hídricos en la zona. Se suma la filtración de agua que constituye las corrientes subterráneas. El cambio en el uso del suelo supone un grave impacto en contra de la capacidad de captación de agua, y al mismo tiempo, incide a favor de la erosión relacionada con las precipitaciones, en las parte más bajas. Gracias a los estudios presentados en la primera parte podemos afirmar que existe una disminución en la disponibilidad del recurso. La contaminación de algunos escurrimientos y aún de mantos subterráneos es importante, especialmente en los lugares en que se han desarrollado zonas urbanas y fabriles, como Atlixco y la región de Huejotzingo-Textmelucan.

La disminución de mantos freáticos lleva al fenómeno de colapso de suelo, cuyo soporte subterráneo es la propia agua. Tal es el caso de lo que ha ocurrido en la planta Volkswagen.

La basura moderna (bienes plásticos no reciclables, desechos tóxicos como el cloro y sustancias para la fertilización de suelos y el combate de plagas, aceites y residuos de gasolinas, etcétera) contribuye a ensuciar el otrora impoluto recurso del agua producida en los volcanes; los plásticos de todo tipo y otros desechos sólidos bloquean los espacios estrechos de los escurrimientos, provocando muchas veces desbordes que inundan zonas habitacionales incluso convirtiéndose en

desastres de diverso tipo, y finalmente se depositan en los cauces, en el caso del río Nexapa, o en los embalses, especialmente la presa Manuel Ávila Camacho, en el caso del río Atoyac.

DIAGRAMA DE FLUJO DE CAMBIO DE VEGETACIÓN. ZONA DE ESTUDIO.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

La **urbanización** juega varios papeles en perjuicio del recurso: propicia una demanda de más líquido y al mismo tiempo "impermeabiliza" cada vez más zonas de recarga de los mantos con las capas de cemento; estimula el consumo de madera y, por la tala, reduce aún más las posibilidades de captación; además, genera la contaminación de escurrimientos superficiales y mantos freáticos. El Programa Municipal del Desarrollo Urbano de Atlixco, puesto en práctica con procedimientos muy cuestionables en el trienio 2002-2004, es un ejemplo de desprecio por el problema del agua al impulsar la urbanización justo hacia las zonas de recarga, como Axocopan, donde los manantiales se han abatido de mil 400 metros por segundo a menos de 700 en unas cuantas décadas.

El reporte de abatimiento de pozos en Atlixco es hasta de 37 m, lo cual ilustra la presencia del "cono de abatimiento" mencionado en la caracterización (SOAPAMA y SOAPAP).

Es importante hacer notar que todos los escurrimientos superficiales de la Sierra Nevada conforman trayectorias fluviales, microcuencas y subcuencas que permiten la vida humana y la actividad económica en un sin número de asentamientos, desde el México Central —las mayores concentraciones demográficas del país y una de las más grandes del mundo— hasta sus desembocaduras, razón por la cual la protección y conservación de los ecosistemas de la Sierra Nevada son estratégicas para la seguridad nacional.

Desde el punto de vista biológico, en las partes bajas en ambas subcuencas, los valores obtenidos para coliformes totales y fecales en diversos escurrimientos rebasan los máximos

permisibles (1000 NMP/100 ml) establecidos por las NOM, por lo que se puede considerar a estas aguas como altamente contaminadas, factor atribuible a las descargas domésticas e industriales que se vierten al escurrimiento durante su trayecto. Se incorporan a estos cauces descargas de diferentes giros de manufactura que deterioran la calidad del agua; arrastran además de los contaminantes descritos una gran cantidad de residuos municipales de tamaño considerable, así como plaguicidas y pesticidas nocivos para la biota acuática, poniéndola en riesgo.

Finalmente, en cuanto a la administración del recurso hídrico existen estudios que señalan aspectos de manejo equivocado, desperdiciando las posibilidades de un adecuado aprovechamiento (Solís y García Islas, 2003). De alguna manera, la parte originaria de la cuenca del río Balsas, la subcuenca del Atoyac —que se crea en la Sierra Nevada y la Malinche, entre otros cuerpos montañosos de Puebla y Tlaxcala— es en realidad un sistema de escurrimientos que se agota en el distrito de riego surtido por la presa Ávila Camacho. Pero el Balsas vuelve a nacer nuevamente como río Atoyac, delante de este aprovechamiento hidroagrícola, en virtud de los afloramientos de agua que a él llegan, procedentes en buena medida de los acuíferos subterráneos originados en el macizo volcánico de la Sierra Nevada. Todos estos elementos deben ser considerados al evaluar la importancia y condición en que se encuentra este vital recurso.

En cuanto a los **desechos sólidos** la situación no es mejor. Con estimaciones publicadas por Sedesol, calculamos que en la parte poblana de la zona analizada encontramos que se genera casi 300 toneladas diarias de basura en los 18 municipios, que son habitados por unas 380 mil personas.

El estado de Puebla tiene en esta demarcación, según investigación nuestra, 18 tiraderos de desechos sólidos reconocidos por las autoridades municipales, o bien, aunque no lo sean, de tamaño considerable, de los cuales sólo uno es clasificado como relleno sanitario, el de Cholula, aunque en realidad está en terrenos de Calpan; hoy se encuentra saturado. Otro más es declarado como tiradero intermunicipal y se localiza en Atlixco, por cierto encima de uno de los manantiales más importantes de la región.

Aparecen periódicamente otros muchos amontonamientos de basura en diversos lugares, pero debido a su magnitud y aún su volatilidad no fueron considerados por nosotros. Todos, estos y los grandes, reconocidos o no, tienden a crecer aunque no haya cifras al respecto, como resultado de la proliferación de productos con envases desechables y de la conducta negligente de ciudadanos y autoridades para colocar y recoger los desechos de manera adecuada. Todo esto constituye ya un grave problema en la zona que no permite vislumbrar una solución en el corto plazo.

El empleo de **recursos minerales** de la zona es creciente. Siempre ha salido de esta región el barro para los ladrillos, pero en las últimas tres décadas ascendió la cifra de camiones que transportan cacahuatillo (xaltete para los lugareños), piedra volcánica, tezontle y otros productos de la tierra hacia los desarrollos urbanos. En la región de Nealtican la disminución de los campos de xaltete —espuma volcánica producida en las dos últimas grandes erupciones en forma de flujos piroclásticos— es de tal magnitud que varios productores de block y tabicón deben "importar" la materia prima desde la región del Citlaltépetl y otros volcanes. El papel que juegan los mantos de este producto para la absorción de agua es muy importante, y recuérdese que Nealtican surte a Puebla de ese recurso en un gran porcentaje.

Lo mismo ocurre con la piedra del malpaís, localizado entre la misma Nealtican, San Nicolás de los Ranchos, Xalitlintla, y del otro lado hasta Tanguismanalco y Atlimayaya. En el primer municipio mencionado la explotación ha destruido ya varias hectáreas de este imponente edificio lávico, y en menor medida ello ocurre en otros puntos de su perímetro. No pareciera importante este hecho, por el contrario, pero ese derrame lávico cuya antigüedad es de unos 2 mil 200 años, capta una impresionante cantidad de agua meteórica: casi 9 millones 600 mil metros cúbicos; la lluvia más copiosa de un día no alcanza para llenar esta cubeta de casi 8 mil hectáreas. Disminuir su superficie es reducir el mejor centro de absorción y recarga de la parte poblana del Popocatepetl.

El pequeño volcán monogenético llamado Tecajete o la Batea, que arroja la población de San Miguel Papaxtla, ha sido arañado una y otra vez para quitarle el tezontle hasta reducirlo a tres quintas partes de su dimensión original. Tiene un valor paisajístico inconfundible, pero también era un elemento del ritual prehispánico (Tim Tucker, 2001).

En diversos puntos de la Sierra Nevada son cargados camiones con suelo vegetal para enriquecer áreas de los valles que han sido erosionados. Este verdadero saqueo debe ser analizado cuidadosamente porque no se justifica restaurar una zona a costa de la erosión de otra mucho más frágil y vulnerable como la de los suelos montañosos de ladera.

CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS

En el año 2000 en la parte poblana de la región Popocatepetl-Iztacihuatl habitaban 377 mil 668 personas. El municipio más grande y más urbanizado era Atlixco, con 117 mil 19 habitantes, seguido por Huejotzingo, que tenía 50 mil 893 individuos. El más pequeño es Actopan y cuenta con un número de habitantes de 3 mil 74. Respecto a la distribución por edades tenemos que el comportamiento se asemeja a lo ocurrido en el país, con una tendencia al aumento de la población en edad de trabajar en relación a los deciles de edades más jóvenes.

En el aspecto económico predomina aún una población rural, tanto por el tamaño de las localidades como por la **distribución de la PEA**; se presenta ya, sin embargo, una tendencia hacia la transformación en condición urbana con ocupación cada vez mayor en los sectores terciario y secundario. La migración es un fenómeno creciente, como se ha ilustrado páginas atrás. Los niveles de atraso son muy altos: 86.6 por ciento de los trabajadores percibe menos de dos salarios mínimos, y por ello se encuentran debajo de la línea de pobreza. La mayoría de los municipios es catalogada por el Consejo Nacional de Población (Conapo) como de marginación media; uno está clasificado como de muy alta marginación; dos de alta y sólo Atlixco es considerado con marginación baja.

Los altos niveles de pobreza propician las condiciones para la sobreexplotación de los recursos naturales. Es posible constatar una perversa combinación entre las carencias acumuladas de las poblaciones, que exigen respuesta, el abandono del campo traducido en concreto en la falta de políticas públicas para apoyar un aprovechamiento forestal que sea en beneficio de las comunidades dueñas del territorio y, mientras tanto, el aprovechamiento oportunista que hacen las mafias madereras anidadas en nichos de corrupción de las propias instituciones oficiales. Recientemente, la especulación inmobiliaria crece a costa del mismo fenómeno de abandono del campo ya referido en múltiples ocasiones en este documento, con el riesgo de crear condiciones de mayor presión sobre los recursos naturales.

Existen diversas pruebas de que no es la actividad productiva agrícola la principal causa del deterioro ambiental. Mientras la caída en la masa forestal no se ha detenido, el comportamiento socioeconómico manifiesta estos datos: la superficie agrícola en la zona decreció en el período de estudio; hay una tendencia relativa descendente del crecimiento demográfico, y es apreciable la sustitución de las actividades del sector primario por los del terciario y el secundario. El peor deterioro ambiental se localiza en la parte poblana de la zona de estudio —que abarca además México y Morelos— pero, por el contrario, la tasa de crecimiento poblacional es la menor de los tres.

En 1970, el 81 por ciento de la población activa se encontraba en el sector primario. Diez años después el porcentaje disminuyó un 3 por ciento. Para los años 80, con la proliferación de corredores industriales en las zonas aledañas, se propició que el campo redujera su participación en la estructura de la PEA hasta el 63.7 por ciento, en 1990. Entre ese año y 2000 se presentó otra caída, esta vez del 10 por ciento, hasta situarse en el 53.7 por ciento del último registro censal.

Otro dato que *exculpa* a la agricultura de la presión sobre el bosque y otros recursos es que ha disminuido su superficie de 69 mil 70 has en 1976 en todos los municipios en estudio, a 67 mil 761.19 en 2000; es decir la agricultura dejó de utilizar, en estos 24 años, mil 308 has.

En su mayor parte, las actividades agropecuarias se ejercen bajo costumbres productivas con poca tecnología y escasez de capital; el 90 por ciento de las tierras es de temporal y se cosecha para el autoconsumo. Siembran principalmente maíz, cultivo que ocupa más del 80 por ciento de la superficie.

Es verdad que también prospera una agricultura comercial en la zona, con centros de producción orientada para el mercado local y nacional, como en Nealtican, Atlixco, Tianguismanalco y Chiautzingo, lugares importantes en la producción de flores, hortalizas y legumbres. Este tipo de agricultura se ha consolidado, pero no por ello ha menguado de forma relativa la producción mercantil simple.

EVOLUCIÓN Y TENDENCIA DE LA PEA EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO 1970-2025



Fuente: Elaboración de Cupreder con datos de INEGI 2000.

Aunque hay producciones pecuarias comerciales, entre la inmensa mayoría de los productores locales la **ganadería** no es una fuente de prosperidad, sino únicamente funciona como un fondo de ahorro para la demanda periódica de gastos extraordinarios: compra de aperos de labranza y otros insumos agrícolas; útiles escolares, medicinas o mejoras en los hogares; cumplimiento de mayordomías y otros compromisos comunitarios. Los datos duros al respecto no son del todo convincentes, pero información recabada por el INEGI indica que en 2000 los 18 municipios de la zona de estudio utilizaban 22 mil 127 ha totales para fines ganaderos, incluyendo áreas de cultivo para forrajes y para todo tipo de animales de uso humano. En el mismo año se calcula que sumaban 453 mil 294 las cabezas de bovinos, porcinos, ovinos, caprinos y equinos.

Ahora bien, el papel de la actividad pecuaria en el ecosistema es sumamente negativo. Desde la introducción de ganado por los conquistadores éste ha sido contraproducente para flora, fauna y los suelos locales. En la actualidad, los hatos libres de ganado vacuno en el bosque, o incluso los rebaños, especialmente de caprino, explican la inducción de incendios forestales y buena parte de las causas que imposibilitan la regeneración de la vegetación. Es muy difícil que las familias

volcaneras que poseen este bien acepten despojarse de él, pero al mismo tiempo es necesario reducir su impacto sobre los ecosistemas, por lo que se requiere aplicar programas de conversión aceptables para los pobladores.

Si nos atenemos a la definición etimológica de los conceptos podemos afirmar que en la Sierra Nevada se ha practicado más la tala que la silvicultura. Este es un elemento clave para entender la evolución del ecosistema, que ha tendido a la descomposición. En diversos reportes y análisis de dependencias y especialistas nacionales se indica que por cada metro cúbico de madera autorizado para el corte hay otro ilegal, aunque otros consideran que puede ser peor. La información sobre este problema se maneja con tal secrecía que de ella se deduce la existencia de muchos intereses en juego. Por ejemplo, nunca pudimos contar con un mapa de los permisos forestales otorgados por la Semarnat, ni otras informaciones cruciales para diagnosticar la situación.

La principal expresión y el detonante del deterioro del medio en la zona poblana es la sobreexplotación histórica del recurso forestal, el que arrastra tras de sí afectaciones a la producción de agua y oxígeno, a los hábitat de otras especies vegetales y animales y la erosión de importantes áreas.

La primera práctica de este perjuicio es, a su vez, la tala y los aprovechamientos con fines comerciales. Son industrias, autorizadas o no, que se imbrican con autoridades de núcleos campesinos —ejidales y comunales sobre todo— así como municipales y aún con dependencias oficiales, para convenir los permisos de corte de madera. En general son excedidos los montos de corte permitidos —según reporte de los propios pobladores y de personas ligadas a la actividad—, tanto en la intensidad en las áreas autorizadas como en la invasión de no autorizadas.

El impacto del corte que los campesinos hacen para autoconsumo, cuando no tratan con estos grupos comerciales, es el que siempre ha ocurrido. La madera cortada para leña es para muchos de ellos el único bien de intercambio. Si la cantidad de campesinos es menor cada vez, no se explica por este hecho el decremento en la superficie boscosa. Ciertamente, algunos cuentan con motosierras y con ello multiplican la productividad, pero en general éstas les fueron dotadas por los grupos profesionales de tala y las utilizan en contubernio o "asociación" con ellos.

Sostenemos, entonces, que el problema nodal en este caso es la **intervención externa negativa de los intereses de grupos madereros.** Es verdad que estos existen gracias a una demanda real del producto, justificada con precios atractivos de la madera y con costos bajos. Pero también actúan aprovechando los recursos y aún resquicios de la ley, al igual que los mecanismos de cohecho que de manera tan sofisticada se han desarrollado en esta actividad.

En el apartado de deterioro de la vegetación damos los datos numéricos del problema. En este momento podemos reafirmar que las prácticas forestales en la zona no son las adecuadas si tomamos en cuenta los datos de daños. Se trata de prácticas ausentes por completo de toda noción de sustentabilidad, en concordancia por cierto con modelos de aprovechamiento de la naturaleza de corte productivista.

Parte del problema principal se encuentra en las contradicciones y falta de coordinación entre instituciones gubernamentales de los tres niveles de gobierno, tanto en lo programático como referente a las prácticas cotidianas. Tal como lo analizamos anteriormente, muchos programas gubernamentales desconocen los propósitos de otros sectores de las administraciones federal, estatales o municipales, y ello lleva a contraposición de acciones e inversión de recursos. Un ejemplo usual es el de la promoción de actividades ganaderas, industriales o desarrollos urbanos en áreas de protección ecológica; en el Popocatepetl-Iztacchuatl hay diversos e ilustrativos casos. Hay también disparidad e insuficiencia de los recursos asignados al área.

Por otra parte, las actividades relacionadas con la **industria** se incrementaron fuertemente, pues mientras en 1970 ocupaban sólo al 7.6 por ciento de la PEA, para el 2000 representaban ya un 23.5 por ciento. El porcentaje de personas relacionadas con los **servicios** se triplicó en ese mismo período, pasando del 7 al 21 por ciento de la población productiva.

Las conclusiones de estos datos indican que la presión directa sobre los recursos silvícolas derivada de las actividades agropecuarias ha reducido su importancia, pero, por el contrario, los efectos del crecimiento urbano sobre los recursos naturales —efectos esbozados más arriba— tendieron a incrementarse. En otras palabras: son menos los brazos que intervienen los ecosistemas, pero mayor la demanda de productos como la madera; especialmente, las áreas forestales están amenazadas de manera creciente por las obras civiles urbanas y de infraestructura; crece también la posibilidad de contaminación del agua y otros recursos.

Diversas investigaciones demuestran que el proceso de **migración** en la zona ha ido en aumento en los últimos lustros. La parte poblana sur, la subcuenca del Nexapa, es la que más acusado tiene este proceso. Huaquechula o Tochimilco, por ejemplo, virtualmente han reducido su población en términos absolutos en las décadas recientes, y sus familias pueden ser localizadas en Nueva Jersey o Nueva York; lo mismo ocurre de manera creciente en Atlixco, Tianguismanalco, Calpan, San Nicolás, Nealtican y otros.

El Conapo ofrece para los 18 municipios poblanos analizados esta información del año 2000: uno, Huaquechula, tiene un grado de intensidad migratoria muy alto; cuatro son clasificados como de alto; cinco de tipo medio; cuatro más, bajo; y otros cuatro, muy bajo. La subcuenca sur, del Nexapa, es en la que más se presenta esta situación. Una de las ventajas de este proceso es la recepción de remesas; mientras mayor el grado de intensidad migratoria y la antigüedad de la emigración, mayor es el porcentaje de hogares que reciben dólares de los trabajadores en "el otro lado".

TERRITORIO E IDENTIDAD

El acto de habitar tiene una connotación muy distinta de la que tiene comúnmente en el ámbito urbano, donde habitar significa simplemente ocupar un espacio arquitectónico que puede ser intercambiable y donde el habitante es un simplemente ocupante que queda registrado estadísticamente en un censo. (J. Glockner, 2001). Habitar un territorio contiene un significado más amplio.

El **territorio** no es sólo el espacio físico que delimita una zona geográfica. El territorio es sobre todo una construcción socio-cultural, con significaciones profundamente radicadas en la historia y con permanente proyección de futuro. No se trata de un *constructo* terminado, sino de un proyecto en el que intervienen imaginarios, significados, actividades productivas, identidades, todo con referencia a esos espacios.

Gilberto Giménez plantea una noción de territorio como región sociocultural; en distintas escalas propone la identificación de tejidos microrregionales que pueden corresponder a distintas "matrías", o regiones de menor extensión, geográficamente microcuencas. La "matría" es la microrregión de arraigo, "la madrecita", establecida en un polo con relación a la patria, la casa grande.

Giménez establece también distintos niveles de identificación o compromiso de los habitantes o actores sociales con la región, que implican construcciones diferenciadas de la misma. Un ejemplo simple de esto es la diferente relación con la región que guarda un carbonero o un maestro: lo que cada uno de estos actores ve y define de ella es lo que está ligado a sus formas productivas, aspiraciones, identidades y proyecto. Es así como la región es espacio de los conflictos y en cierta medida actriz de ellos.

En la zona de trabajo del ordenamiento ecológico de la región del volcán Popocatepetl hay una mirada previa sobre la región que la define con base en los términos de referencia. Esta mirada es predominantemente geológica y biológica. Es una mirada que procede de fuera de la región, y que la ha configurado *a priori*. El proceso de diseño y validación del modelo deberá reconocer y recuperar las construcciones regionales y microrregionales, las formas culturales que las estructuran y las formas productivas que permiten su reproducción. La cultura y la historia vertebran el sentido y la relación que cada una de las comunidades guarda con los recursos naturales.

Algunos rasgos que definen el territorio en estudio como región sociocultural son:

LA TIERRA. Los campesinos de origen nahua siguen considerando a la tierra en su variedad de formas y en sus frutos como un espacio en el que debe rendirse culto no sólo a los dioses creadores sino a la creación misma, a la fertilidad, a la reproducción de la vida y a sus frutos. Por eso persisten rituales agrícolas para atraer la lluvia; aún hoy hay personas con cargos específicos para la petición de la lluvia, en un trabajo que expresa la relación de las formas de producción con las formas rituales. El trabajo en el campo adquiere sentido si se interpela favorablemente a la voluntad que rige todas las cosas, la de dios padre. Las prácticas productivas están ligadas a la tierra. La práctica de las faenas es remanente de la organización para el trabajo en la Colonia por la cual era convocada la fuerza de trabajo de los indígenas para conseguir los tributos para encomenderos y levantar las ciudades de la Nueva España. Estas nuevas formas de producción impactaron la relación de los indígenas con la naturaleza, determinaron una nueva distribución demográfica en el territorio y dieron pie a nuevas formas culturales, asidas a las sobrevivientes del proceso de aculturación. La basura, los desechos de manejo inadecuado, ejemplifican los cambios en los procesos productivos y de consumo que residualmente impactan en el paisaje físico a contrapelo de la sacralidad de los parajes.

EL VOLCÁN. Su figura es centro ordenador de la región, es el promontorio referente del resto de las posiciones y de los asentamientos. Johanna Broda ha acuñado el término de *paisaje ritual* para señalar el carácter sagrado de la geografía. Existen espacios hierofánticos (lugares especiales en donde lo divino se manifiesta) identificados de antiguo y otros nuevos, que se han revelado como tales. El agua necesaria para la agricultura y la sobrevivencia es dada por los volcanes; son éstos promontorios que marcan en sus distintos lugares los recorridos del sol que indican los cambios estacionales. La explotación de los bosques sufrió un cambio drástico por la conquista y la colonización. La infraestructura y el paisaje urbano de los asentamientos no requería el uso intensivo de madera para la construcción; después de la conquista las nuevas ciudades demandaron madera, carbón, piedra. Esta naciente forma de explotación de los recursos marcó también cambios en el paisaje y a lo largo de los siglos ha ido mermando la riqueza de los recursos naturales. Los bosques originales han sufrido cambios en virtud de las nuevas especies que han sido introducidas en la región, como parte de la conquista económica y cultural. La coexistencia de especies nativas y traídas de Europa ha dado lugar a nuevos nichos ecosistémicos trabajados por los campesinos que estos siglos han habitado la zona y que con ello han logrado nuevos equilibrios. Dice Glockner: "La naturaleza es proceso y acontecimiento múltiple. [...] El acontecer de lo que nosotros llamamos un fenómeno natural y su transformación en otro fenómeno que lo sucede tiene una representación simbólica en una deidad que, captando esa transformación, se manifiesta en otra deidad distinta y relacionada". En ese sentido, la figuración del fenómeno natural no tiene tan sólo la dimensión de un proceso geofísico, sino que es interpretada como una manifestación más allá de las manos humanas.

LA EMIGRACIÓN. El nuevo orden social impuesto por la Colonia promovió, una vez que el descenso demográfico se estabilizó luego de las terribles epidemias del primer siglo y la sobreexplotación de los trabajadores, la movilidad de la población que sobrevivió a ese primer siglo. El fenómeno migratorio no es nuevo; desde hace tres siglos la supervivencia y la reproducción de los indígenas y campesinos han estado ligadas a su capacidad de desplazarse hacia centros de trabajo decididos por los distintos y sucesivos órdenes económicos y gobiernos. Las sucesivas migraciones han además introducido nuevos valores que son resignificados e incorporados; estos cambios son hoy mucho más acelerados, ya que la región está sometida a las grandes presiones de la globalización. Las ciudades polo de la región, metrópolis a las que se refiere Giménez, determinaron con sus demandas las prácticas comerciales en las que hubieron de insertarse los campesinos, y esto es vigente hasta el día de hoy. Los circuitos comerciales se van renovando y van además determinando al paisaje, con la introducción de caminos de tierra, de herradura y de pavimento. En las ciudades polo, grandes o medianas, los tianguis o sitios de mercado son puntos de confluencia, espacios de comunicación e intercambio que favorece las nuevas formas culturales, las revitaliza y las resignifica.

La región sociocultural, dice Giménez, no pierde presencia a causa del fenómeno globalizador. La región y el territorio socialmente construido desbordan los límites geográficos. El espacio de la región, la microrregión y la "matria" recrean los significados y las formas culturales del globo y con ello reconstituyen nuevas identidades, en una continua tensión no exenta de conflicto.

DETERIORO Y CALIDAD ECOLÓGICA

Al tratarse de un Ordenamiento Territorial, el análisis del uso del suelo es fundamental tanto para entender el proceso de modificación que ha llevado a la condición actual, como para contar con un instrumento indispensable de planeación. El conocimiento de esto configura en sí mismo un mapa de interacción entre el ambiente natural y la sociedad que lo habita.

ÍNDICES AMBIENTALES

FRAGILIDAD

El índice de fragilidad nos indica la capacidad de resiliencia de un ecosistema. Esto significa la capacidad del ecosistema en regresar a su condición original después de haber sido perturbado. En los ecosistemas terrestres los principales factores que influyen en la fragilidad de una zona son su inestabilidad morfoedafológica y las restricciones al crecimiento vegetal que impone el clima.

Un buen indicador de la inestabilidad morfoedafológica lo da la pendiente. A mayor pendiente mayor inestabilidad. Si tomamos como referencia los valores de pendiente que nos dan cambios cualitativos en la aptitud del terreno, podemos calificar la fragilidad debida a la inestabilidad morfoedafológica en tres categorías (la ponderación cualitativa aparece entre paréntesis):

- a) **Baja (0)** - 0 a 15 por ciento de pendiente.
- b) **Alta (2)** - Más del 15 por ciento de pendiente.

En cuanto al clima, las restricciones al crecimiento vegetal las imponen tanto la aridez como el frío. Por lo tanto, se pueden definir categorías de fragilidad, siguiendo también los cambios cualitativos de la aptitud del suelo con respecto al clima, para obtener las siguientes categorías:

- a) **Baja (0)** - Climas cálido húmedos.
- b) **Media (1)** - Climas cálidos subhúmedos y climas templados.
- c) **Alta (2)** - Climas áridos y semiáridos, y climas fríos y semifríos.

La fragilidad total estará dada por la combinación aditiva de los dos componentes (estabilidad morfoedafológica y restricción ambiental), como se ilustra en la siguiente tabla.

Inestabilidad morfoedafológica	Restricción climática	Fragilidad ambiental
Baja (0)	Baja (0)	Muy baja (0)
Baja (0)	Media (1)	Baja (1)
Baja (0)	Alta (2)	Media (2)
Alta (2)	Baja (0)	Media (2)
Alta (2)	Media (1)	Alta (3)
Alta (2)	Alta (2)	Muy alta (4)

Quedan así definidas cinco categorías de Fragilidad Ambiental:

- a) **Muy baja (0)** - Se da solamente cuando hay baja inestabilidad morfoedafológica y baja restricción ambiental.
- b) **Baja (1)** - Ocurre con baja inestabilidad y restricción media.
- c) **Media (2)** - Puede suceder de dos formas: inestabilidad baja y restricción alta, o con inestabilidad alta u restricción baja.

- d) **Alta (3)** - Se presenta cuando existe inestabilidad alta y restricción media.
- e) **Muy alta (4)** - Sólo ocurre cuando coinciden inestabilidad alta y restricción alta.

CALIDAD AMBIENTAL

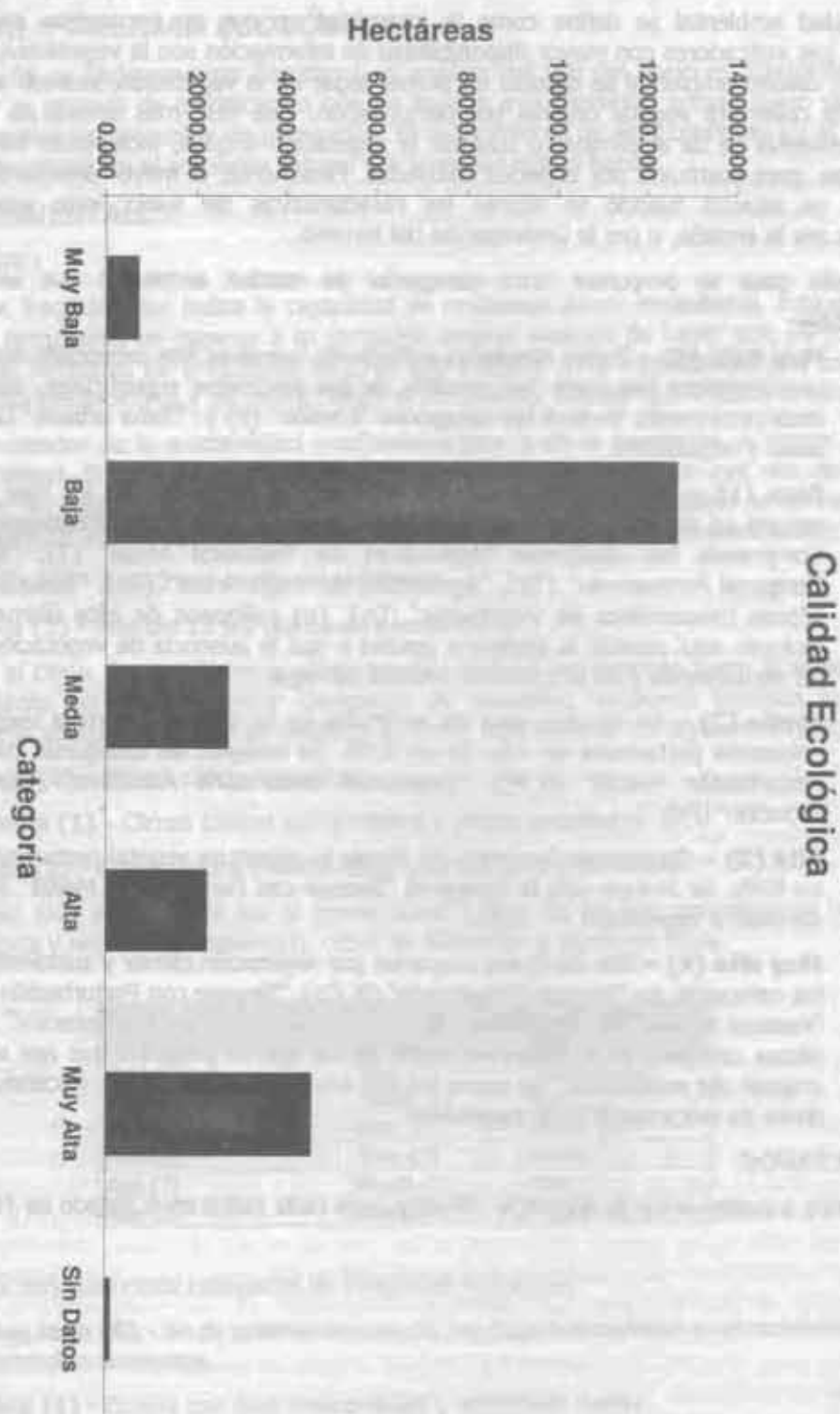
La calidad ambiental se define como la integridad en que se encuentran los ecosistemas naturales. Los indicadores con mayor disponibilidad de información son la vegetación y el suelo. La pérdida de calidad ambiental se detecta en primer lugar en la vegetación, cuando se ve afectada parte de la cobertura vegetal original por perturbación. Una fase más severa de pérdida en la calidad ambiental se da al eliminar o sustituir la vegetación original, incluyendo las comunidades secundarias, para sustituirla por especies cultivadas. Finalmente, el mayor deterioro de la calidad ambiental se alcanza cuando se alteran las características del suelo; esto generalmente es provocado por la erosión, o por la urbanización del terreno.

Con esta base se proponen cinco categorías de calidad ambiental que se describen a continuación:

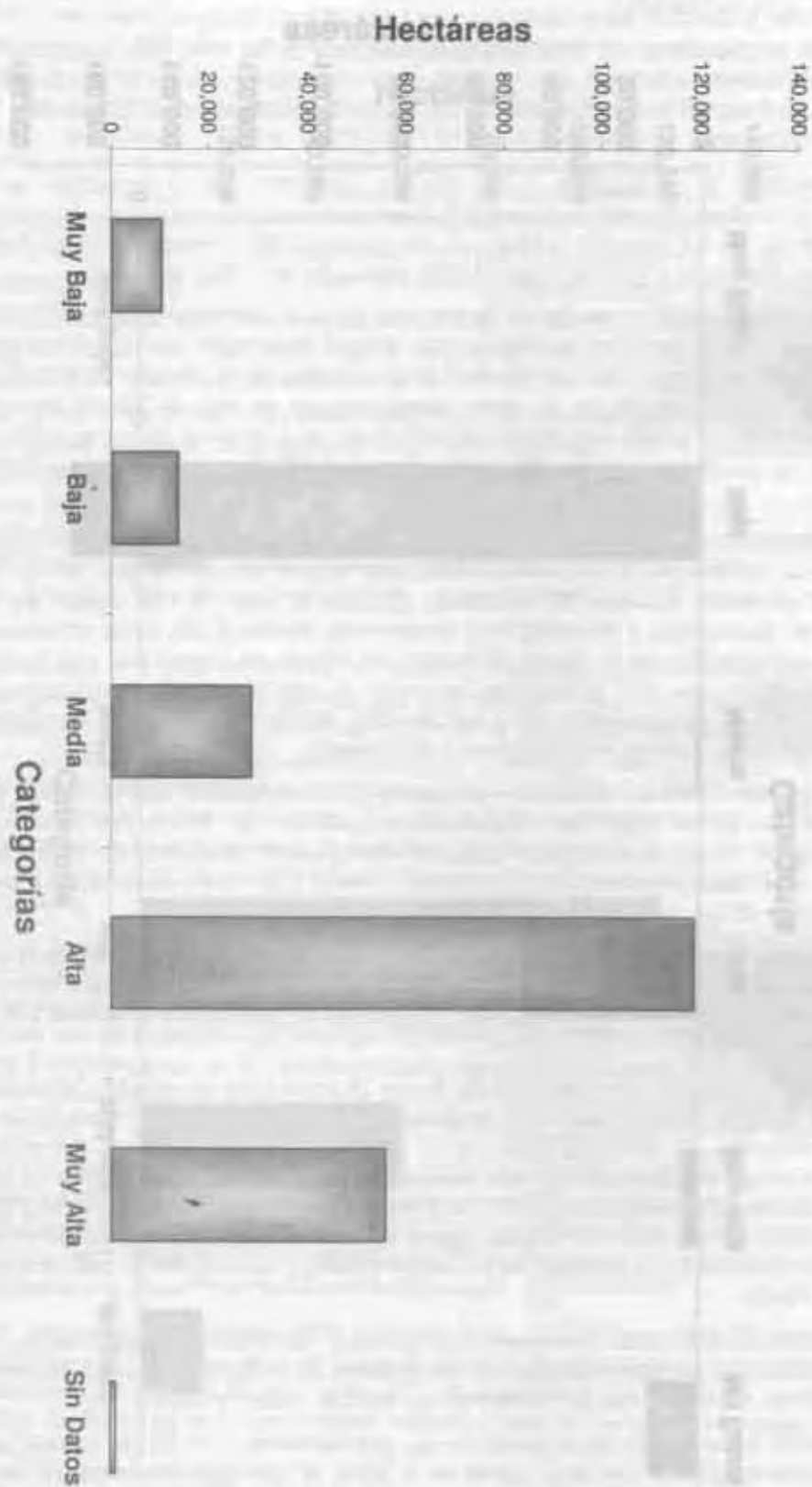
- a) **Muy Baja (0)** - Zonas donde las actividades humanas han provocado alteración de las características del suelo por pérdida de los horizontes superficiales, compactación o encarpetamiento. Incluye las categorías "Erosión" (E) y "Zona urbana" (ZU) de uso de suelo y vegetación.
- b) **Baja (1)** - Incluye principalmente los terrenos cultivados en los que la vegetación natural se ha sustituido o se ha perdido, pero sin alterar significativamente el suelo. Comprende las categorías "Agricultura de Temporal Anual" (T), "Agricultura de Temporal Permanente" (TP), "Agricultura de Riego Anual" (RA), "Bosque Cultivado", y "Zonas Desprovistas de Vegetación" (Dv). Los polígonos de esta última categoría se incluyen aquí cuando la evidencia apunta a que la ausencia de vegetación es resultado de perturbación y no la condición natural del lugar.
- c) **Media (2)** - Se agrupan aquí los territorios en los que la cobertura vegetal original se encuentra perturbada en más de un 50%. Se incluyen las categorías de "Bosque con Perturbación Fuerte" (B_Pf), "Vegetación Secundaria Arbustiva" (Vsa) y "Pastizal Inducido" (Pz).
- d) **Alta (3)** - Comprende las zonas en donde la cobertura vegetal perturbada en menor a un 50%. Se incluye sólo la categoría "Bosque con Perturbación Media" (B_Pm) de uso de suelo y vegetación.
- e) **Muy alta (4)** - Son las áreas ocupadas por vegetación climax y subclimax. Comprende las categorías de "Bosque Conservado" (B_Co), "Bosque con Perturbación Baja" (B_Pb), "Pastizal Natural" (Pzw) y parte de "Zonas Desprovistas de Vegetación" (Dv). De esta última categoría se incluyen las zonas en las que se presume que esa es la condición original del ecosistema, tal como sucede en las cumbres de los volcanes, más allá del límite de crecimiento de la vegetación.

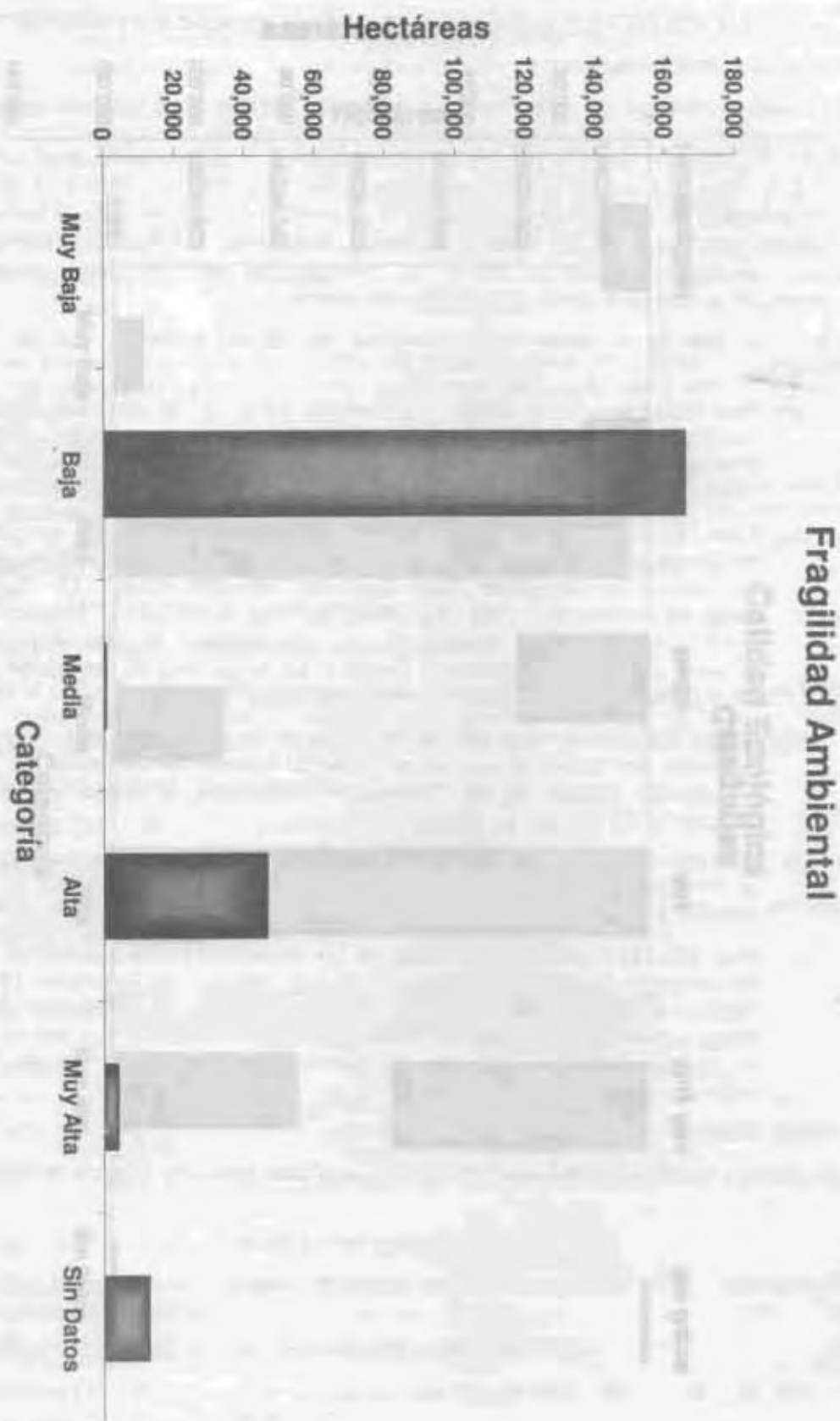
RESULTADOS

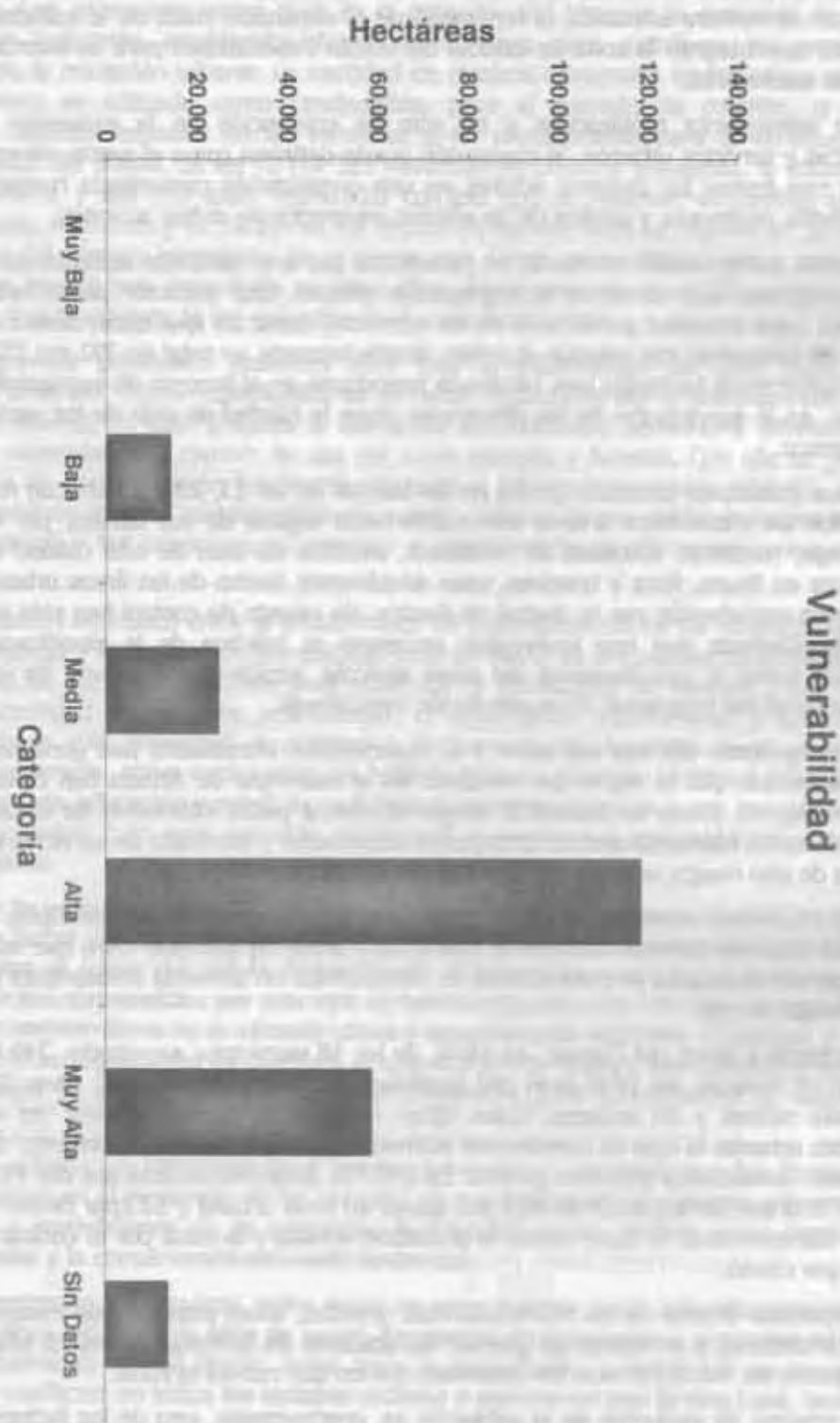
Se grafica a continuación la superficie obtenida para cada índice en el Estado de Puebla.



Presión Antropogénica







SOBRE EL USO URBANO

Una de las problemáticas del desarrollo es la búsqueda de los elementos que permitan entender y conjugar de manera adecuada el fenómeno de la expansión física de la mancha urbana en los municipios que integran la zona de estudio del volcán Popocatepetl para su eventual planeación y control de crecimiento.

Como herramienta moldeadora y no sólo de contención de la expansión de actividades económicas y servicios urbanos, la planeación puede definirse como el previo entendimiento de las acciones que toman los diversos actores en una organización comunitaria horizontal, y como la diferenciación pertinente y pública de los efectos esperados de dichas acciones.

La nueva configuración territorial se caracteriza por una dinámica desigual dentro y entre las diversas regiones que consolida la segregación urbana. Esta situación puede acentuarse en los municipios cuya densidad poblacional va en aumento, como los que están dentro del radio de los 20 a los 30 kilómetros con relación al cráter, donde tenemos un total de 292 mil 237 habitantes. La política habitacional ha tenido una incidencia importante en el proceso de segregación urbana y, en particular, en la agudización de las diferencias entre la calidad de vida de los sectores de bajos y altos ingresos.

Algunos municipios ubicados dentro de las bandas de los 13, 20 y 30 km con respecto al cráter han sufrido un crecimiento urbano desmedido hacia alguno de sus bordes, por ejemplo Atlixco, Huejotzingo, Nealtican. Decenas de hectáreas, muchas de ellas de alta calidad agrícola, o bien zonas ricas en fauna, flora y bosques, caen anualmente dentro de las áreas urbanizadas, además de la rápida conurbación con la ciudad de Puebla. Un intento de control han sido precisamente los Planes Reguladores que han pretendido recuperar la práctica de la planificación enfrentando situaciones como el parcelamiento del suelo agrícola, acción que evidencia los obstáculos de la planificación en los regímenes de especulación inmobiliaria.

La desregulación del uso del suelo y la especulación inmobiliaria han generado un desarrollo urbano dominado por la lógica del mercado. En el municipio de Atlixco han construido unidades habitacionales sin tomar en cuenta el riesgo de vivir a pocos kilómetros de distancia del volcán. Estos desarrollos habitacionales contribuyen al crecimiento y demanda de servicios e infraestructura en zonas de alto riesgo, además de agudizar del deterioro ambiental.

Conforme hemos analizado el crecimiento de la población de los 18 municipios que pertenecen al área de estudios correspondientes al estado de Puebla, ha quedado claro que esta zona expresa ya en algunos municipios la problemática de las ciudades en términos ambientales y la complejidad del desarrollo mismo.

De acuerdo a datos del Coespo, en 1970, de los 18 municipios en estudio, 240 localidades eran rurales y 14 urbanas, en 1990 eran 240 localidades rurales y 25 urbanas; para 2000 existían 410 localidades rurales y 35 urbanas. Estas cifras reflejan un cambio a favor del aumento de las localidades urbanas lo cual es sumamente alarmante por el acelerado crecimiento de la población y las propias necesidades que esto genera. En 1970 la población urbana era del 44.2 por ciento, la rural del 55.8 por ciento, en 1990 46.8 por ciento en zona urbana y 53.2 por ciento en rural; para el 2000 se incrementa al 67.2 por ciento la población urbana y la rural por el contrario disminuye en un 32.8 por ciento.

La expansión urbana de los municipios más grandes, sobre todo los que integran los radios de 20 a 30 kilómetros y en menor proporción los ubicados en la franja de los 13 kilómetros ejercerá fuertes presiones sobre los recursos naturales con los que cuenta la zona.

Este proceso de evolución de la población es, precisamente, uno de los factores preocupantes para el crecimiento urbano que se presenta en la zona, ya que esta concentración provoca mayor deterioro del ambiente por la contaminación y generación de residuos, la demanda de más servicios e infraestructura, y por supuesto el desorden de los asentamientos que se ve reflejado en la

mancha urbana. Cuando hay una urbanización incompleta, hay una limitación para las personas de menos salarios y eso significa pagar un alto precio para acceder a los recursos y servicios; es ahí donde ocurre la presión al medio ambiente. Esta presión es mayor en los municipios aledaños a la zona del volcán y es observable sobre todo en el deterioro del bosque; la demanda de madera proviene de las industrias establecidas fuera de la zona para satisfacer las necesidades principalmente de la población urbana. La cantidad de madera consumida en las zonas rurales es baja (normalmente es utilizada como combustible, para el cercado de corrales, o para la construcción de algunos espacios en las viviendas y no precisamente para la construcción de éstas), según datos del INEGI, de las 72 mil 323 viviendas particulares habitadas, la utilización de la madera es mínima, y sólo 450 están registradas con ese tipo de material; en cambio, el uso de láminas de asbesto, metálicas y de cartón en los techos de las viviendas se registró en 20 mil 705, lo cual nos indica un número importante de viviendas con mayor vulnerabilidad sobre todo por los eventos eruptivos que se han presentado en estos años. Finalmente, es el uso del concreto el más frecuente en las construcciones de las viviendas de la zona de estudio.

Como una primera conclusión podemos decir que la urbanización en gran parte de los municipios de la zona del volcán Popocatepetl es un factor importante por el acelerado crecimiento de la población urbana, lo cual propicia la demanda de viviendas, servicios e infraestructura, obligando estas necesidades al cambio de uso del suelo agrícola y forestal. Con ello es generada una problemática de contaminación totalmente asociada a los emplazamientos urbanos, como la generación de residuos sólidos, contaminación de aguas y suelos, la tala inmoderada por intereses económicos externos a las propias comunidades, el agotamiento de los recursos naturales en general.

Existe una relación intrínseca entre la problemática de mantenimiento de los recursos naturales, el consumo de energía y la generación de residuos. Cuanto mayor es el consumo de energía, mayor será la necesidad de recursos naturales para sustentar la producción de energía y por lo tanto mayor será la cantidad de residuos acumulados. El crecimiento desordenado y acelerado de nuestras poblaciones sólo provocará el progresivo desgarramiento del tejido social, crecimiento demográfico desordenado, sobre-explotación del hábitat, falta de servicios básicos e infraestructura y reducidos índices de educación y salud, lo cual lleva a nuestras ciudades a una mayor pobreza y marginación, pero sobre todo este aumento poblacional incrementa la vulnerabilidad y riesgo de dichas zonas urbanas.

Sabemos que la urbanización en las ciudades nos permite tener mejores condiciones de vida, pero existe otro factor de suma importancia en la región que es precisamente la cercanía de algunas localidades al cráter del volcán Popocatepetl, ¿Qué pasa cuando la infraestructura y el desarrollo urbano son sorprendidos por este tipo de fenómenos naturales? Por ello es importante el mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura y equipamiento existente, establecer y llevar a cabo políticas urbanas reguladoras en cuanto a la autorización de nuevos asentamientos humanos, además del trabajo de prevención que debe ser constante para salvaguardar la vida de los pobladores.

La expansión urbana, el hacinamiento y los asentamientos irregulares son los factores que mayor impacto tienen en el desarrollo de las ciudades ya que inciden negativamente sobre la salud, las expectativas y motivaciones de la población, la cohesión social, la integración familiar, las finanzas municipales y la conservación del medio ambiente.

La escasez progresiva de recursos, tales como el agua potable (que cada día incrementa su costo de distribución), así como la falta de apoyo económico de programas y proyectos regionales para el aprovechamiento de las tierras aptas para la agricultura —y evitar así su abandono—, pueden provocar conflictos en todos los sectores sociales y agravar no solo la vida rural, también la urbana.

Finalmente, el aprovechamiento del suelo y la preservación de los recursos naturales con los que cuenta la zona de estudio requieren de un régimen y una normatividad apropiados para el

crecimiento urbano y uso del suelo, para el equipamiento de servicios e infraestructura, y sobre todo para la ejecución de programas y obras de cabecera no sólo a nivel de dependencias sino del trabajo en conjunto con los actores principales, en este caso, la población asentada en la zona del volcán Popocatepetl. Aunque lograr estos objetivos requiere tiempo, del seguimiento y desarrollo de planes y proyectos que prevengan el agotamiento de los recursos naturales, así como la propuesta de reservas ecológicas y territoriales, el deterioro puede pese a todo ser detenido en gran medida con políticas formales que den seguimiento a los proyectos de ordenamiento ecológico y territorial.

APTITUD DEL SUELO

En este apartado se determina la factibilidad productiva del suelo en la región estudiada; de acuerdo con sus características ambientales. Cuando se señala una zona como apta para cierto tipo de suelo, quiere decir que a la escala trabajada no se detectan impedimentos graves para la realización de dicha actividad de manera rentable y sostenida. Sin embargo, es necesario advertir que no debe la aptitud del suelo como único criterio para recomendar el manejo de la zona. La decisión de una política de uso de suelo debe basarse en el análisis de todos los factores involucrados para tomar las mejores decisiones desde el punto de vista del desarrollo sostenible.

Para la escala usada en este trabajo se consideraron tres categorías de uso de suelo:

- Agropecuario: se consideran aquí toda clase de cultivos de surco, plantaciones y praderas cultivadas para ganadería, que implican la sustitución de la flora nativa.
- Forestal: consiste en la explotación de cualquiera de los diferentes recursos forestales, maderables y no maderables, que implican tener un bosque manejado a largo plazo.
- Urbano: involucra todos los usos de suelo que requieren una alteración radical de las estructuras y procesos de un ecosistema para adaptarlos a las necesidades de las actividades humanas (ciudades, centros comerciales, parques industriales).

CRITERIOS PARA DEFINIR LA APTITUD

Los factores que afecta la aptitud del suelo para los diferentes usos son: clima, tipo de suelo y pendiente. A continuación se dan los parámetros de estas variables que hacen viable los diferentes usos del suelo.

1.- Uso agrícola

- a) Sin aptitud: Climas extremos (fríos o áridos), suelos improductivos (suelos someros, inundables o salinos) y pendientes pronunciadas (mayores a 15%). También entran en esta categoría los sitios donde se combinan suelos infértiles con clima semifrío.
- b) Aptitud baja: Suelo y pendientes adecuados con clima semifrío, donde sólo prosperan cultivos que toleran o requieren heladas, como algunos frutales.
- c) Aptitud media: Climas y pendientes adecuados, con suelos infértiles que pueden ser corregidos mediante manejo.
- d) Aptitud alta: Suelo, pendiente y clima adecuados.

2.- Uso forestal

- a) Sin aptitud: Zonas que han perdido por completa la vegetación original.
- b) Control de erosión: Zonas erosionadas.
- c) Preservación: Zonas forestales en zonas escarpadas (pendientes superiores a 100%), barrancas y cañadas, o con climas extremos, que no deben ser sometidas a manejo forestal por el alto riesgo de deterioro ambiental.

- d) Con aptitud: Territorios forestales que conservan más del 50% del arbolado original, con pendientes y climas adecuados.
- e) Reforestación: Zonas forestales perturbadas que conservan menos del 50% del arbolado original, con pendientes y climas adecuados.
- f) Restauración: Terrenos perturbados o con usos de suelo diferente al forestal, en zonas escarpadas, barrancas, cañadas o con clima extremo, que requieren la restauración de la cobertura forestal para mitigar los riesgos ambientales.

3.- Uso urbano

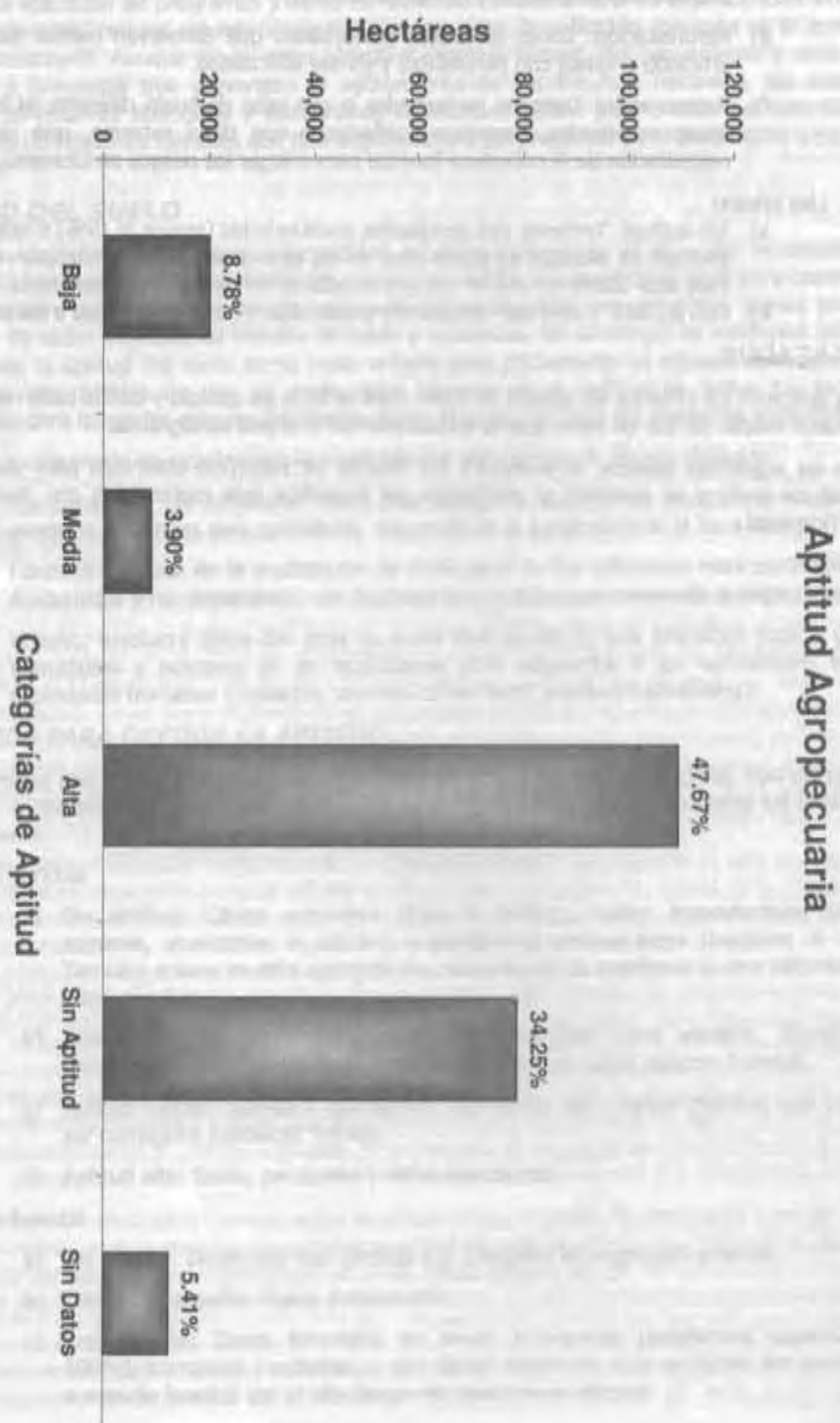
- a) Sin aptitud: Terrenos con pendientes pronunciadas (mayor al 15%) o que se encuentran situados en zonas altas en las que resulta difícil suministrar recursos. Para esto último se usaron como indicadores los climas fríos y semifríos.
- b) Con aptitud: Zonas con pendientes moderadas y con accesibilidad a los servicios.

RESULTADOS

Se aplicaron los criterios de aptitud de suelo para la zona de estudio y con la base resultante se generaron mapas de uso de suelo que se encuentran en el anexo cartográfico.

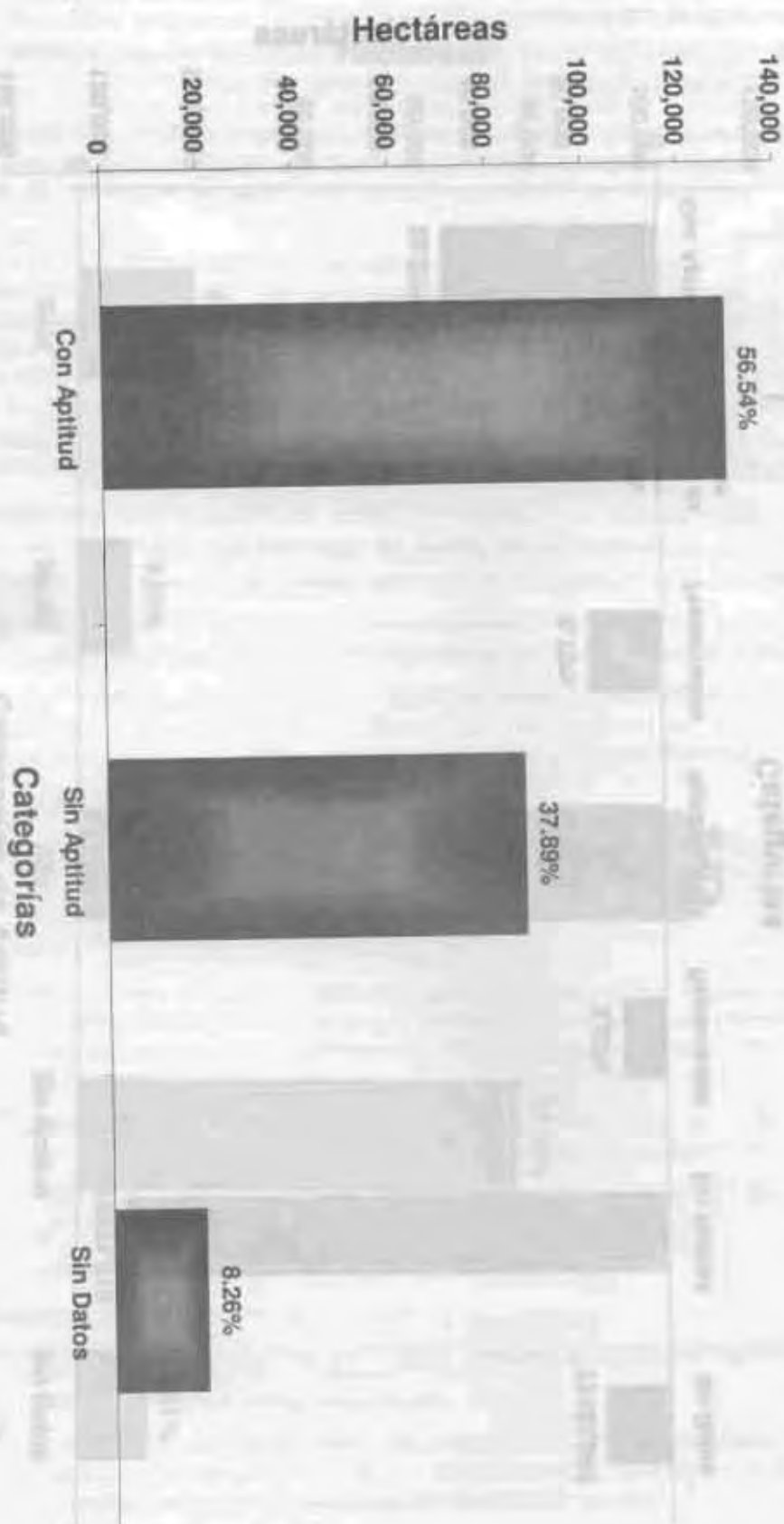
En las siguientes gráficas se muestran los valores de superficie obtenidos para cada tipo de aptitud de suelo y se muestra el porcentaje de superficie que representan con respecto a la superficie total.





Aptitud Forestal





CÁLCULO DE VULNERABILIDAD

Definimos la **vulnerabilidad** como la capacidad y los recursos de los grupos sociales; en este caso las comunidades que viven en la zona de peligro del volcán Popocatepetl, de hacer frente a este peligro y recuperarse de una erupción consumada.

Para este estudio, calculamos un índice de vulnerabilidad relativa con la variable de distancia al cráter. Para nuestros cálculos, adoptamos convencionalmente un valor máximo y uno mínimo, los que corresponden a la comunidad con menor y con mayor vulnerabilidad, respectivamente. Por lo tanto, todos los valores se encontrarán dentro de este rango preestablecido; es decir, que todas las comunidades cumplan la condición:

$$0 < V \leq 10$$

Adicionalmente, calculamos un índice de vulnerabilidad conforme indicadores socioeconómicos definidos por nosotros en virtud de su competencia específica ante el peligro de una erupción.

Combinamos ambos cálculos y determinamos un índice de vulnerabilidad relativa para cada localidad. Fue necesario hacer el cálculo de 338 localidades. Los resultados son dispersos en razón de esta disgregación, pero es posible hallar una constante: la mayor vulnerabilidad está asociada a cifras de indicadores sociales muy bajas, que nos habla de un deterioro en las condiciones de vida muy importante. Está sobre la mesa una discusión importante al respecto, pero este ejercicio permite constatar que el riesgo está fuertemente determinado por las condiciones sociales que configuran lo que llamamos vulnerabilidad, a veces aún más que por la amenaza misma.

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD CONSIDERANDO LOCALIZACIÓN Y VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

Municipio: Acteopan

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
6.4	ACTEOPAN	SAN FELIPE TOCTLA
6.4	ACTEOPAN	ACTEOPAN
6.4	ACTEOPAN	CALVARIO, EL
6.4	ACTEOPAN	SANTA MARIA ATZITZINTLA

Fuente: Elaboración Cupreder con datos de XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI 2000.

EL VALOR MÁS BAJO INDICA QUE LA LOCALIDAD TIENE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MENOR

EL VALOR CERCAÑO O IGUAL A 10 INDICA MÁS VULNERABILIDAD A UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA

Municipio: Atlixco

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
4.7	ATLIXCO	CALANDRIAS, LAS
4.8	ATLIXCO	BUENOS AIRES
5.1	ATLIXCO	SAN JERONIMO CALERAS
5.2	ATLIXCO	HUERTAS DE JESUS CUARTA SECCION, LAS
5.2	ATLIXCO	SAN AGUSTIN LOS MOLINOS
5.3	ATLIXCO	SAN ESTEBAN ZOAPILTEPEC
5.3	ATLIXCO	ESTACION LOS MOLINOS
5.7	ATLIXCO	MAGDALENA, LA
5.7	ATLIXCO	SAN JUAN PORTEZUELO
5.7	ATLIXCO	TIZAYUCA PRIMERA SECCION

5.8	ATLIXCO	SANTA LUCIA COSAMALOAPAN
5.8	ATLIXCO	HUERTAS DE JESUS TERCERA SECCION, LAS
5.9	ATLIXCO	EMILIANO ZAPATA LOS MOLINOS
5.9	ATLIXCO	LLANO GRANDE
5.9	ATLIXCO	SAN DIEGO LA BLANCA
6.0	ATLIXCO	SAN LORENZO LOS JAGUEYES
6.0	ATLIXCO	TIZAYUCA SEGUNDA SECCION
6.0	ATLIXCO	SANTO DOMINGO ATOYATEMPAN
6.0	ATLIXCO	PERICOS, LOS
6.0	ATLIXCO	ATLIXCO
6.0	ATLIXCO	LOMA DE SAN JUAN TEJALUCA
6.0	ATLIXCO	HUERTAS DE JESUS PRIMERA SECCION, LAS
6.0	ATLIXCO	SAN ISIDRO HUILOTEPEC
6.0	ATLIXCO	LIBRAMIENTO NORTE
6.0	ATLIXCO	FRANCISCO VILLA
6.0	ATLIXCO	SANTA AMADA
6.0	ATLIXCO	SAN JOSE EL RECREO
6.1	ATLIXCO	TECOXCO
6.1	ATLIXCO	CANOAS, LAS
6.1	ATLIXCO	CANTERA DE SAN PABLO AHUATEMPAN, LA
6.2	ATLIXCO	XALTEPEC
6.2	ATLIXCO	SAN FELIX ALMAZAN
6.2	ATLIXCO	DIEZ DE ABRIL
6.3	ATLIXCO	OTILIO MONTAÑO (LA CONCEPCION)
6.3	ATLIXCO	JUAN UVERA
6.3	ATLIXCO	SAN ALFONSO
6.3	ATLIXCO	ALMAZANTLA
6.4	ATLIXCO	CIENEGA, LA
6.4	ATLIXCO	PUENTE, EL
6.4	ATLIXCO	HUERTO EL CHANDELLE
6.4	ATLIXCO	STA CRUZ TEHUXPANGO (CERRO DEL ACLACOTO)
6.4	ATLIXCO	EX-HACIENDA SAN AGUSTIN
6.4	ATLIXCO	SAN FELIX HIDALGO
6.5	ATLIXCO	SAN DIEGO ACAPULCO
6.5	ATLIXCO	SAN PEDRO
6.5	ATLIXCO	SABANA, LA (SAN JUAN LA SABANA)
6.5	ATLIXCO	LADERA, LA
6.5	ATLIXCO	SAN PABLO AHUATEMPAN
6.5	ATLIXCO	LIBRAMIENTO SUR
6.6	ATLIXCO	TEXIQUEMETL (LOS OLIVARES)
6.6	ATLIXCO	SAN AGUSTIN HUIXACTLA
6.6	ATLIXCO	SAN AGUSTIN IXTAHUXTLA
6.6	ATLIXCO	EMILIANO ZAPATA NEXATENGO
6.6	ATLIXCO	SAN ISIDRO
6.6	ATLIXCO	SOLARES DE TENEXTEPEC
6.7	ATLIXCO	SAN JUAN TEJALUCA
6.7	ATLIXCO	TIZAYUCA TERCERA SECCION
6.7	ATLIXCO	MISION DEL ANCIANO
6.8	ATLIXCO	CERRITO, EL
6.8	ATLIXCO	PARCELA 94
6.8	ATLIXCO	SANTA ANA YANCUITLALPAN (CHILHUACAN)

6.8	ATLIXCO	TOLOMETLA DE BENITO JUAREZ	6.8
6.9	ATLIXCO	TOLEDO	6.9
6.9	ATLIXCO	ZAZALA	6.9
6.9	ATLIXCO	COPALILLO (POZO NO. 2)	6.9
7.0	ATLIXCO	EX-HACIENDA SAN FELIX	7.0
7.0	ATLIXCO	SAN FRANCISCO PRIMO DE VERDAD	7.0
7.0	ATLIXCO	EX-HACIENDA SAN AGUSTIN	7.0
7.0	ATLIXCO	SANTA CRUZ TEHUXPANGO	7.0
7.1	ATLIXCO	NOVILLERO, EL (LA GRANJA)	7.1
7.1	ATLIXCO	SAN JOSE ACATOCHA	7.1
7.2	ATLIXCO	TRINIDAD, LA	7.2
7.2	ATLIXCO	LAGUNILLAS	7.2
7.3	ATLIXCO	SAN JUAN DE LOS LAURELES	7.3
7.4	ATLIXCO	SANTA ELENA	7.4
7.5	ATLIXCO	PEDON, EL	7.5
7.5	ATLIXCO	GUADALUPE SAN JOSE	7.5
7.6	ATLIXCO	TEXCALES, LOS	7.6
7.7	ATLIXCO	LOMAS DE AXOCOPAN, LAS	7.7
7.8	ATLIXCO	SANTA ELENA AXOCOPAN	7.8
7.8	ATLIXCO	COTZALA	7.8
7.9	ATLIXCO	ING. CUAUHEMOC CARDENAS 2DA. SECCION	7.9
7.9	ATLIXCO	RICARDO FLORES MAGON (FRACCION SAN FELIX)	7.9
7.9	ATLIXCO	VILLA 3RA. SECCION, LA	7.9
7.9	ATLIXCO	HUEXOCATL	7.9
7.9	ATLIXCO	PAJAR, EL	7.9
8.2	ATLIXCO	MORELOS	8.2
8.3	ATLIXCO	COYOTOMATITLA	8.3
8.3	ATLIXCO	LADERAS	8.3
8.3	ATLIXCO	SANTA CRUZ	8.3
8.4	ATLIXCO	GUADALUPE HUEXOCUAPAN	8.4
8.5	ATLIXCO	MARTIR DE CHINAMECA	8.5
8.5	ATLIXCO	SAN JOSE	8.5
8.6	ATLIXCO	SAN JERONIMO COYULA	8.6
9.3	ATLIXCO	COL. AGR. DE OCOTEPEC (COL. SAN JOSE)	9.3
9.4	ATLIXCO	ISOTERA, LA (LA TEHUIXTLERA)	9.4
9.6	ATLIXCO	ZAPOTITLAN (LOS LAURELES)	9.6
9.7	ATLIXCO	SAN PEDRO BENITO JUAREZ	9.7

Municipio: Atzitzihuacan**INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)**

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
6.8	ATZITZIHUACAN	LOMAS DE CHAPULTEPEC
7.0	ATZITZIHUACAN	SAN MIGUEL AGUACOMULCAN
7.1	ATZITZIHUACAN	SAN JUAN AMECAC RURAL
7.1	ATZITZIHUACAN	SAN JUAN AMECAC (LA ZANJA)
7.2	ATZITZIHUACAN	SAN PEDRO IXHUATEPEC
7.2	ATZITZIHUACAN	LAZARO CARDENAS
7.3	ATZITZIHUACAN	SANTIAGO ATZITZIHUACAN
7.3	ATZITZIHUACAN	ATZITZIHUACAN

7.4	ATZITZIHUACAN	POTRERO, EL	COXITLA	8.8
7.5	ATZITZIHUACAN	SAN JUAN AMECAC	COXITLA	8.8
7.5	ATZITZIHUACAN	SAN MATEO COATEPEC	COXITLA	8.8
7.6	ATZITZIHUACAN	SAN FRANCISCO XOCHITEOPAN	SAN JUAN	8.8
7.8	ATZITZIHUACAN	SAN ISIDRO	COXITLA	8.8
7.9	ATZITZIHUACAN	EMILIANO ZAPATA (COL. AGRARISTA E. ZAPATA)	COXITLA	8.8
7.9	ATZITZIHUACAN	SAN JUAN TEJUPA	COXITLA	8.8
8.0	ATZITZIHUACAN	SAN JUAN TEJUPA	COXITLA	8.8
8.8	ATZITZIHUACAN	SAN JUAN AMECAC	COXITLA	8.8

Fuente: Elaboración Cuprieder con datos de XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI 2000.

EL VALOR MÁS BAJO INDICA QUE LA LOCALIDAD TIENE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MENOR

EL VALOR CERCAÑO O IGUAL A 10 INDICA MÁS VULNERABILIDAD A UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA

Municipio: Calpan

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD	ÍNDICE
6.9	CALPAN	DOLORES	6.9
7.0	CALPAN	CHAHUAC (COLINTLA)	7.0
7.2	CALPAN	TEPECTIPA (EL JAGUEY)	7.2
7.3	CALPAN	SAN JOSÉ PUEBLO NUEVO	7.3
7.3	CALPAN	PALMAR, EL (LA OCOTERA SECA)	7.3
7.4	CALPAN	SAN ANDRÉS CALPAN (LAS ANIMAS)	7.4
7.6	CALPAN	TLAPACOYA	7.6
7.8	CALPAN	SAN LORENZO	7.8
7.9	CALPAN	PANTALEONTLA	7.9
7.9	CALPAN	SAN LUCAS ATZALA (EL RANCHO)	7.9
7.9	CALPAN	TLAMAPA (LAMANALES)	7.9
7.9	CALPAN	SAN ANDRÉS CALPAN	7.9
9.7	CALPAN	SAN MATEO OZOLCO	9.7

Municipio: Chiautzingo

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD	ÍNDICE
5.9	CHIAUTZINGO	BOLLERO, EL	5.9
6.2	CHIAUTZINGO	SAN LORENZO CHIAUTZINGO	6.2
6.4	CHIAUTZINGO	SANTIAGO	6.4
7.0	CHIAUTZINGO	SAN NICOLÁS ZECALACOAYAN	7.0
7.3	CHIAUTZINGO	TRINIDAD, LA	7.3
7.5	CHIAUTZINGO	SAN ANTONIO TLATENCO	7.5
7.5	CHIAUTZINGO	SAN JUAN TETLA	7.5
7.6	CHIAUTZINGO	ZACAMELCA	7.6
7.7	CHIAUTZINGO	SAN AGUSTÍN ATZOMPA	7.7
8.0	CHIAUTZINGO	TLACOHUIAN	8.0

Municipio: Cohuecan**INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)**

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
5.7	COHUECAN	REYES TEOLCO, LOS
6.0	COHUECAN	COHUECAN
7.2	COHUECAN	SAN ANDRES AHUATELCO
7.4	COHUECAN	SAN FELIPE CUAPEXCO
7.8	COHUECAN	SAN FRANCISCO TEPANGO

Municipio: Domingo Arenas**INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)**

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
6.8	DOMINGO ARENAS	JAGUEY, EL
6.8	DOMINGO ARENAS	AHUATEPEC
6.8	DOMINGO ARENAS	RAMON
7.0	DOMINGO ARENAS	TRINCHERA, LA
7.5	DOMINGO ARENAS	DOMINGO ARENAS
7.6	DOMINGO ARENAS	TENANCAMILPA
7.6	DOMINGO ARENAS	BUENAVISTA
8.2	DOMINGO ARENAS	DOMINGO ARENAS
9.0	DOMINGO ARENAS	CHAHUAC (EJIDO PUERTA)

Fuente: Elaboración Cupreder con datos de XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI 2000.

EL VALOR MÁS BAJO INDICA QUE LA LOCALIDAD TIENE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MENOR

EL VALOR CERCANO O IGUAL A 10 INDICA MÁS VULNERABILIDAD A UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA

Municipio: Huaquechula**INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)**

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
4.1	HUAQUECHULA	CHAMPUSCO (ESC. SECUNDARIA TECNICA NO. 4)
4.3	HUAQUECHULA	FAJANAS, LAS
4.5	HUAQUECHULA	MORELOS MATLALA
4.6	HUAQUECHULA	SAN LUCAS MATLALA
4.7	HUAQUECHULA	RANCHO EL PARAISO
4.7	HUAQUECHULA	RANCHO NUEVO MICHAPITA (MICHAPITA)
4.7	HUAQUECHULA	PRIMAVERA, LA
5.0	HUAQUECHULA	HUEJOTAL (SANTIAGO HUEJOTAL)
5.1	HUAQUECHULA	TUNELES, LOS
5.1	HUAQUECHULA	CANOA, LA (EX-HOA. SAN FELIX ATLEYAHUALCO)
5.3	HUAQUECHULA	SAN DIEGO EL ORGANAL
5.3	HUAQUECHULA	SOTO Y GAMA
5.4	HUAQUECHULA	TEZONTEOPAN DE BONILLA
5.5	HUAQUECHULA	SAN PEDRO CONTLA
5.5	HUAQUECHULA	SAN JUAN BAUTISTA
5.5	HUAQUECHULA	TLAPETLAHUAYA (SAN BARTOLO TLAPETLAHUAYA)
5.5	HUAQUECHULA	CERRO COLORADO
5.6	HUAQUECHULA	SAN JUAN VALLARTA
5.7	HUAQUECHULA	VENTA, LA

5.7	HUAQUECHULA	MARTIR CUAUHEMOC (SAN JOSE CUAUHEMOC)
5.7	HUAQUECHULA	HUAQUECHULA
5.7	HUAQUECHULA	JUNTA, LA (HUAQUECHULA DOS)
5.9	HUAQUECHULA	AHUATLAN
5.9	HUAQUECHULA	SAN JUAN HUILUCO (HUILUCO)
6.0	HUAQUECHULA	PARAISO, EL
6.1	HUAQUECHULA	CACALOXUCHITL
6.2	HUAQUECHULA	CIENEGA, LA
6.2	HUAQUECHULA	SANTIAGO TETLA
6.3	HUAQUECHULA	PROGRESO, EL
6.3	HUAQUECHULA	TRONCONAL
6.3	HUAQUECHULA	CHAMORRO, EL
6.5	HUAQUECHULA	SANTA ANA COATEPEC
6.5	HUAQUECHULA	LIBERTAD, LA (SAN LORENZO TAJONAR)
6.5	HUAQUECHULA	COLONIA DEL FRESNILLO
6.5	HUAQUECHULA	SANTA CRUZ YANCUITLALPAN
6.5	HUAQUECHULA	AMPLIACION CACALOXUCHITL
6.5	HUAQUECHULA	SAN ANTONIO
6.8	HUAQUECHULA	GUADALUPE
6.8	HUAQUECHULA	TEACALCO DE DORANTES (SAN JOSE TEACALCO)
7.2	HUAQUECHULA	QUINCE DE AGOSTO
7.3	HUAQUECHULA	SAN ANTONIO CUAUTLA
7.3	HUAQUECHULA	SOLEDAD MORELOS
7.8	HUAQUECHULA	BUGAMBILIAS, LAS
8.1	HUAQUECHULA	JARDINES DE MORELOS
8.5	HUAQUECHULA	TETECHAL

Fuente: Elaboración Cupreder con datos de XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI 2000.

EL VALOR MÁS BAJO INDICA QUE LA LOCALIDAD TIENE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MENOR

EL VALOR CERCANO O IGUAL A 10 INDICA MÁS VULNERABILIDAD A UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA

Municipio: Huejotzingo

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
4.3	HUEJOTZINGO	ENCINOS, LOS
4.6	HUEJOTZINGO	ENGORDA AZTECA (LA CUENCA)
4.6	HUEJOTZINGO	SAN JOSE
4.8	HUEJOTZINGO	SANTA ANA XALMIMILULCO
4.9	HUEJOTZINGO	SANTA ANA
5.2	HUEJOTZINGO	SAN MATEO CAPULTITLAN
5.3	HUEJOTZINGO	SANTO DOMINGO CIENEGA HONDA
5.3	HUEJOTZINGO	ZACATEPEC
5.5	HUEJOTZINGO	JOSE LOPEZ PORTILLO
5.5	HUEJOTZINGO	GUSTAVO DIAZ ORDAZ (LA CUENCA)
5.5	HUEJOTZINGO	HUEJOTZINGO
5.6	HUEJOTZINGO	SANTA ANA SECCION TERCERA (TLACOLIGIA)
5.6	HUEJOTZINGO	SANTIAGO MEXTLA
5.7	HUEJOTZINGO	SAN LUIS COYOTZINGO
5.7	HUEJOTZINGO	SAN PEDRO COXTOCAN

5.8	HUEJOTZINGO	LOMA, LA
5.8	HUEJOTZINGO	ARENAL, EL (LA COMUNIDAD)
5.9	HUEJOTZINGO	SAN JOSE TLAUTLA
5.9	HUEJOTZINGO	BARRIO TERCERO
6.0	HUEJOTZINGO	HUEJOTZINGO
6.1	HUEJOTZINGO	LAGUNILLA, LA
6.1	HUEJOTZINGO	SAN JOSE MUNIVE
6.1	HUEJOTZINGO	CUARTO BARRIO
6.3	HUEJOTZINGO	INDEPENDENCIA
6.4	HUEJOTZINGO	TANQUES, LOS
6.6	HUEJOTZINGO	SANTA ELENA
6.7	HUEJOTZINGO	SANTA ELENA DE LA CRUZ (LOS OROZA)
6.7	HUEJOTZINGO	EJIDO LA VEGA
6.8	HUEJOTZINGO	SANTA MARIA TIANGUISTENCO
6.8	HUEJOTZINGO	SAN PEDRITO
6.9	HUEJOTZINGO	SAN MIGUEL TIANGUIZOLCO
7.0	HUEJOTZINGO	ALVARO OBREGON
7.4	HUEJOTZINGO	LLANO DE HUEJOTZINGO
7.4	HUEJOTZINGO	CHAHUAC
7.8	HUEJOTZINGO	BENITO JUAREZ
7.8	HUEJOTZINGO	SAN JUAN PANCOAC
8.2	HUEJOTZINGO	POPOCATEPETL (JUAN HERNANDEZ)
8.3	HUEJOTZINGO	SAN DIEGO BUENAVISTA
8.4	HUEJOTZINGO	SANTA MARIA NEPOPUALCO
8.8	HUEJOTZINGO	SANTA MARIA ATEXCAC

Fuente: Elaboración Gupredir con datos de XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI 2000.

EL VALOR MÁS BAJO INDICA QUE LA LOCALIDAD TIENE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MENOR

EL VALOR CERCANO O IGUAL A 10 INDICA MÁS VULNERABILIDAD A UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA

Municipio: Nealtican

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
7.4	NEALTICAN	XALTEPEC
7.4	NEALTICAN	BUGAMBILIAS
7.5	NEALTICAN	SAN BUENAVENTURA NEALTICAN
8.0	NEALTICAN	PUENTE DE ACOLCO
8.3	NEALTICAN	TETIMPA

Municipio: San Felipe Teotlalcingo

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
5.9	SAN FELIPE TEOTLALCINGO	SAN MATIAS ATZALA
6.5	SAN FELIPE TEOTLALCINGO	SAN FELIPE TEOTLALCINGO
7.3	SAN FELIPE TEOTLALCINGO	SAN JUAN TLALE
8.2	SAN FELIPE TEOTLALCINGO	MIUAXCA (SANTA ANITA)

Municipio: San Jerónimo Tecuanipan**INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)**

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
6.2	SAN JERONIMO TECUANIPAN	VENTAS, LAS
6.5	SAN JERONIMO TECUANIPAN	REYES TLANECHICOLPAN, LOS
6.9	SAN JERONIMO TECUANIPAN	SAN JERONIMO TECUANIPAN
7.1	SAN JERONIMO TECUANIPAN	TEHUIXTITLA
7.2	SAN JERONIMO TECUANIPAN	SAN PEDRO LOS PINOS
7.5	SAN JERONIMO TECUANIPAN	SAN MIGUEL PAPAXTLA (PAPAXTLA)
8.2	SAN JERONIMO TECUANIPAN	SAN JERONIMO TECUANIPAN

Municipio: San Nicolás de los Ranchos**INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)**

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
7.5	SAN NICOLAS DE LOS RANCHOS	AMANALE (ATLAZOLCO)
8.0	SAN NICOLAS DE LOS RANCHOS	ALTO EL MIRADOR
8.4	SAN NICOLAS DE LOS RANCHOS	SAN NICOLAS DE LOS RANCHOS
8.6	SAN NICOLAS DE LOS RANCHOS	SAN NICOLAS LOS RANCHOS
9.3	SAN NICOLAS DE LOS RANCHOS	SANTIAGO XALITZINTLA

Fuente: Elaboración Cupreder con datos de XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI 2000.

EL VALOR MÁS BAJO INDICA QUE LA LOCALIDAD TIENE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MENOR

EL VALOR CERCANO O IGUAL A 10 INDICA MÁS VULNERABILIDAD A UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA

Municipio: San Salvador el Verde**INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)**

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
4.3	SAN SALVADOR EL VERDE	TIERRA BENDITA
4.5	SAN SALVADOR EL VERDE	SAN JOSE ACUICUILCO (EL RETIRO)
4.6	SAN SALVADOR EL VERDE	SAN LUCAS EL GRANDE
4.9	SAN SALVADOR EL VERDE	ACAMIQUE
5.3	SAN SALVADOR EL VERDE	SAN ANTONIO CHAUTLA
5.4	SAN SALVADOR EL VERDE	SAN SIMON ATZITZINTLA
5.6	SAN SALVADOR EL VERDE	SAN MIGUEL CONTLA
5.7	SAN SALVADOR EL VERDE	TLACOTEPEC DE JOSE MANZO
5.8	SAN SALVADOR EL VERDE	SAN SALVADOR EL VERDE
5.8	SAN SALVADOR EL VERDE	ANALCO DE PONCIANO ARRIAGA
5.9	SAN SALVADOR EL VERDE	POTRERO, EL
6.1	SAN SALVADOR EL VERDE	LADRILLERA, LA
6.1	SAN SALVADOR EL VERDE	GUADALUPE LA ENCINERA
6.2	SAN SALVADOR EL VERDE	SAN GREGORIO AZTOTOACAN
6.4	SAN SALVADOR EL VERDE	CALVARIO, EL
6.8	SAN SALVADOR EL VERDE	RAMIREZ, LOS
7.0	SAN SALVADOR EL VERDE	SAN ANDRES HUEYACATITLA
7.8	SAN SALVADOR EL VERDE	SAN PEDRO MALINALTEPEC

Municipio: Santa Isabel Cholula
INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
5.9	SANTA ISABEL CHOLULA	SAN PABLO AHUATEMPA
6.1	SANTA ISABEL CHOLULA	MIRADOR, EL (COLONIA RANCHO EL MIRADOR)
6.1	SANTA ISABEL CHOLULA	ATOTONILCO
6.3	SANTA ISABEL CHOLULA	SANTA ISABEL CHOLULA
7.0	SANTA ISABEL CHOLULA	SANTA ANA ACOZAUTLA
7.0	SANTA ISABEL CHOLULA	SAN MARTIN TLAMAPA
7.3	SANTA ISABEL CHOLULA	COLONIA TLAMAPA

Municipio: Tlanguismanalco
INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
7.3	TIANGUISMANALCO	SAN ISIDRO TLACXITLA
7.8	TIANGUISMANALCO	SAN FRANCISCO BUENAVISTA
7.8	TIANGUISMANALCO	SAN MARTIN TLAPALA
8.0	TIANGUISMANALCO	RODRIGUISTLA
8.2	TIANGUISMANALCO	TIANGUISMANALCO
8.5	TIANGUISMANALCO	SAN BALTAZAR ATLIMEYAYA
8.6	TIANGUISMANALCO	SAN PEDRO ATLIXCO
8.8	TIANGUISMANALCO	SANTO DOMINGO TENANTITLA

Fuente: Elaboración Cupreder con datos de XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI 2000.

EL VALOR MÁS BAJO INDICA QUE LA LOCALIDAD TIENE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MENOR

EL VALOR CERCANO O IGUAL A 10 INDICA MÁS VULNERABILIDAD A UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA

Municipio: Tlahuapan
INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)

IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
2.8	TLAHUAPAN	SANTA CRUZ MOXOLAHUAC
3/2	TLAHUAPAN	GUADALUPITO LAS DALIAS
3.4	TLAHUAPAN	SAN FRANCISCO LA UNION (SAN VICENTE)
3.7	TLAHUAPAN	CRUCERO DE APAPAXCO
3.8	TLAHUAPAN	PRECIOSITA, LA
4.0	TLAHUAPAN	SAN MARTINITO
4.1	TLAHUAPAN	SANTIAGO COLTZINGO
4.1	TLAHUAPAN	SAN JUAN CUAUHEMOC
4.3	TLAHUAPAN	GUADALUPE ZARAGOZA
4.4	TLAHUAPAN	IGNACIO MANUEL ALTAMIRANO
4.4	TLAHUAPAN	NUEVO TLAHUAPAN (EX-HACIENDA DE SAN LUIS)
4.6	TLAHUAPAN	IGNACIO LOPEZ RAYON (EL GAVILLERO)
4.7	TLAHUAPAN	CANERA, LA
4.7	TLAHUAPAN	PIPIRIN, EL
4.7	TLAHUAPAN	SAN PEDRO MATAMOROS
4.8	TLAHUAPAN	SANTA RITA TLAHUAPAN
4.9	TLAHUAPAN	SAN CAYETANO
5.0	TLAHUAPAN	BENITO JUAREZ

5.4 TLAHUAPAN	SANTA CRUZ OTLATLA
5.9 TLAHUAPAN	SAN MIGUEL TIANGUISTENCO
6.1 TLAHUAPAN	SANTA MARIA TEXMELUCAN
6.4 TLAHUAPAN	SAN RAFAEL IXTAPALUCAN
6.4 TLAHUAPAN	COLUMPIO, EL (KILOMETRO 72)

Municipio: Tochimilco**INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)**

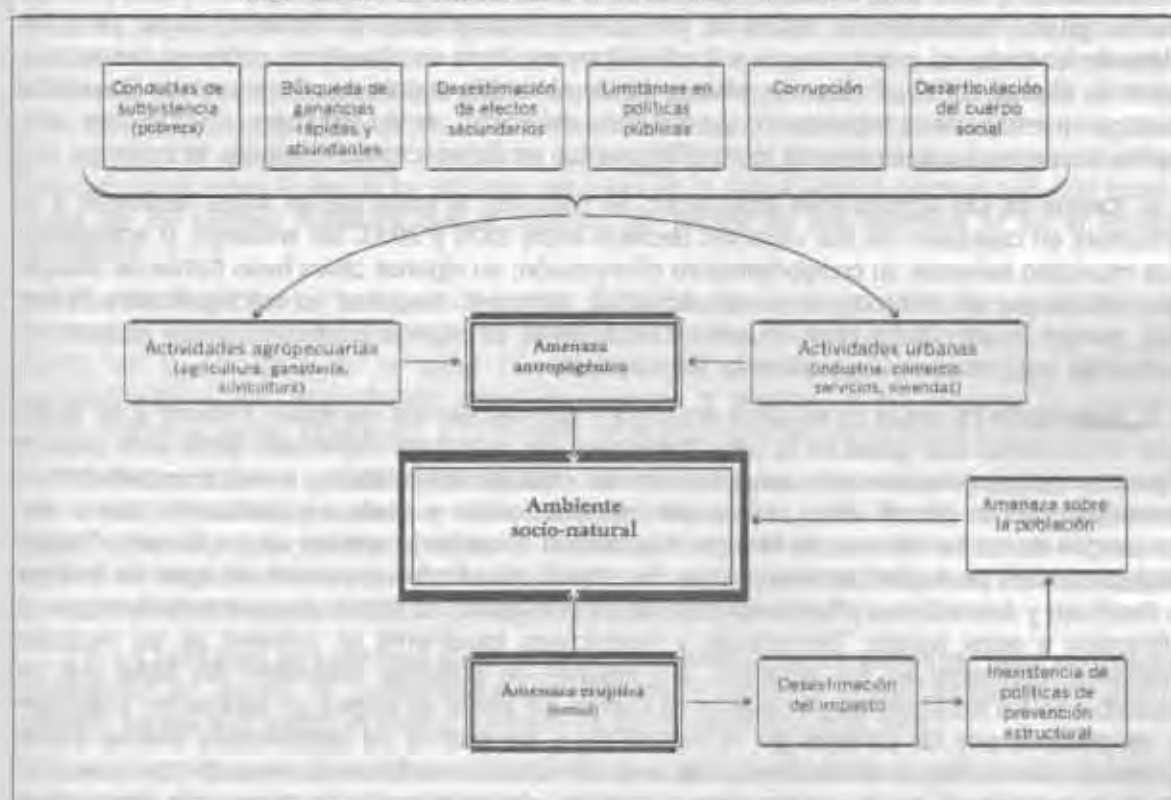
IV	MUNICIPIO	NOMBRE LOCALIDAD
7.9	TOCHIMILCO	SAN LUCAS TULCINGO
7.9	TOCHIMILCO	SAN FRANCISCO HUILANGO
8.2	TOCHIMILCO	SANTIAGO TOCHIMIZOLCO
8.2	TOCHIMILCO	CONCEPCIÓN, LA
8.3	TOCHIMILCO	SAN JUAN TEJUPA
8.4	TOCHIMILCO	SAN ANTONIO ALPANOCAN
8.5	TOCHIMILCO	AMATES, LOS (COLONIA LOS AMATES)
8.7	TOCHIMILCO	TOCHIMILCO
8.7	TOCHIMILCO	SAN MARTIN ZACATEMPA
9.0	TOCHIMILCO	GUADALUPE (COLONIA GUADALUPE)
9.1	TOCHIMILCO	SANTA CATALINA TEPANAPA
9.3	TOCHIMILCO	SAN LORENZO
9.3	TOCHIMILCO	MAGDALENA YANCUITLALPAN, LA
9.4	TOCHIMILCO	TLACUILOCA (SAN JUAN)
9.5	TOCHIMILCO	GUADALUPE CUILOTEPEC (SANTA C. CUILOTEPEC)
9.5	TOCHIMILCO	JERUSALEN
9.5	TOCHIMILCO	SANTA CRUZ CUAUTOMATITLA
9.5	TOCHIMILCO	TEPATLACTITLA
10.0	TOCHIMILCO	TECUANIPA (SAN MIGUEL TECUANIPA)

MODELO CONCEPTUAL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL ÁREA SUJETA AL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Hemos concluido más arriba que el eje principal de la problemática ambiental en la zona estudiada es la pérdida de recursos y la modificación del uso del suelo, disparada por efecto del aprovechamiento no sustentable y la destrucción del recurso maderable. De la utilización excesiva e irracional del bosque se desprenden deterioros de otras especies vegetales y animales, en la calidad y estabilidad de los suelos, en la producción de oxígeno y en la generación del recurso agua. Este daño está repercutiendo cada vez más sobre la calidad de vida de los habitantes más cercanos a los volcanes y también de los que pueblan las grandes ciudades que dependen de este sistema natural.

Desde el punto de vista del riesgo producido por una erupción mayor del Popocatepetl, las condiciones de conjunto, ampliamente analizadas por los autores del presente estudio con anterioridad establecen una situación en la que los pobladores no sólo no han reducido su situación de vulnerabilidad sino que la aumentan. Lo anterior constituye un preocupante cuadro representado por la presión de dos amenazas sobre el sistema siconatural, cuyo esquema reproducimos a continuación.

Esquema de amenazas sobre el ambiente socio-natural en la Sierra Nevada



Fuente: Elaboración de Cupreder.

En un intento por enlistar las causas de esta situación, aunque sin dejar de anotar que se trata de un complejo e imbricado sistema multidireccional, anotamos las siguientes condiciones deteriorantes:

1. SOBREEXPLOTACIÓN DEL BOSQUE. Hay una sensible disminución de la masa forestal, tanto en el período de estudio como en el mapa de deterioro histórico, debido a la prevalencia de un tipo de explotación predominante no sustentable. Hemos planteado que esto no obedece principalmente a la actividad agrícola de los campesinos, sino a la de las compañías y aún a las mafias madereras que usan y abusan de la legislación vigente, e incluso entran en contubernio con funcionarios de los distintos gobiernos. Detrás de la destrucción vegetal siguen la fauna, los suelos —un recurso casi imposible de recuperar— el agua. El avance urbano y sus actividades propias es también una amenaza para la superficie boscosa.

2. GANADERÍA EXTENSIVA. Existe una cantidad no cuantificada de ganado bovino, caprino y lanar que pasta en zonas boscosas. Sus necesidades de sobrevivencia propician que los pastores prendan fuego a los bosques cuando el alimento escasea, justamente en temporada de secas; permite también que los rebaños se coman o destruyan los retoños naturales o los sembrados. Los pastores echan mano de técnicas de manejo no sustentable o agresivo. Los incendios generan no sólo la pérdida de árboles inmediatamente, sino su debilitamiento y consecutiva invasión por plagas oportunistas, así como la reconfiguración de la proporción de los pastos de la zona, aventajando la prosperidad de zacatón y con ello el establecimiento de un obstáculo grave para la reforestación natural. Los incendios son causados también para justificar posteriores permisos forestales en la categoría de "saneamiento".

3. URBANIZACIÓN INCONTROLADA. La mancha urbana es una cada vez más seria amenaza para el ecosistema. El caso más ilustrativo para la zona está en Ixtapaluca, Estado de México, donde grandes grupos habitacionales (quizá 40 mil apartamentos y casas apiñonadas) llegan ya a los límites de los bosques, prácticamente a 2 mil 400 msnm. Pero en municipios poblanos comienza a ocurrir lo mismo; tal es el caso de Atlixco, donde el cabildo aprobó un Programa de Desarrollo Municipal que impulsa la urbanización en dirección del volcán. Amén del riesgo eruptivo que esto implica, la amenaza sobre zonas de recarga de mantos acuíferos y zonas arboladas es evidente.

4. CRISIS DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS. En conjunto, la suma de las áreas dedicadas a la agricultura en cualquiera de sus variantes decreció entre 1976 y 2000. Sin embargo, si analizamos cada municipio hallamos un comportamiento diferenciado; en algunos casos hubo tumba de bosque para cultivar, por ello debe regularse esta actividad, aunque su magnitud no sea significativa. Sobre todo, porque la actividad agrícola puede incluir técnicas de manejo inadecuadas, por ejemplo en pendientes o con el uso de agroquímicos inconvenientes.

5. REDUCCIÓN DE ZONAS DE RECARGA ACUÍFERA Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA. Empieza a ser el del agua un problema muy grave en la zona, tanto para sus habitantes inmediatos como para quienes dependen del aprovisionamiento originado en ella. Muchos manantiales, pozos y escurrimientos disminuyen día a día su aforo, tanto por sobredemanda y mala administración, como por disminución de las condiciones de recarga, ilustrado en el apartado anterior en los llamados "conos de abatimiento". La capital pobлана y otros municipios conurbados dependen del agua de la zona de Nealtican y Acuecomac y Xoxtla en más del 90 por ciento; en Atlixco dependen de Axocopan y Atlimayaya y otros puntos; Texmelucan y Huejotzingo igualmente se proveen de las recargas originadas totalmente en los volcanes: 2.5 millones de poblanos dependen del agua que se encuentra en los acuíferos de esta región. La cuenca del Balsas se origina en esta parte, y también se ve afectada por los cambios en la vegetación y los centros de alimentación hídrica. Como ilustramos más arriba, la contaminación de escurrimientos y acuíferos es un problema creciente. Son la destrucción del bosque y otras áreas naturales y la urbanización las causas más importantes de este proceso.

6. RIESGO A DESASTRE POR ERUPCIÓN. Aunque las condiciones eruptivas tienen mucho de impredecibles, es un hecho que estamos al lado de uno de los volcanes más explosivos del mundo. Los preparativos para el alertamiento y la emergencia son limitados, pero sobre todo el trabajo social con los pobladores en riesgo es del todo insuficiente.

7. POBREZA Y NATURALEZA. Los datos de marginación y de la población en edad de trabajar que se encuentra debajo de la llamada línea de pobreza, y la inequívoca expresión concomitante que es la emigración, explican el comportamiento socioeconómico de los lugareños. Es también la condición de la que se han aprovechado y se aprovechan agentes externos, quienes explotan los recursos naturales sin más propósito que obtener ganancias cuantiosas y rápidamente. Detrás de la calamidad ambiental que padece la zona y de los altos niveles de vulnerabilidad social frente a la amenaza eruptiva está la pobreza y sus secuelas.

8. SALUD DEL BOSQUE Y OTRAS ESPECIES, Y PÉRDIDA DE SUELOS. Los problemas de plagas y falta de saneamiento en la zona de estudio son preocupantes. Suelen multiplicarse por los incendios y otras acciones humanas. También inquieta el aumento de la erosión, que creció significativamente en los 24 años analizados: 697 por ciento. La sobreexplotación del bosque y los incendios forestales son las principales causas de este último fenómeno.

9. ESPECIES ANIMALES EN RIESGO. Varias especies animales han desaparecido hace mucho tiempo de la región analizada (puma, oso, guajolotes silvestres, lobos) y otros se encuentran seriamente amenazados, como el teporingo, el linco y el gato montés, el venado, algunas aves y reptiles y otros. La alteración del hábitat y la caza inmoderada son las razones de ello. Como está dicho en la caracterización, esta región es la de mayor endemismo en todo el país, por ser la frontera entre la región neártica y neártica.

10. EDUCACIÓN FORMAL QUE IGNORA LA CULTURA LOCAL. Sostenemos que existe un grave choque de enfoques y de expectativas de futuro entre la población campesina de la zona y las instituciones urbanas. Se trata de dos "imaginarios" que tienen muy poca área de intersección, lo que dificulta mucho los acuerdos que benefician el entorno siconatural que analizamos. La educación formal es deficiente, si atendemos a las cifras oficiales, y poco contribuye a abrir espacios para la conciencia y el diálogo. Todo ello redundará en una inadecuada integración gobierno-pobladores, una ruptura del tejido social que tiene consecuencias en la inestabilidad del sistema siconatural aquí analizado. Las decisiones sobre el uso de los recursos naturales en la Sierra Nevada siempre han sido tomadas fuera de los núcleos humanos que la habitan, sin pensar en sus intereses ni en el equilibrio ambiental.

11. DEFICIENCIAS EN LA SALUD. Derivado de los dos puntos anteriores, se presentan serios problemas de salud en la zona, que se manifiestan desde una desnutrición más o menos grave hasta en la fragilidad de la salud reproductiva, en dramáticos problemas de alcoholismo generalizado y aún drogadicción entre los jóvenes y adultos, y en cuadros de trastornos psiquiátricos en varias localidades. Ello es parte de la problemática, como causa y como efecto.

12. EXTRACCIÓN DE RECURSOS MINERALES Y EDÁFICOS. Es necesario revisar la calidad y cantidad de recursos minerales y suelo que están siendo extraídos de la zona. Piedra, cacahuatillo/xaltete, tezontle, barro y otros minerales, así como la exacción de suelo para ser llevado como regenerador edáfico en otras zonas es cada vez un fenómeno más generalizado que conlleva en algunos casos reducción de las áreas de captación de agua y pérdida de riqueza biótica en la zona.

13. LA CANTIDAD DE DESECHOS SÓLIDOS ES CONSIDERABLE Y VA EN AUMENTO. Debe conocerse la producción de basura no biodegradable en conjunto y controlar el confinamiento de desechos sólidos, ya que sólo existe un relleno sanitario de los 18 depósitos de la zona.

14. Poca integración institucional. No hay una buena coordinación institucional. Los programas y las acciones se contradicen entre sí muchas veces, y en ocasiones se ofrecen desarrollos gubernamentales inconvenientes para los propósitos de un adecuado ordenamiento del territorio. El vínculo con organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil en general es muy deficiente. La puesta en marcha de los proyectos de desarrollo es vivida por los supuestos beneficiarios como una amenaza, por ejemplo el malogrado proyecto de reubicación de ciertas comunidades hacia la región de Izúcar. La desconfianza de los pobladores hacia las instituciones abarca incluso la instrumentación de los planes de emergencia.

15. NECESIDAD DE REVISIÓN DE NORMAS LEGISLATIVAS. Existen muchas evidencias de que la legislación actual en diversos órdenes no permite regular adecuadamente el uso de los recursos naturales o, incluso, facilita las acciones que han perjudicado los ecosistemas. Hemos señalado ya la descoordinación de dependencias y proyectos particulares de desarrollo, y además de todo ello la ausencia de políticas de prevención de desastre traducidas a líneas programáticas específicas.

En estos 14 puntos tratamos de incluir los aspectos que intervienen en la situación del sistema siconatural analizado. No se presentan como compartimentos estancos, sino como partes de un todo complejo, abigarrado, siempre cambiante. Su comprensión permite incidir en los elementos que configuran los ejes del deterioro ambiental, la desgracia social y la mitigación de la amenaza de desastre.

PROSPECTIVA

ESCENARIO TENDENCIAL

En la metodología de ordenamientos ecológicos del territorio expresada en los términos de referencia de este trabajo se establece como requisito de la fase prospectiva elaborar tres tipos de escenarios básicos: el tendencial, el contextual y el estratégico. En este apartado presentamos el primero.

DEFINICIÓN

Definimos escenario tendencial como la elaboración de una imagen de lo que ocurriría en la zona de estudio desde el punto de vista socio-natural, si las condiciones de modificación de las variables fundamentales continuaran al mismo ritmo que el observado entre 1970-76 y 2000, proyectadas hasta el 2024-25 (la diferencia en los años base empleados depende de la información disponible). Se trataría de un análisis de aproximadamente 50 años.

ESCENARIO TENDENCIAL AMBIENTAL

TENDENCIAS DE CAMBIOS DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO POR REGIONES

ALTA MONTAÑA. En la región de alta montaña encontramos como componentes naturales del paisaje, preferentemente en orden descendente de altitud, a las zonas desprovistas de vegetación, pastizal (la mayor parte pastizal alpino) y el bosque conservado. Sin embargo, el bosque conservado disminuye significativamente mientras aumentan las categorías de bosques con diferentes grados de perturbación, así como el pastizal (principalmente pastizal inducido), la zona desprovista de vegetación y en una magnitud muy pequeña la agricultura anual de temporal. Sólo la pequeña superficie cubierta por bosque con perturbación baja permanece constante.

Las dinámicas predominantes son la transformación del bosque conservado en formas de bosque más abierto y de manera muy importante en pastizal, y una transformación más acelerada de pastizal en zona desprovista de vegetación. Todo esto hace pensar en actividades como tala, pastoreo y quema de pastos, que deterioran los ecosistemas originales. Puede verse que existen tendencias a la recuperación pero son menos que las tendencias al deterioro.

La conversión del bosque conservado a agricultura anual de temporal es comparativamente muy pequeña, pero debe destacarse porque esa actividad es totalmente contraria a la vocación de esta zona. No tenemos datos de qué destino sufra el bosque fuertemente perturbado puesto que esta variedad no existía en 1976.

SOMONTANO. En esta región domina claramente el bosque conservado, que obviamente es el ecosistema original. De los pastizales, sólo unos cuantos corresponden a ecosistemas naturales, principalmente llanos de inundación. Los cambios más notables son la disminución del bosque conservado y el aumento del pastizal, la erosión y los bosques con perturbación media. Existe un ligero aumento de la agricultura permanente de temporal, en las zonas desprovistas de vegetación y en la zona urbana, mientras que la agricultura anual de temporal permanece constante. Hay un ligero incremento de la agricultura permanente de temporal.

En el diagrama de flujo pueden verse claramente dos sumideros: el pastizal y la erosión. Ambos representan un severo deterioro del bosque, aunque con mucho el más grave es la erosión. El único uso productivo de las zonas erosionadas parece ser su transformación en zona urbana, lo que implica un deterioro aún mayor. Claramente la vocación prioritaria de esta zona es forestal. Deberían restringirse a áreas pequeñas, de poca pendiente, con una producción intensiva más que extensiva. Una opción muy

interesante que salta a la vista es la transformación de pastizales en bosque cultivado, como una forma de aprovechamiento más sustentable de esta zona.

-PIE DE MONTE. En el pie de monte la distribución de categorías cambia dramáticamente. Domina la agricultura anual; el bosque conservado tiene todavía un porcentaje significativo, pero tiende a disminuir rápidamente. La agricultura anual tiende también a disminuir. En cambio, aumentan el pastizal, la erosión y la zona urbana.

Los dos procesos más importantes que pueden inferirse del diagrama de flujo son el deterioro del bosque y su conversión a pastizales y zonas erosionadas, y la transformación de zonas agrícolas a zona urbana.

VALLE. En el valle es todavía más la predominancia de la agricultura anual sobre los bosques conservados. Disminuyen el bosque conservado y la agricultura anual de temporal y tienden a aumentar la agricultura de riego y la zona de urbana. A diferencia del pie de monte, el pastizal crece poco y no existe mucha erosión, debido a que las pendientes son menores.

El proceso dominante aquí es la urbanización y el deterioro de pocas zonas que quedan con vegetación natural.

ESCENARIO TENDENCIAL SOCIOECONÓMICO

CRECIMIENTO Y CONCENTRACIÓN DE POBLACIÓN

Durante el periodo 1950-2000, en la zona de estudio se registró un crecimiento de la población, tanto en términos absolutos como respecto a su densidad; también hubo un proceso de transición de lo rural a lo urbano, de manera muy acentuada durante la década de los años noventa. Estas situaciones permiten establecer, de acuerdo con los cálculos realizados, que las tendencias al crecimiento y concentración de la población en el medio urbano continuará presentándose hasta el año 2025, aun cuando, según estimaciones del Consejo Estatal de Población (Coespo), a partir del 2010 el ritmo de crecimiento descenderá notablemente. Esto último se asocia a la tendencia observada en los rangos de edad; es decir, el descenso de la tasa de natalidad hará que para el año 2025 en la zona se presente un franco proceso de envejecimiento de la población.

Los datos disponibles y el trabajo de campo realizado indican que para los próximos 25 años será posible distinguir dos regiones:

1. Una región que tiende a incrementar su población y abarca los municipios ubicados en las faldas del volcán Iztaccihuatl. Éstos se encuentran cerca de la zona industrial en crecimiento que conforma el corredor Huejotzingo-San Martín Texmelucan-Santa Rita Tlahuapan. Las actividades económicas de transformación y las de servicios están adquiriendo mucha importancia pasando a sustituir las actividades agrícolas que hace algunas décadas ocupaban más mano de obra. El aeropuerto internacional, las mejores condiciones de comunicación terrestre y su ubicación dentro de la Región Económica Angelópolis son otros factores importantes que atraerán el crecimiento poblacional.

2. Una región que está disminuyendo su población y que, en general, se encuentra en las faldas del volcán Popocatepetl, principalmente en el sur, donde sólo municipios como Huaquechula y Cohuecan escapan a la generalidad de despoblamiento y abandono de las actividades agropecuarias. En la parte oriente del volcán sólo los municipios de Tecuapán y Santa Isabel Cholula presentarán un incremento importante en su población; es de esperarse que el resto presentará decremento o decrecimiento a partir de 2010; sin embargo, la construcción de la autopista interoceánica llamada también Siglo XXI, que comunica a Puebla capital con Cuernavaca, Morelos y otras ciudades importantes, podría influir para que esa región cambie sus tendencias hacia el crecimiento.

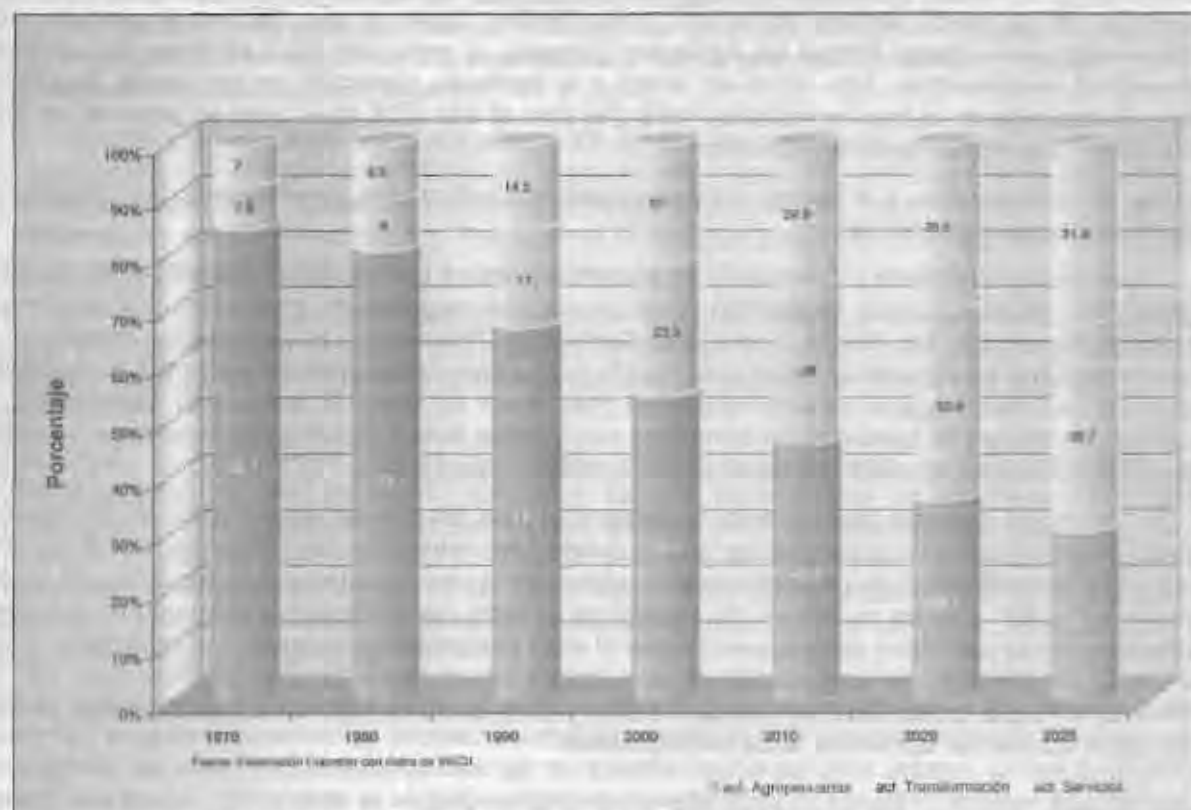
NIVEL DE INGRESO

Respecto al nivel de Ingreso que tiene la población en la zona, encontramos que la mayoría del conjunto de los municipios (83.6 por ciento) tiene ingresos menores a los dos salarios mínimos, lo que la ubica por debajo de la línea de la pobreza por ingreso. Esta tendencia se ve reflejada tanto en los datos de 1990 como en los más actuales que corresponden a 2000. Resalta que un elevado porcentaje de la PEA ocupada (30 por ciento) no recibe ingresos, particularmente trabajadores que se desempeñan en la agricultura y en unidades productivas familiares de subsistencia; otro aspecto importante es que quienes reciben ingresos mayores a 10 salarios mínimos no alcanzan el uno por ciento del total. En tal virtud se estima que para los próximos años no habrá cambios sustanciales al respecto.

Lo anterior se confirma al observar que el grado de marginalidad es muy alto en Acteopan; es alta en nueve municipios, entre los que destacan Huaquechula y Tianguismanalco; es media en siete municipios como en Domingo Arenas y Tlahuapan, y sólo Atlixco y Huejotzingo tienen un grado de marginación baja. Asociado a la marginalidad encontramos que los niveles de bienestar social de la población difícilmente mejorarán entre otras cosas debido a que la casi total transformación del paisaje rural a urbano generará un nuevo uso del suelo, caracterizado por la expansión de los centros urbanos (crecerá la población urbana de 67.2 en el año 2000 a 93 por ciento en el año 2025) donde se incrementará la demanda de la vivienda y los servicios; las condiciones de pobreza junto con la falta de apoyo con recursos públicos impedirán la construcción de obras de infraestructura básica con la consecuente ausencia de obras de drenaje, de redes de distribución de agua potable, de tratamiento de aguas residuales y de desechos sólidos, así como de atención a la educación y a la salud.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS

EVOLUCIÓN Y TENDENCIA DE LA PEA EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS 1970-2025



El comportamiento de la población económicamente activa (PEA) durante el periodo 1970-2000 revela que las actividades agropecuarias descendieron de un 80.7 por ciento a tan sólo el 53.7 por ciento, lo cual indica que si esta tendencia se mantiene, para el año 2025 sólo el 30.1 por ciento de la (PEA) estará ocupado en actividades agropecuarias. Al respecto debe acotarse que según datos de INEGI se calcula que el 30.16 por ciento de la población total de la zona de estudio corresponde a la PEA ocupada; con base en este referente y de acuerdo a las proyecciones calculadas para el crecimiento de la población total, para el año 2025 sólo 38 mil 669 personas desarrollarán actividades agropecuarias, mientras que en el año 2000 las realizaban 60 mil 110 trabajadores. Entre el año 2000 y el 2025, en términos relativos, habrá una diferencia a la baja de 23.6 por ciento y, en términos absolutos, habrá una disminución de 21 mil 431 trabajadores dedicados a las actividades agropecuarias.

Las actividades agrícolas son en su mayoría de temporal (88.04 por ciento). Los cultivos de árboles frutales se incrementaron en 758 hectáreas entre 1980 y el año 2000; de mantenerse esta tendencia, para el año 2025 habrá poco más de 3 mil 400 hectáreas cultivadas. No obstante, la agricultura total ha disminuido en mil 308 hectáreas, es decir aproximadamente el 1.9 por ciento anual; de mantenerse esta tendencia para el año 2025 habrían dejado de sembrarse mil 363.5 hectáreas más, quedando sólo 66 mil 397 hectáreas cultivadas.

Con referencia a la ganadería encontramos una situación igual de desfavorable en todo el país. Desde 1996 Estados Unidos ha incrementado el volumen de sus exportaciones hacia México en un 60 por ciento y en un 36 por ciento en valor. La porcicultura quebró en un 30 por ciento de 15 mil ranchos existentes, en el sector avícola cerraron 300 granjas de mil en 1995, y en general la ganadería redujo su hato en un 30 por ciento. La ganadería de la región es muy atrasada y no solamente incoasteable sino también la más depredadora de los recursos naturales, pues gran parte de las zonas deforestadas en la zona son utilizadas para pastoreo sin control que impide la reforestación natural del propio bosque. La existencia de ganado estabulado no se encuentra como práctica común, más bien existe la ganadería familiar de traspato y extensiva.

Con respecto a la actividad silvícola, encontramos que la explotación forestal acumulada durante el periodo comprendido entre 1988 y 2001 (Semamap no ofrece datos para los años 1989 y 1990) fue superior a los 750 mil metros cúbicos de madera, equivalente a poco más de 750 hectáreas de bosque que junto con la tala clandestina equivale al doble de hectáreas deforestadas. Con base en estos datos, las tendencias indican que para el año 2025 se habrán deforestado aproximadamente 3 mil 800 hectáreas de bosque. Las consecuencias para los recursos naturales serán dramáticas, la pérdida de bosques alterará enormemente los ecosistemas existentes, la recarga de los mantos acuíferos se verá disminuida, el hábitat de la flora y la fauna se verá alterado y las especies existentes se verán amenazadas y en peligro de extinción; la erosión incrementará notablemente.

Estos procesos impactarán las bases de reproducción material de la economía campesina, presionarán en pro de un uso inadecuado de los recursos naturales, particularmente sobre las tierras pobres y se acentuará la disputa por el control de los recursos naturales como parte del proceso de expropiación de los recursos en manos de los campesinos. La pobreza rural estará asociada a un incremento de la presión sobre los recursos naturales.

La crisis de la agricultura se acentuará más debido al proceso de privatización que se dará a partir de las reformas al artículo 27 constitucional, a la orientación de la producción de acuerdo a las condiciones del mercado internacional, así como a la restricción de créditos para la producción. Todo en conjunto acentuará los procesos más negativos manteniendo o ampliando la población en situación de pobreza.

Las actividades relacionadas con la transformación tienen lugar principalmente en la región del Iztaaccihuatl; sin embargo, en términos de número de empleados (25 por ciento) todavía no son mayoría respecto al total. Los municipios más relevantes son Huejotzingo, Chiantzingo, Tlahuapán y El Verde. En esta región se encuentran talleres de transformación de madera, unidades de producción de alimentos y bebidas, textiles y confección de prendas de vestir, también las relacionadas con la construcción y los metálicos, desde talleres de herrería hasta de fabricación de estructuras. Sin embargo las tendencias para

el año 2025 indican que el número de establecimientos industriales y el porcentaje de la PEA se incrementará.

En la parte del volcán Popocatepetl sólo encontramos a municipios aislados como Acteopan, Cohuecan y Nealtican, con un importante porcentaje de la PEA ubicado en las actividades de transformación, principalmente en el área de la construcción y en la transformación de arcilla para la alfarería.

Si las condiciones no cambian, para el año 2025 los servicios absorberán el 31.8 por ciento del total de la PEA dejando de ser el 21 por ciento que en el año 2000 representaban. Estas actividades están relacionadas con los transportes, comercio y todo tipo de servicios como los de salud de educación, de gobierno y profesionales. La presencia de estas actividades está relacionada con las ciudades más importantes como Atlixco y Huejotzingo.

Finalmente, debe quedar claro que en la situación socioeconómica actual y futura de la zona de estudio influirán aspectos económicos que trascienden las especificidades de la región.

ESCENARIO CONTEXTUAL

Los sistemas, como totalidades organizadas, no funcionan en el vacío. El funcionamiento de un sistema complejo consiste en un conjunto de actividades que interactúan con las actividades de otros sistemas. Estas interacciones determinan flujos de entrada y salida del sistema, y son de muy diversos tipos: energía, materia, personas, créditos, paquetes tecnológicos, productos que salen de la región, ganancias, políticas, etcétera. El conjunto de esos flujos constituye las condiciones de contorno.

Podemos entender, entonces, que el escenario contextual recupera las interacciones y los flujos de entrada y salida del sistema, los procesos y mecanismos de ello. Los términos de referencia sí definen claramente estos conceptos:

"Un proceso es un cambio o una serie de cambios que son el resultado de acciones generadas por relaciones causales entre eventos naturales o generados por el hombre. Un ejemplo de un proceso puede ser la erosión del suelo, la ganaderización, etcétera.

"Un mecanismo es la forma en la cual conjuntos de procesos mutuamente adaptados están interconectados para producir un resultado identificable."

Asimismo, están definidos los niveles de los procesos:

"Procesos de primer nivel, son los cambios que afectan al medio natural dentro de los límites adoptados, así como a las relaciones socio-económicas de la población dentro del área y a sus condiciones de vida. En general, esos procesos están asociados con modificaciones introducidas en el subsistema productivo de la región.

"Procesos de segundo nivel son los cambios introducidos en el sistema productivo, tales como la introducción de cultivos comerciales, industrializados, o la emergencia de ciertos 'polos de desarrollo' y que generan procesos significativos de primer nivel.

"Procesos de tercer nivel son cambios en las políticas nacionales de desarrollo, en el comercio internacional, en los flujos de capitales, etc., que determinan cambios en los procesos de segundo nivel."

A partir de estas definiciones, construimos el escenario contextual recuperando procesos y mecanismos de segundo y tercer nivel, y ubicándolos según correspondan a las dimensiones natural, de riesgo, económica, sociopolítica. Los procesos suelen corresponder a dos o más de estas dimensiones, así hemos procurado señalarlo para hacer evidente la complejidad de las interacciones.

Como resultado hemos obtenido una telaraña de relaciones que nos permite ver las transformaciones contextuales pertinentes al sistema o directamente relacionados con él, en el periodo temporal que el trabajo abarca, es decir, de la década de los 70 hasta nuestros días.

EXPONIENDO EL ESCENARIO DE CONTEXTO

1. La importancia del escenario contextual tiene que ver con establecer las relaciones más importantes de intercambio entre el sistema en estudio, considerado como un todo, y su entorno. El recorte con respecto a dichas relaciones está dado por el impacto que los cambios que esas relaciones prefiguran en las cuatro dimensiones que tomamos en cuenta para el análisis del sistema: riesgo, natural, económica y sociopolítica.
2. Las relaciones no están acotadas en un subsistema o dimensión única, más bien en ellas encontramos la evidencia de la complejidad del escenario contextual, estructurado por procesos y mecanismos intersubstémicos, siendo el recorte temporal de 1970 a 2000.

MATRIZ DEL ESCENARIO DE CONTEXTO

Calificación del nivel del proceso	Dimensión de riesgo	Dimensión natural	Dimensión económica	Dimensión sociopolítica
Proceso de tercer nivel			BID: las causas de la migración campo-ciudad son la industrialización y las políticas económicas gubernamentales. Durante los años 70 la agricultura en México era aún una fuente de recursos tanto humanos como materiales para el avance de los demás sectores económicos. En el marco del modelo de sustitución de importaciones, la protección a la industria implicaba una desprotección a la agricultura. Las condiciones macroeconómicas eran favorables a ese objetivo.	
Proceso de tercer nivel			La crisis de mediados de los 80 dejó ver una agricultura polarizada y bimodal: un reducido número de empresarios agrícolas, que produce intensivamente en zonas de riego, por un lado, y por otro productores con limitada extensión territorial con cultivos de subsistencia. Esta última ocupa porciones sobre líderes.	
Proceso de tercer nivel			1982: Crisis de endeudamiento. Los cambios en la economía mexicana se asocian al agotamiento de un modelo de desarrollo basado en el crecimiento hacia adentro, con altos niveles de protección comercial y un destacado papel del Estado en el conjunto de la economía.	
Proceso de tercer nivel			La estrategia de sustitución de importaciones agravó el problema de falta de divisas, las dificultades económicas asociadas a situaciones de insolvencia financiera estimularon las políticas comerciales que buscaban abastecer las necesidades internas a partir de la importación de granos más baratos, en lugar de estimular la producción nacional.	

Calificación del nivel del proceso	Dimensión de riesgo	Dimensión natural	Dimensión económica	Dimensión sociopolítica
Proceso de tercer nivel			La modificación de la economía campesina implica una ruptura cultural de las formas de comportamiento económico, de los mecanismos de interacción con el mundo, de los modos de vida y de pensar. La profunda modificación que ha sufrido la economía campesina es la pérdida de la autonomía, lo que supone su integración al circuito del capital.	
Proceso de segundo nivel			La composición del empleo y el ingreso de las familias depende de sus recursos naturales. Las familias minifundistas viven de la agricultura pero sobre todo de ingresos extraparciales.	
Proceso de tercer nivel			La nueva estrategia económica intenta lograr una especialización creciente en las ramas de la actividad en las que pueden existir ventajas comparativas.	
Proceso de tercer nivel			1986: México se afilia al GATT	
Proceso de tercer nivel			La nueva política gubernamental se inscribe en el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 y queda plasmada en el PROMAMOCA. Plantea apoyar la industria rural y la agroindustria y el desarrollo de corredores agroindustriales.	
			El Programa Nacional de Solidaridad fue diseñado para atender a la población campesina de zonas marginadas	
			1992: Reforma al artículo 27 constitucional. Concede definitividad a los derechos individuales de los ejidatarios. Permite la propiedad de sociedades. La tierra puede permanecer como ejido o, en asamblea, decidir su desincorporación de esta figura, y venta o hipotecarla a cualquiera.	
			En materia forestal, el PROMAMOCA plantea la necesidad de formular criterios para la ordenación territorial por cuencas hidrográficas. Esto queda plasmado en la Ley Forestal publicada en 1992.	
			Las reformas al artículo 27 constitucional y la Ley Agraria permiten en materia forestal:	
			Crear la pequeña propiedad forestal	
			Poner fin al reparto	
			Asociar libremente ejidatarios y comuneros para aprovechar, mantener y renovar los recursos forestales del país	
			Abrir la puerta para el desarrollo de plantaciones comerciales en extensiones equivalentes a 25 veces el tamaño de la pequeña propiedad forestal	

Calificación del nivel del proceso	Dimensión de riesgo	Dimensión natural	Dimensión económica	Dimensión sociopolítica
Proceso de tercer nivel		Diciembre de 1993: firma del Tratado de Libre Comercio para América del Norte. La firma es parte de las políticas de liberalización comercial iniciadas en 1986.	En el caso del maíz, el TLC estableció en un inicio un arancel del 215%.	
Proceso de tercer nivel			1993. Procampo, programa de apoyo directo a los productores rurales. Complemento de las reformas a la legislación agraria y de los nuevos programas como Apoyo a la Producción y Empresas en Solidaridad, Procede. El programa está establecido a 15 años.	
Proceso de tercer nivel			1995. Alianza para el Campo. Se propone: Recuperar la rentabilidad Hacer crecer la producción más rápido que la población Combatir la pobreza Corregir el déficit en la balanza agroalimentaria Proporcionar a la población alimentos a precios competitivos.	
Proceso de tercer nivel			Produce. Tres modalidades: Para la capitalización Para la reconversión productiva (orientada por el mercado y la rentabilidad) Para la preservación de los recursos naturales.	
Proceso de tercer nivel		2000. Plan Puebla Panamá		

Calificación del nivel del proceso	Dimensión de riesgo	Dimensión natural	Dimensión económica	Dimensión sociopolítica
Proceso de segundo nivel				Coespo: en 1970, de los 18 municipios en estudio, 240 eran rurales y 14 urbanas. En 1990, eran 240 localidades rurales y 25 urbanas. En 2000 existían 410 localidades rurales y 35 urbanas.
Proceso de segundo nivel				Coespo: en 1970, 44.2% de la población era urbana y 55.8% era rural. En 1990 la proporción era 46.8 y 53.2%. En 2000 la proporción fue 67.2 y 32.8%.
Proceso de segundo nivel	Los expertos han detectado actividad reciente en el volcán Popocatepetl desde 1994.			
Proceso de segundo nivel	El inicio de la actividad consistió en el ascenso de magma hacia la superficie del volcán y la fractura del tapón. A ello siguió una fase de formación y destrucción parcial de domos.			
Proceso de segundo nivel	A partir de 2001 el volumen de material magmático que ha llegado a la base del cráter ha disminuido			
Proceso de segundo nivel	El análisis de los trenores entre 2002 y 2003 muestran que los eventos explosivos corresponden a ciclos eruptivos con una duración de 9 a 10 meses.			
Proceso de segundo nivel	Están definidas tres zonas de impacto de los peligros: Zona proximal, cubre una superficie desde el cráter de 9924.98 has. Se asocia a flujos piroclásticos, proyectiles balísticos, lahares, caída de ceniza, sismos. Zona intermedia, se extiende desde los 220msnm hasta dos 2750, superficie de 43,212.3 has. Se asocia a lahares, sismos, caída de ceniza. Zona distal, limitada hasta una distancia de 35 km hacia el Este-Moreste y hacia Occidente su extensión se limita a unos 15 km. Se asocia a caída de ceniza			
Proceso de tercer nivel	En 1994 y en 2000 el gobierno federal ejecutó sendas evacuaciones -----			---- cuyo costo fue en detrimento de la credibilidad de las autoridades entre los vecinos del volcán.

Calificación del nivel del proceso	Dimensión de riesgo	Dimensión natural	Dimensión económica	Dimensión sociopolítica
Proceso de tercer nivel	El gobierno federal y el estatal en Puebla anunciaron en 2001 una inversión determinada para disminuir la vulnerabilidad en el pueblo de Santiago Xaltzilintla, -			— construyendo un espacio de refugio. La obra está inconclusa, lo que repercute en la credibilidad de esas instancias.
Proceso de segundo nivel	Hasta ahora, la población en riesgo se resiste en general a las evacuaciones recomendadas por ----			— los vulcanólogos del Cenapred y ordenadas por los poderes federal y estatal.
Proceso de tercer nivel		En México, el 66% del total de agua consumida actualmente proviene de los bosques y selvas del país.		
Proceso de tercer nivel			Banco Mundial: 18 millones de selvas en 1995; en 2001 la cifra se redujo a 10 millones.	El 80% de los bosques y selvas en México pertenecen a ejidos y comunidades
Proceso de tercer nivel		PNUMA: México tiene como principal presión la destrucción de los bosques y la consiguiente pérdida del hábitat.		
Proceso de tercer nivel		La producción comercial en silvicultura representa el 0.4% del PIB mundial; el empleo escalonado mundial asciende a unos 3 millones de trabajadores. Los trabajos de subsistencia no remunerados (recolección) representan el equivalente del trabajo completo de unos 14 millones de personas, el 90% de las cuales viven en países en desarrollo.		
Proceso de segundo nivel		En Puebla, entre 1993 y 2000 la tasa de crecimiento anual de la industria mueblera fue del 181.5%. En 2000 fueron los muebles rústicos de madera la tercera rama en importancia en las exportaciones, sólo después de la automovilística y textil.		
Proceso de segundo nivel		En el municipio de Chilpilo, en la falda del volcán, existen 70 empresas exportadoras importantes. Tres son las más fuertes: Segusino, Rústicos Chilpilo y Rústicos Santa Fe.		
Proceso de tercer nivel		La madera empleada en estas industrias es importada de El, debido a que la producción nacional es escasa e ilegal en su mayoría. La mano de obra ha sido sustituida por maquinaria hasta en un 50%.		
Proceso de tercer nivel		Profepa: entre el 60 y el 70 por ciento de las riadaderas que se consumen en el país proviene de bosques explotados ilegalmente.		

Calificación del nivel del proceso	Dimensión de riesgo	Dimensión natural	Dimensión económica	Dimensión sociopolítica
Proceso de tercer nivel		Después de El Jaj, México es uno de los principales aportantes de gases por quema de combustibles fósiles y por quema de la biomasa que ocasiona cambios en el uso del suelo.		
Proceso de tercer nivel		La aceleración del proceso de globalización económica y del deterioro ambiental genera una mayor interdependencia ecológica y económica.		
Proceso de tercer nivel		1972. Conferencia de Estocolmo. Proceso de generación de acuerdos ambientales internacionales. Es creado el PNUMA con el propósito de introducir y fortalecer las capacidades para la gestión ambiental dentro del Sistema de las Naciones Unidas y facilitar la negociación de dichos acuerdos.		
Proceso de tercer nivel		Década de los 80. Los acuerdos ambientales adquieren un carácter plenamente multilateral con el objetivo de proteger los bienes y servicios ambientales de cada país.		
	1992. Cumbre de la Tierra. Nueva generación de acuerdos ambientales multilaterales que se traducen en agendas específicas para la gestión ambiental; acuerdos incorporan el desarrollo sustentable como meta principal.			
	Acuerdos:			
Proceso de tercer nivel	Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo Programa 21 Declaración sobre principios relativos a los bosques Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Convenio sobre la Diversidad Biológica			
Proceso de tercer nivel		En el seguimiento del Convenio sobre la Diversidad Biológica no se ha expresado sus objetivos en términos cuantificables y geográficos; no se ha articulado realmente con otras convenciones vinculadas a la conservación de la naturaleza.		
Proceso de tercer nivel		Imperativos adicionales de la Cumbre de la Tierra: Es pretendido un desarrollo internacional más proactivo a fin de proteger los bienes públicos globales sobre la base de esquemas multilaterales innovadores Es propiciado un papel cada vez más protagónico del sector privado en algunos acuerdos multilaterales y sus protocolos; Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Protocolo de Kyoto, Convenio sobre la Diversidad Biológica, Protocolo de Cartagena.		
Proceso de tercer nivel	Después de Río. Acuerdos multilaterales con énfasis en amenazas ambientales.			
Proceso de tercer nivel		Creación de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible para dar seguimiento a los acuerdos logrados. Dificultades de operación por la "ambientalización" del concepto de sostenibilidad del desarrollo y la poca integración con las políticas socioeconómicas.		
Proceso de tercer nivel		2002. Cumbre de Johannesburgo. Nuevas metas (entre otras): Reducir a la mitad para 2015 el número de personas sin acceso a servicios básicos de saneamiento Utilizar productos químicos para 2020 siguiendo métodos que no tengan efectos negativos sobre la salud humana Lograr para 2010 una reducción importante de la tasa actual de la pérdida de diversidad biológica. El sector privado es el actor llamado a resolver el problema de la exclusión de gran parte de la población mundial. Contexto de discusión acerca de la necesidad de regular todo tipo de mercados.		

Calificación del nivel del proceso	Dimensión de riesgo	Dimensión natural	Dimensión económica	Dimensión sociopolítica
Proceso de tercer nivel		Segue pendiente la incorporación en los procesos de producción de los costos ambientales, a fin de expresar a plenitud la pérdida de recursos y la degradación ambiental.		
Proceso de tercer nivel		Existen más de 500 instrumentos legales frecuentemente no contactados entre sí en la práctica: "congestión de tratados". En el periodo 1970-2000 la relación entre los acuerdos ambientales multilaterales y los económicos no ha sido evidente, sobre todo con los comerciales. La dimensión ambiental se interpretó en muchas ocasiones como una amenaza al logro de objetivos y metas económicas.		
Proceso de tercer nivel		En contraste con el sistema multilateral de comercio, el manejo de los asuntos ambientales internacionales tiene una estructura dispersa, con escasa coherencia.		
Proceso de tercer nivel		Los apoyos financieros internacionales destinados a medio ambiente siguen siendo relativamente escasos.	México ha ratificado 9 de los 10 acuerdos ambientales multilaterales jurídicamente vinculantes. Sin embargo, la instrumentación es limitada.	
Proceso de tercer nivel			LEGEPRA, en su reciente reforma (2003), involucra la participación de los tres niveles de gobierno para diseñar, desarrollar y aplicar instrumentos económicos que incentiven el cambio de conductas para realizar actividades industriales, comerciales y de servicios con el propósito de aplicar acciones conjuntas para proteger el ambiente.	
Proceso de tercer nivel			Establece la estrategia de la norma de naturaleza pretrial: el que contamina, paga, el que conserva, se beneficia	
Proceso de tercer nivel			Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales y sus recursos.	
Proceso de tercer nivel			En su reciente reforma, integra a los ejidos y comunidades indígenas para realizar acciones conjuntas con el Estado.	
Proceso de tercer nivel			La Ley Forestal considera el pago de servicios ambientales, que se definen como aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales.	
Proceso de tercer nivel			El pago de servicio ambientales está planteado con dirección a los sectores económicos estratégicos: silvícolas certificados, turismo, comercio de productos orgánicos.	La nueva Ley Forestal carece de reglamento
Proceso de segundo nivel		Las transformaciones que sufren las regiones al urbanizarse propician paulatinos cambios en los microclimas de las cuencas y subcuencas. Existen 35 zonas urbanas en la zona de estudio.		

Calificación del nivel del proceso	Dimensión de riesgo	Dimensión natural	Dimensión económica	Dimensión sociopolítica
Proceso de segundo nivel	L. disposición de desechos es en tiraderos a cielo abierto; a lo largo de los años, nuevos hábitos de consumo han introducido en la basura elementos de difícil degradación.	La progresiva urbanización conduce a que el espacio abierto se vea afectado por una compactación del suelo que deriva en la disminución de la capacidad de absorción del suelo y de absorción de agua.		
Proceso de segundo nivel		Los nuevos asentamientos humanos que no ocupan suelos agrícolas han sido creados sobre las laderas de las cuencas, sin tomar las previsiones adecuadas en relación con el problema de escorrentía y de la erosión hídrica que generan la deforestación y la construcción en áreas de fuerte pendiente.		
Proceso de segundo nivel		La demanda de madera proviene de las industrias establecidas fuera de la zona y que satisfacen las necesidades principalmente de la población urbana.		
Proceso de segundo nivel			Coespo: Huauquechula, Atlixihucan, Nealtican, Tanguismanalco, Tochimilco y Atlixco tienen un grado de intensidad migratoria muy alta, principalmente a EU.	
Proceso de segundo nivel			Los estratos de dinero provenientes de la población migrante se reflejan en mejoras en la comunidad (casas habitación o espacios públicos) o en inversiones personales o grupales en empresas.	
Proceso de segundo nivel			Las ciudades como Puebla, San Martín Texmelucan, México son destino de familias migrantes que, sin abandonar del todo sus propiedades, buscan establecerse también en sitios en donde hay mejor dotación de infraestructura y servicios y donde están localizadas las principales fuentes de generación de los nuevos empleos.	
Proceso de segundo nivel			La migración regional o al extranjero ha provocado cambios en los patrones culturales e identitarios, y en las formas de organización locales; ha hecho surgir nuevos liderazgos y hecho relevantes a actores diversos.	
Proceso de segundo nivel	El impacto de la urbanización en el medio ambiente impone un nuevo medio edificado sobre paisajes y ecosistemas naturales: nuevos asentamientos en Atlixco, autopista intercruzal en el sur del volcán.			
Proceso de segundo nivel			Los esquemas de desarrollo que se traducen en obras que transforman el paisaje y disponen de los recursos naturales responden mayormente a las necesidades metropolitanas. Ejemplo: extracción de agua de Nealtican y Acuecomac (1994) para surtir al sur de la megalópolis poblarana. Decisiones de esta naturaleza han sido motivo de resistencia por parte de las comunidades que se sienten afectadas.	

MODELOS DE DESARROLLO ECONÓMICO, MEDIO AMBIENTE, SITUACIÓN SOCIOPOLÍTICA Y DE RIESGO

Es posible establecer un primer gran eje de contexto, que indudablemente tiene en los cambios macroeconómicos los elementos que le dan tinte. Los distintos modelos de desarrollo puestos en marcha por el Estado mexicano en las sucesivas administraciones desde finales de los años 60 hasta 2000 han proporcionado el marco que determina las políticas con relación al medio ambiente y, por lo tanto, con relación al sistema que denominamos "región del volcán Popocatepetl y su zona de influencia". El impacto de las políticas de desarrollo no se limita a la dimensión natural, sino que abarca las dimensiones económica, sociopolítica y de riesgo.

En términos generales, el Estado mexicano de beneficencia ha dado paso al Estado nacional de competencia; ello significa que las políticas de desarrollo promueven precisamente la contracción de las obligaciones del Estado o bien su compartición con el sector privado. A escala internacional, dos grandes impulsos son el motor de los cambios: la liberalización de los mercados, en lo que concierne al establecimiento del modelo capitalista neoliberal, y la disputa por los recursos naturales, en un intento de internalizar en el modo de producción capitalista dichos recursos y con la lógica de que los esfuerzos de carácter privado son los que permitirán la mejor conservación de los bienes de la naturaleza. De este último aspecto nos ocupamos más adelante.

La administración hoy en funciones en el Poder Ejecutivo mexicano declaró como prioridad de su gobierno impulsar programas de desarrollo como el Plan Puebla Panamá, cuya importancia estriba no sólo en su radicación territorial transnacional, sino también en que representa la continuidad de los planes de desarrollo perfilados por administraciones anteriores a la panista —a saber, Tratado de Libre Comercio de América del Norte y, antes, el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio—, con base en diagnósticos y propuestas de solución ante el aparente "atraso" del sur de la república Mexicana con relación al norte. Después de la difusión del plan maestro general, poco más ha hecho en apariencia la presente administración; sin embargo, el mismo plan general implica un ordenamiento del territorio que tiene como objetivo final insertar por completo al país a los circuitos de mercado internacionales. El Plan Puebla Panamá fue presentado en su momento con un peso similar al del Plan Nacional de Desarrollo, precisamente por su alcance territorial. Aunque no es explícito, probablemente el interés del Ejecutivo Federal por avanzar en los ordenamientos territoriales tenga que ver con los mencionados planes de desarrollo.

LOS ACUERDOS INTERNACIONALES SOBRE MEDIO AMBIENTE

Desde 1972, con la Conferencia de Estocolmo sobre medio ambiente, la comunidad internacional representada por los gobiernos de los países hizo público su interés por preservar el medio ambiente. Hay una transición entre las primeras preocupaciones, esencialmente ambientalistas, y las que cristalizaron en la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, 1992. Esta nueva generación de acuerdos ambientales reconoce un poco más las implicaciones de las políticas económicas sobre el medio ambiente, y encuentra como solución la inversión en el manejo de los recursos naturales por parte de las grandes compañías transnacionales, de manera que puedan "retribuir" sus ganancias restañando daños ambientales. Los acuerdos de Río contienen los siguientes imperativos: es pretendido un desempeño internacional más proactivo a fin de proteger los bienes públicos globales sobre la base de esquemas multilaterales innovadores; es propiciado un papel más protagónico del sector privado en algunos acuerdos multilaterales y sus protocolos: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Protocolo de Kyoto, Convenio sobre la Diversidad Biológica. El pago de servicios ambientales es presentado como una salida importantísima para el manejo de los recursos naturales; esto último tiene gran importancia para la zona de este estudio porque para las regiones forestales el pago de dichos servicios se vuelve casi una receta de los modelos de ordenamiento.

EL MODELO ECONÓMICO NACIONAL

En México, la crisis del modelo de sustitución de importaciones¹ derivó en la pérdida de la soberanía alimentaria y la creciente dependencia del exterior. La crisis dejó ver también una agricultura polarizada y bimodal: un reducido grupo de empresarios agrícolas que produce intensivamente en zonas de riego, mientras productores con limitada extensión territorial mantienen cultivos de subsistencia. El saldo del modelo de sustitución de importaciones, aún antes de su crisis, representa un descuido de la agricultura en el sentido de que esta actividad productiva subsidio el crecimiento industrial, lo que favoreció la polarización descrita líneas arriba. Los productores en la falda del volcán están en su mayoría inscritos en la segunda categoría, con excepciones como los productores de flor y de hortalizas de los valles de Atlixco.

La crisis de endeudamiento de principios de los 80 dio paso a un nuevo modelo de desarrollo decidido por las nuevas administraciones estatales, las cuales, en consonancia con las políticas internacionales de liberalización de los mercados, intentan lograr una especialización creciente en las ramas de la actividad en las que pueden existir ventajas comparativas. De ahí la firma de acuerdos internacionales para "abrir la nación a los mercados": en 1986 México se afilió al GATT y en 1993, como culminación de una serie de negociaciones, México, Estados Unidos y Canadá firmaron el Tratado de Libre Comercio para América del Norte.

Las repercusiones del establecimiento de esta política económica sucedieron aún antes: preparando el terreno para garantizar una inversión en el campo que lo hiciera "verdaderamente productivo", en 1992 fue reformado el artículo 27 constitucional. Entre otros efectos, la reforma permitió la venta o enajenación del patrimonio de los ejidatarios. En materia forestal, los cambios constitucionales permitieron la entrada formal del capital privado a la explotación de esos recursos, mediante la adquisición de los predios de quienes estuvieran dispuestos a vender.

Con los cambios en la legislación constitucional, las políticas de desarrollo para el campo no hicieron sino prolongar el abandono del campo, a pesar de los apoyos emergentes que fueron diseñados. Esto se explica de la siguiente manera: si bajo el modelo de sustitución de importaciones el campo mexicano subsidio el desarrollo industrial sin que hubiera una atención adecuada para asegurar la soberanía y la suficiencia alimentaria, con el nuevo modelo de fin de reparto agrario y privatización de la propiedad ejidal la apuesta fue que la capitalización por parte de quienes tuvieran a mano el recurso monetario redundaría en un torrente de inversión que en automático sacaría al campo mexicano de la crisis. De ahí el retiro del Estado benefactor y la apuesta a las fuerzas del mercado.

HACIA LA PROGRESIVA URBANIZACIÓN

Los cambios en la legislación agraria abrieron para la zona del volcán Popocatepetl la posibilidad de venta de los terrenos antes ejidales invitando con ello al abandono de la actividad agrícola, en mayor o menor grado —cada subregión tiene sus particularidades— y a la conversión del uso de dichos predios en urbanos. El avance del proceso de certificación ha sido paulatino, persistiendo sin embargo la tendencia a proteger el estatus de los bienes comunales. La posibilidad de vender la tierra constituye un fuerte impulso al abandono del campo y a la consecuente urbanización de los predios antes agrícolas, con las consecuencias sobre el medio ambiente que conocemos.

En cualquier caso, la profunda modificación que ha sufrido la economía campesina es la pérdida de la autonomía, lo que supone su integración al circuito del capital. Esto se ve reflejado en la creciente migración, temporal o definitiva, con destinos nacionales o extranjeros, y en el cambio de uso del suelo, sobre todo en el valle y el pie de monte, de los predios agrícolas, con el consecuente crecimiento de las manchas urbanas. Las ciudades como Puebla, Texmelucan o México son destino de familias migrantes

¹ La estrategia de sustitución de importaciones agravó el problema de falta de divisas: las dificultades económicas asociadas a situaciones de insolvencia financiera estimularon las políticas comerciales que buscaban abastecer las necesidades internas a partir de la importación de granos más baratos, en lugar de estimular la producción nacional.

que, sin abandonar del todo sus propiedades, buscan establecerse también en sitios en donde hay mejor dotación de infraestructura y servicios y donde están localizadas las principales fuentes de generación de los nuevos empleos.

Los impactos son complejos, como lo son las respuestas de resistencia: a pesar de la migración, los campesinos persisten en cultivar parcelas de autoconsumo, y a pesar de la posibilidad de privatización, la venta de los predios no ha sido tan copiosa como se esperaba a principios de la década de los 90, lo cual habla de una fuerte relación identitaria con la tierra, a la que se le asigna un valor mucho más allá de recurso económico. Empero, importa para este trabajo de ordenamiento señalar como mecanismo de la creciente presión sobre los recursos naturales el cambio en la legislación fiado en las facultades del libre mercado como solución a los problemas de capitalización del campo.

La progresiva urbanización ha conducido a que el espacio abierto se vea afectado por una compactación del suelo que deriva en la disminución de la capacidad de aireación del suelo y de absorción de agua. Los nuevos asentamientos humanos que no ocupan suelos agrícolas han sido creados sobre las laderas de las cuencas, sin tomar las previsiones adecuadas en relación con el problema de escorrentía y de la erosión hídrica que generan la deforestación y la construcción en áreas de fuerte pendiente.

LA ARTICULACIÓN DE PROGRAMAS PARA EL DESARROLLO Y LA GESTIÓN DEL RIESGO

México ha ratificado 9 de los 10 acuerdos ambientales multilaterales jurídicamente vinculantes. Sin embargo, la instrumentación de estos acuerdos deja qué desear. No es suficiente que en los distintos programas se haga mención de coordinación interinstitucional, de coordinación entre Federación, estados y municipios y de la concertación con los sectores social y privado, como tampoco lo es que se expongan líneas de estrategia y objetivos, porque estamos ante una contradicción: los fundamentos programáticos tomados aisladamente darían idea de congruencia institucional, pero cuando los analizamos en sus interrelaciones, constatamos que existen problemas de duplicidad de funciones, bases legales que se contradicen entre sí, falta de claridad en los compromisos operativos, falta de recursos financieros, institucionales, materiales y humanos, etcétera.

Si a ello agregamos el problema de que los cargos institucionales de mayor jerarquía tienen que ver más con la formación de equipos políticos que compiten entre sí más que asumir compromisos en aras del interés público y el bienestar de la nación, comprenderemos porqué en el periodo 2001-2006 las inercias prevalecerán, dada la desarticulación e insustentabilidad de la política ambiental, que además de estar acotada por las diversas políticas sectoriales aquí analizadas, está respondiendo principalmente a intereses coyunturales de grupos hegemónicos que no asumen el compromiso de construir un futuro mejor para nuestro país.

La política adoptada en los programas sectoriales por la administración pasada no detuvo sustancialmente la destrucción y el deterioro de la naturaleza, debido a que no integró a los sectores sociales en la planeación del desarrollo sustentable.

Por una parte, la política ambiental ponderó, en aras del crecimiento económico, la inversión y activación de las ramas de la producción, sin incorporar plenamente a los procesos productivos criterios de sustentabilidad; asimismo, la propuesta de sustentabilidad fue colocada en el plano económico tomando a la naturaleza y al hombre como recursos susceptibles de explotación, para la obtención de ganancias que estimulen el crecimiento económico, de manera que la propuesta del desarrollo sustentable fue utilizada sólo como parte del discurso sectorial de moda.

Cabe señalar que esta lógica productivista tuvo como complemento la desregulación de los procesos de supervisión, vigilancia y control, de tal manera que también se presenta un debilitamiento institucional que no garantiza una política ambiental que atienda y resuelva los problemas que competen a las autoridades correspondientes, tanto a escala federal como estatal.

Por otra parte, tenemos los programas de Protección Civil 1995-2000 y de Superación de la Pobreza 1995-2000; al delimitar ámbitos de trabajo y dimensión espacial, no logran integrar los postulados de desarrollo social y de desarrollo sustentable. Es decir, la propuesta del desarrollo sustentable que busca "satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias" se desvirtúa, se da preferencia al crecimiento económico de corto plazo por sobre el desarrollo social sustentable, sin dar oportunidad a que las capacidades de recuperación del entorno natural o ecológico pueda llevarse a cabo.

El Programa para Superar la Pobreza es el único de los programas que define el término de región prioritaria, no así para el resto de los programas que adoptan distintos criterios a los que se suman los de cada estado a través de sus propios programas, o bien los criterios establecidos en los programas especiales como es el caso del Plan Puebla Panamá, donde no se definen las aspiraciones de universalidad. La creación e identificación de las regiones prioritarias crea duplicidad y conflicto en algunos casos por la dimensión regional que rompe con límites geográficos y políticos entre estados y municipios.

A pesar de la existencia de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca como cabeza de sector encargada de la descentralización y desconcentración de las atribuciones federales, estatales y municipales en materia ambiental durante 1995-2000, y de que en los programas sectoriales se menciona su importancia, los programas adolecen de la revisión y fundamentación del procedimiento jurídico para que la federación descentralice y delegue funciones a los estados y municipios, así como la creación de organismos coordinadores de la atención de los programas e instancias especiales para las regiones que involucren la participación de varios estados y municipios.

Por lo que respecta al análisis de las condiciones y capacidades técnico-administrativas, que permiten valorar la desconcentración de las atribuciones de la federación, los programas de Protección Civil y Forestal y de Suelo señalan la importancia de la capacitación, asesoría y financiamiento a las instancias estatales y municipales, y de la actualización y adecuación del marco legal estatal y municipal.

El reconocimiento en los diagnósticos de los programas de la incapacidad técnico administrativa de los gobiernos locales no supone que haya sido uno de los aspectos prioritarios a resolver en los programas sectoriales; por el contrario, en los programas existe omisión para la actualización y emisión de disposiciones legales locales así como para la dotación de recursos técnicos y financieros que permitan definir los derechos y responsabilidades tanto del municipio como de la población local. Tampoco se atendió el problema de la capacitación en las dependencias federales, sustituidas en algunas actividades por grupos de consultoría.

Por otra parte, existe el riesgo de que la desconcentración fortalezca a grupos locales o regionales de poder, que constituyen grupos de presión de presencia caciquil en varias partes del país.

No obstante que en el marco para la elaboración de los programas está presente (no en todos los casos) la referencia al sistema nacional de planeación democrática, la concertación con los sectores social y privado en los planes sectoriales se menciona únicamente como abstracto. Es el caso de los Programas de Desarrollo Urbano y Sectorial de Vivienda: en el primero no se mencionan acciones relevantes, y en el segundo se enuncia la participación organizada de la comunidad en la creación de vivienda acorde a las condiciones del entorno ecológico, y la preservación de los recursos naturales.

En contraste, el Programa para Superar la Pobreza se auto-nombra como un programa incluyente porque impulsa la corresponsabilidad social y ciudadana, señalando que la corresponsabilidad es la base para acercar las decisiones a la comunidad y ampliar los canales de participación social y dando apoyo a organizaciones sociales y civiles, fundaciones e instituciones privadas, y a nivel municipal fortaleciendo los espacios de participación social. Sin embargo este último aspecto tiene relación con los consejos consultivos sectoriales, y que no se retoman por este programa, además de que se omite mencionar, los conflictos e intereses partidarios en las distintas organizaciones y grupos sociales por percibir "la ayuda" otorgada en los programas, creando desconfianza entre la sociedad civil.

LA PARTICIPACIÓN SOCIAL

No existe cabal participación de la sociedad en la creación de la política ambiental, la realización de pocas o nulas consultas ciudadanas, así como la inexistencia de canales de participación incluyentes (respetando, por ejemplo, las iniciativas comunitarias de gestión ambiental y las decisiones de varias organizaciones que plantean propuestas diferentes a las gubernamentales) han generado por una parte la fragmentación de la sociedad, pero también han motivado la creación de nuevos y distintas organizaciones sociales.

La difusión y acceso a la información de los avances en los programas y acciones de gobierno fomentarian la participación activa de la sociedad, pero sólo ocasionalmente los programas refieren acciones dirigidas en este sentido, tal es el caso del Programa de Protección Civil que genera información impresa (selectiva) en algunos temas par la prevención de riesgos.

El Programa para superar la Pobreza propone que además de la política social, es necesario incorporar el aprovechamiento integral de los recursos naturales sobre bases sustentables principalmente en regiones prioritarias, en las cuales se localizan la mitad de las 76 áreas naturales protegidas del país, pero la gestión y administración municipal de las Áreas Naturales Protegidas es poco referida en los programas sectoriales analizados. Sin embargo, algunos programas mencionan la importancia de su participación en la planeación y diseño las atribuciones otorgadas a los municipios por el Artículo 115 Constitucional, en aspectos tales como el otorgamiento de licencias de uso del suelo.

Las acciones de vivienda encaminadas a la promoción del desarrollo integral del Programa Sectorial de Vivienda introducen los conceptos de equilibrio, justicia y sustentabilidad de las diversas regiones del territorio nacional, sin embargo, también se reconoce la insuficiente oferta para cubrir la demanda de vivienda, generando entre otros problemas la ocupación irregular de la tierra, el aumento de la mancha urbana incontrolada hacia zonas de alto riesgo o de protección ambiental, cuya urbanización y dotación de servicios origina la elevación de los costos y daños ecológicos irreversibles, además de que en materia de suelo, el ciclo invasión-regularización (asociado al manejo clientelar y corporativo de la política mexicana) ha superado las posibilidades de planificación y creación de nuevas reservas territoriales.

ORDENAMIENTOS

El Programa Nacional de Desarrollo Urbano evidencia que aún no se han podido articular los criterios de ordenamiento ecológico con el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos. Estrechamente ligado al Programa Nacional de Desarrollo Urbano se encuentra el Programa de Protección Civil, que por su lado también retoma aspectos en materia de normatividad para el ordenamiento ecológico de los usos del suelo y construcción de instalaciones productivas que puedan representar un riesgo a la población y daño a ecosistemas frágiles, así como la regulación de los asentamientos humanos.

En el Programa Forestal y de Suelo se hace mención a las precarias condiciones de vida de más de 10 millones de campesinos que habitan en áreas forestales habitadas y en su mayoría afectados por pobreza extrema y marginación, pero no menciona la población indígena que habita en las ANP del país.

La política ambiental de aprovechamiento sustentable de los recursos forestales pretende adoptar una estrategia que fomente y regule la actividad forestal en los bosques con criterios sustentables y de conservación con la participación de los sectores social y privado. Para ello pondera la planeación para el crecimiento ordenado y la distribución armónica de los asentamientos humanos en el territorio nacional, lo cual contradice la aceptación planteada en el diagnóstico del programa de vivienda, sobre la incapacidad de romper con el ciclo invasión-regularización ya mencionado y la posibilidad de planificación de las reservas territoriales. Lo anterior significa que prevalece un criterio conservacionista de los recursos que permite encubrir una política de crecimiento económico que excluye programas y acciones de carácter social, además de que impide o inhibe la participación comunitaria en el aprovechamiento sustentable de los recursos.

Existe divergencia en las políticas de conservación y desarrollo entre sectores; es otro problema que no permite la integración de la dimensión regional en el análisis de la problemática, por ejemplo, en los temas forestales y de suelo, los procesos de erosión se detectan y subdividen en regiones más afectadas de la Mixteca en Oaxaca, Puebla y Guerrero, La Frailesca en Chiapas, San Fernando en Tamaulipas, La Cuenca del Río Lerma, mismas que pueden o no coincidir con las regiones vinculadas a los procesos de desertificación.

Otro aspecto interesante que no logra articular una línea en el proceso de planeación, ordenamiento ecológico del territorio y manejo de las ANP lo constituye la correspondencia y coordinación de los ámbitos intersectorial e intrasectorial (dentro del propio sector); en el caso la Semarnat, no refiere vinculación con acciones o subprogramas del Instituto Nacional de Ecología, de la Profepa, o de la Semarnat (programa nacional de combate a incendios forestales, atención a regiones prioritarias, ordenamiento ecológico del territorio). Si bien la razón puede ser la creación posterior de programas especiales a la creación y presentación del Programa de Medio Ambiente que analizaremos a continuación, se puede considerar una omisión importante la ausencia de interrelación entre los organismos e instituciones corresponsables de la política ambiental incluido el "sector" agua y los programas y acciones de la Semarnat.

En el mismo sentido podemos mencionar el Programa Hidráulico, que al definir sus actividades relacionadas al cumplimiento de las normatividad en materia de ordenamiento ecológico, establece los destinos y usos del recurso agua destacando el uso para recreación y turismo, pero no comprende el suministro de agua a hoteles y actividades comerciales, como tampoco menciona el impacto del uso del potencial turístico de los cuerpos de agua. Este programa menciona los problemas de desperdicio y contaminación del vital líquido, sin plantear una estrategia que responda a estos en términos de prevención.

Sería pertinente avanzar en una estrategia de planeación que integre efectivamente los postulados y acciones sectoriales para crear un conjunto de políticas coherentes.

Lo anterior nos indica que existen peores condiciones que las prevalecientes en el tercer cuarto del siglo pasado en cuanto a las fuerzas atentatorias contra el equilibrio ecológico, ya que tenderá a predominar el uso intensivo de los recursos naturales por encima de consideraciones de sustentabilidad. Confiar en la fuerza del "libre" mercado ha pauperizado aún más a la población campesina de todo el país y en particular a la que habita la falda de los volcanes, obligándola a esquemas de sobrevivencia que ponen en riesgo su reproducción y que modifican su relación con el bosque y el suelo como recursos naturales. Para ilustrar los cambios, presentamos a continuación una serie de escenarios numéricos que permiten apreciar el deterioro sistémico, tal y como lo prefigurábamos en el escenario tendencial, pero agravado por los procesos que aquí hemos intentado describir.

ESCENARIOS CONTEXTUALES NUMÉRICOS

Estos escenarios se construyen a partir de la simulación del escenario tendencial para el estado de Puebla, elaborado con base en la combinación de las capas de usos de suelo y vegetación de los años 1976 y 2000 en un sistema de información geográfica. Los escenarios contextuales constituyen una especulación sobre posibles cambios en las tendencias de transformación de la vegetación y uso de suelo, con fundamento en los elementos relevantes del contexto socioeconómico y político nacional y regional.

La mecánica de la simulación consiste en traducir los posibles cambios en los factores que afectan la transformación de usos de suelo y vegetación a los cambios correspondientes en las entradas de la matriz base, correspondiente al escenario tendencial para el estado de Puebla (tabla A.1). Dado que es una matriz relativa, debe cuidarse que todos los cambios queden perfectamente compensados, para que la suma de cada categoría permanezca como 100 por ciento y no altere de manera espuria los resultados.

ESCENARIO 1: AUMENTO EN LA DEFORESTACIÓN. En este escenario incluimos los cambios que afectan a las superficies forestales, causando su transformación en bosques con mayor grado de deterioro y en vegetación secundaria arbustiva. También aparece aquí la transformación de los pastizales naturales en

zonas desprovistas de vegetación, pues estos pastizales constituyen la vegetación primaria en su hábitat, principalmente en alta montaña. La conversión de bosques en sistemas productivos o zonas urbanas será tratada en otros escenarios.

Las causas de la deforestación son diversas:

- Declinación forestal por merma de los mantos acuíferos y la contaminación del aire. Los árboles se debilitan, baja su fecundidad y aumentan su susceptibilidad a las plagas y su tasa de mortalidad.
- Tala clandestina y explotaciones autorizadas que no cuentan con la planeación ni los controles adecuados.
- Incendios forestales.
- En el caso de los pastizales naturales se debe al pastoreo y las quemas asociadas a esta actividad.

El crecimiento demográfico hace temer un aumento en las causas de la declinación forestal. La falta de una vigilancia adecuada y suficiente, aunada a la falta de conciencia y de opciones productivas rentables y sustentables, puede ser causa de que aumente el aprovechamiento inadecuado de los bosques y pastizales naturales.

CUADRO 1. RESULTADOS PARA EL ESCENARIO CONTEXTUAL DE DEFORESTACIÓN

Unidad	1971	1000	75-00	% 75-00	2024	75-24	% 75-24
B_Co	31467.002	21379.591	-10087.410	-32.06%	9613.335	-21853.67	-69.45%
B_Pb	13873.809	13664.654	-209.155	-1.51%	13219.346	-654.46	-4.72%
B_Pm	9737.669	11235.315	1497.645	15.38%	11923.750	2186.08	22.45%
B_Pf	2399.391	3306.499	907.108	37.81%	8331.621	5934.23	247.32%
B_Ps	1266.063	2270.703	1004.640	79.35%	2537.312	1271.25	100.41%
VSa	3847.588	3399.609	-447.980	-11.64%	4245.446	397.86	10.34%
Pz	7884.597	13494.968	5610.371	71.16%	16602.322	8717.73	110.57%
Pzw	2027.636	1769.036	-258.600	-12.75%	1097.172	-930.46	-45.89%
BC	2.632	14.876	12.244	465.20%	23.196	20.56	781.28%
RA	6465.098	8219.664	1754.566	27.14%	9445.673	2980.57	46.10%
RP	1080.733	2162.249	1081.516	100.07%	3325.361	2244.63	207.69%
TA	45871.159	38694.312	-7176.847	-15.65%	32790.151	-13081.01	-28.52%
TP	15653.236	18684.958	3031.722	19.37%	20562.812	4909.58	31.36%
DV	2961.669	3443.896	482.227	16.28%	4262.737	1301.07	43.93%
E	137.243	1093.083	955.840	696.46%	2627.593	2490.35	1814.55%
ZU	3930.431	5758.914	1828.482	46.52%	7973.242	4042.81	102.86%
H2O	0.000	13.629	13.629	-	22.890	22.89	-

Para apreciar las consecuencias del aumento en la deforestación calculamos al doble todas las transformaciones que tienen que ver con la misma. En el tabla A.2 se aprecia la matriz resultante; en rojo aparecen las celdas que fueron aumentadas y en azul las que sufrieron una resta para hacer el ajuste correspondiente. Como puede apreciarse el ajuste se hace sobre la celda que representa la permanencia de los bosques, tanto conservado como con distintos grados de perturbación, el matorral secundario y el pastizal natural. En el cuadro 1 se muestran los resultados del escenario de deforestación. En la figura A.1 se compara la dinámica del sistema para el escenario de deforestación con el escenario tendencial.

La diferencia que resalta es una pérdida más acelerada de la vegetación conservada tanto de bosque como el pastizal natural. En contraparte, tenemos aumentos significativos en las categorías de bosque con perturbación media, fuerte y severa, en la vegetación secundaria arbustiva y en las zonas desprovistas de vegetación. Como efectos indirectos, existe un aumento en el pastizal inducido, la erosión y la zona urbana, y una disminución significativa en el bosque cultivado y muy reducida en la agricultura.

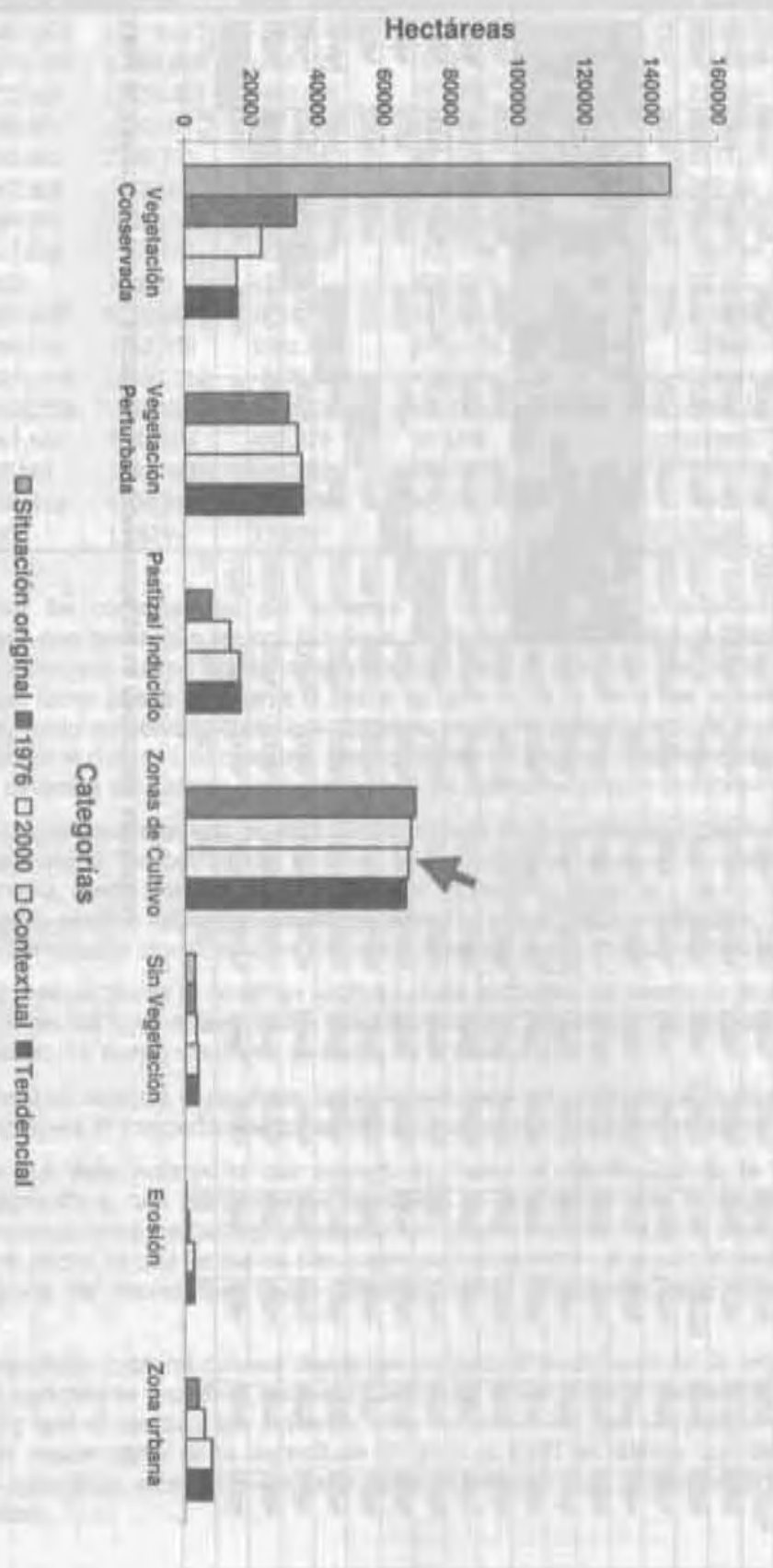
ESCENARIO Z1: AMPLIACIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA. Este escenario se construye duplicando los datos de conversión de todos los tipos de vegetación natural primaria y secundaria (incluyendo al pastizal inducido) en tierras agrícolas. La matriz resultante se ilustra en la tabla A.3.

En el cuadro 2 se muestra el resultado del escenario para la ampliación de la frontera agrícola y en la figura A.2 se compara el comportamiento de este escenario contra el escenario tendencial.

Lo primero que debe notarse es que los valores, tanto de disminución de la vegetación como de aumento de agricultura, son relativamente pequeños, lo que indica que la ampliación de la frontera agrícola no se cuenta entre los factores principales de deterioro ambiental en la zona. Esto probablemente se explica por el hecho de que las tierras con mayor aptitud agrícola ya se encuentran actualmente en uso y la mayor parte de tierras que queda presenta serias dificultades para su explotación agrícola convencional.

Como un resultado colateral curioso, disminuye un poco el incremento en la erosión. Esto se debe a que las tierras agrícolas se erosionan menos en promedio que el bosque severamente perturbado y, más importante aún, que el pastizal. Sin embargo, este resultado hay que tomarlo con cuidado, porque se debe a que la mayor parte de la agricultura se lleva a cabo en tierras con poca pendiente. Si se expandiera la agricultura sobre terrenos poco aptos, es seguro que aumentarían significativamente los procesos erosivos.

FIGURA A.2. COMPORTAMIENTO DEL USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PARA EL ESCENARIO DE EXPANSIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA.



CUADRO 2. RESULTADOS PARA EL ESCENARIO CONTEXTUAL DE EXPANSIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA.

Usos	1978	2000	76-00	% 76-00	2024	78-24	% 76-24
B_Co	31467.002	21379.591	-10087.410	-32.06%	14315.227	-17151.78	-54.51%
B_Pb	13873.809	13664.654	-209.155	-1.51%	13012.268	-861.54	-6.21%
B_Pm	9737.669	11235.315	1497.645	15.38%	11215.009	1477.34	15.17%
B_Pf	2399.391	3306.499	907.108	37.81%	5464.057	3064.67	127.73%
B_Ps	1266.063	2270.703	1004.640	79.35%	2237.046	970.98	76.69%
VSa	3847.588	3399.609	-447.980	-11.64%	3088.289	-759.30	-19.73%
Pz	7884.597	13494.968	5610.371	71.16%	16339.552	8454.95	107.23%
Pzw	2027.636	1769.036	-258.600	-12.75%	1507.436	-520.20	-25.66%
BC	2.632	14.876	12.244	465.20%	23.196	20.56	781.28%
RA	6465.098	8219.664	1754.566	27.14%	9475.497	3010.40	46.56%
RP	1080.733	2162.249	1081.516	100.07%	3344.128	2263.40	209.43%
TA	45871.159	38694.312	-7176.847	-15.65%	33544.531	-12326.63	-26.87%
TP	15653.236	18684.958	3031.722	19.37%	20563.525	4910.29	31.37%
DV	2961.669	3443.896	482.227	16.28%	3852.474	890.81	30.08%
E	137.243	1093.083	955.840	696.46%	2627.593	2490.35	1814.55%
ZU	3930.431	5758.914	1828.482	46.52%	7973.242	4042.81	102.86%
H2O	0.000	13.629	13.629	-	22.890	22.89	-

Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO 3: CONCENTRACIÓN URBANA. Este escenario toma en cuenta las tendencias demográficas que se registran en la zona. Ciertamente no existe un incremento significativo del número absoluto de los habitantes de la región de estudio. Pero la tendencia a la urbanización de la población rural justifica este escenario, así como el hecho de que el uso urbano del suelo representa una de las transformaciones que mayor deterioro ocasiona a los ecosistemas. Para hacer esta simulación se duplicaron las tasas de conversión de todos los otros usos de suelo a zona urbana, obteniéndose la matriz ilustrada en la tabla A.4.

En el cuadro 3 se presenta el resultado del escenario de la concentración urbana y en la figura A.3 se compara la dinámica del escenario de concentración urbana con el escenario tendencial.

Puede verse claramente que el principal aporte que recibe la zona urbana proviene de las tierras dedicadas a la agricultura, sobre todo a las que tienen un manejo más tecnificado. En segundo lugar contribuyen a la formación de zona urbana los terrenos con gran perturbación de la vegetación.

Al igual que en la agricultura, vale también aquí el comentario de que la disminución de la erosión se debe a que la mayor parte de los terrenos urbanos se localizan en zonas con pendiente poco pronunciada.

FIGURA A.3 COMPORTAMIENTO DEL USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PARA EL ESCENARIO DE CONCENTRACIÓN URBANA.



CUADRO 3. RESULTADOS PARA EL ESCENARIO CONTEXTUAL DE CONCENTRACIÓN URBANA.

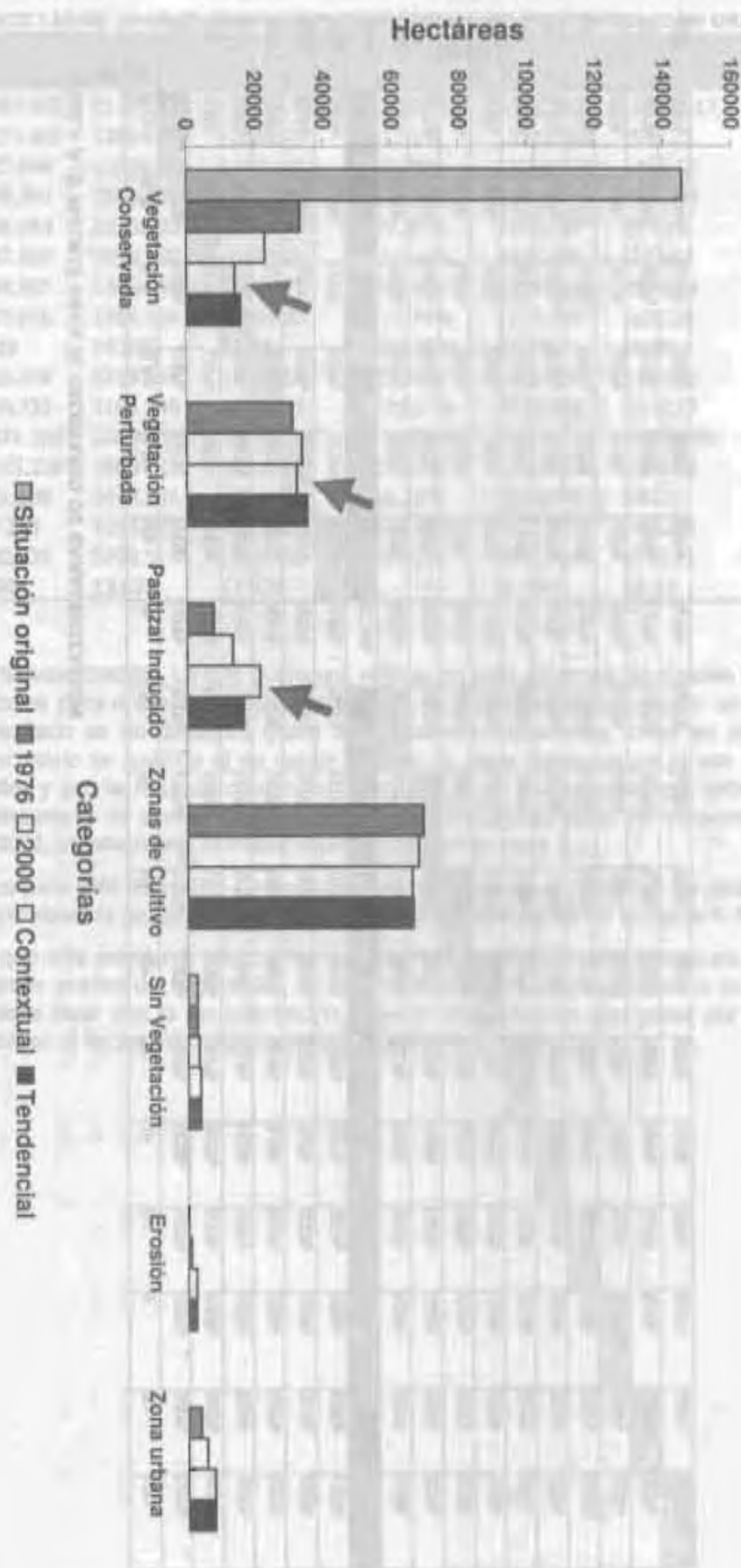
Urbano	1976	2000	76-00	% 76-00	2024	76-24	% 76-24
B_Co	31467.002	21379.591	-10087.410	-32.06%	14512.829	-16954.17	-53.88%
B_Pb	13873.809	13664.654	-209.155	-1.51%	13315.582	-558.23	-4.02%
B_Pm	9737.669	11235.315	1497.645	15.38%	11206.231	1468.56	15.08%
B_Pf	2399.391	3306.499	907.108	37.81%	5490.474	3091.08	128.83%
B_Ps	1266.063	2270.703	1004.640	79.35%	2190.249	924.19	73.00%
VSa	3847.588	3399.609	-447.980	-11.64%	3073.771	-773.82	-20.11%
Pz	7884.597	13494.968	5610.371	71.16%	16444.000	8559.40	108.56%
Pzw	2027.636	1769.036	-258.600	-12.75%	1507.436	-520.20	-25.66%
BC	2.632	14.876	12.244	465.20%	23.196	20.56	781.28%
RA	6465.098	8219.664	1754.566	27.14%	8929.099	2464.00	38.11%
RP	1080.733	2162.249	1081.516	100.07%	3151.004	2070.27	191.56%
TA	45871.159	38694.312	-7176.847	-15.65%	32526.255	-13344.90	-29.09%
TP	15653.236	18684.958	3031.722	19.37%	19509.232	3856.00	24.63%
DV	2961.669	3443.896	482.227	16.28%	3852.474	890.81	30.08%
E	137.243	1093.083	955.840	696.46%	2627.593	2490.35	1814.55%
ZU	3930.431	5758.914	1828.482	46.52%	10223.643	6293.21	160.12%
H2O	0.000	13.629	13.629	-	22.890	22.89	-

ESCENARIO 4: GANADERIZACIÓN. Lo que queremos reflejar en este escenario es cambio en el uso de suelo a favor de pastizales para el mantenimiento de ganado. Al ser usual en esta región un tipo de ganadería extensiva, el resultado es un deterioro grave de los terrenos forestales, tanto en extensión como en intensidad. El escenario se justifica al no existir todavía un claro despegue en el uso sustentable de los recursos forestales y por la falta de criterio en la aplicación de los recursos que estimulan la actividad pecuaria. Este escenario se simuló mediante la duplicación de las tasas de conversión de las demás categorías a pastizal, obteniéndose la matriz representada en la tabla A.5.

Los resultados para este escenario contextual se representan en el cuadro 4. La dinámica comparativa del escenario contextual de ganaderización y el tendencial se representa en la figura A.4.

Puede verse que este escenario implica una pérdida muy importante de los bosques, tanto conservado como con diferentes grados de vegetación. Un resultado colateral muy significativo es el aumento en la erosión. Esto quiere decir que la ganaderización, además del deterioro que causa por la remoción de la cobertura forestal, es el factor más importante en la generación de erosión.

FIGURA A.4 COMPORTAMIENTO DEL USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PARA EL ESCENARIO DE AUMENTO EN LA GANADERIZACIÓN.



CUADRO 4. RESULTADOS PARA EL ESCENARIO CONTEXTUAL DE GANADERIZACIÓN.

U_kms	1976	2000	76-00	% 76-00	2024	00-24	% 00-24
B_Co	31467.002	21379.591	-10087.410	-32.06%	12691.965	-18575.04	-59.03%
B_Pb	13873.809	13664.654	-209.155	-1.51%	13288.851	-584.96	-4.22%
B_Pm	9737.669	11235.315	1497.645	15.38%	10578.761	841.09	8.64%
B_Pf	2399.391	3306.499	907.108	37.81%	4780.068	2380.68	99.22%
B_Ps	1266.063	2270.703	1004.640	79.35%	2088.901	822.84	64.99%
VSa	3847.588	3399.609	-447.980	-11.64%	1676.968	-2170.62	-56.42%
Pz	7884.597	13494.968	5610.371	71.16%	21432.055	13547.46	171.82%
Pzw	2027.636	1769.036	-258.600	-12.75%	1507.436	-520.20	-25.66%
BC	2.632	14.876	12.244	465.20%	23.196	20.56	781.28%
RA	6465.098	8219.664	1754.566	27.14%	9389.240	2924.14	45.23%
RP	1080.733	2162.249	1081.516	100.07%	3325.361	2244.63	207.69%
TA	45871.159	38694.312	-7176.847	-15.65%	32641.286	-13229.87	-28.84%
TP	15653.236	18684.958	3031.722	19.37%	20505.717	4852.48	31.00%
DV	2961.669	3443.896	482.227	16.28%	3852.474	890.81	30.08%
E	137.243	1093.083	955.840	696.46%	2627.593	2490.35	1814.55%
ZU	3930.431	5758.914	1828.482	46.52%	7973.196	4042.76	102.86%
H2O	0.000	13.629	13.629	=	22.890	22.89	=

ESCENARIO 5: USO INTENSIVO DEL SUELO. Los diferentes escenarios que se han planteado tienen el común denominador de intensificar el uso del suelo. Pero un factor muy importante es que no son mutuamente excluyentes y pueden ocurrir simultáneamente, produciendo un escenario de mayor gravedad. Este escenario se construyó combinando todas las matrices de los escenarios anteriores en una sola, que se encuentra en la tabla A.6.

Los resultados comparativos que arroja el escenario contextual combinado de uso intensivo se presentan en el cuadro 5. El comportamiento comparativo de este escenario se encuentra en la figura A.5.

Lo más preocupante de este escenario combinado es la rápida desaparición de la vegetación natural, tanto el bosque conservado como el pastizal natural. Esto tiene todas las consecuencias que ya se han mencionado sobre la pérdida de biodiversidad y el deterioro de servicios ambientales como la infiltración para la recarga de los acuíferos y la formación y conservación de los suelos. En la subregión de alta montaña tenemos además el problema de que las condiciones restrictivas impiden la regeneración rápida de los pastizales naturales cuando se convierten en zonas desprovistas de vegetación.

Dentro de los usos productivos de suelo el único que aumenta de manera muy significativa es el pastizal, que como ya se vio tiene el grave problema de la erosión. De la agricultura sólo la de temporal anual se ve ligeramente favorecida, aunque no por ello deja de disminuir. En cambio las formas más tecnificadas de agricultura se ven afectadas negativamente, pues compiten con el crecimiento de las zonas urbanas.

Por último, hay que destacar que los escenarios pueden tener efectos secundarios que no se manifiesten inmediatamente, tal como un aumento en la erosión. Como se ve en la figura A.6, cuando se compara el escenario tendencial con el de uso intensivo, el aumento en la erosión se manifiesta hasta el segundo período de proyección matemática que corresponde en este caso al año 2048.

FIGURA A.6 COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA EROSIÓN PARA LOS ESCENARIOS TENDENCIAL Y DE USO INTENSIVO HASTA EL AÑO 2048.



CUADRO 5. RESULTADOS PARA EL ESCENARIO CONTEXTUAL DE USO INTENSIVO.

	1976	2000	76-00	% 76-00	2024	76-24	% 76-24
B_Co	31467.002	21379.591	-10087.410	-32.06%	7786.407	-23680.59	-75.26%
B_Pb	13873.809	13664.654	-209.155	-1.51%	12889.300	-984.51	-7.10%
B_Pm	9737.669	11235.315	1497.645	15.38%	11278.627	1540.96	15.82%
B_Pf	2399.391	3306.499	907.108	37.81%	7578.637	5179.25	215.86%
B_Ps	1266.063	2270.703	1004.640	79.35%	2342.370	1076.31	85.01%
VSa	3847.588	3399.609	-447.980	-11.64%	2805.585	-1042.00	-27.08%
Pz	7884.597	13494.968	5610.371	71.16%	21010.962	13126.36	166.48%
Pzw	2027.636	1769.036	-258.600	-12.75%	1097.172	-930.46	-45.89%
BC	2.632	14.876	12.244	465.20%	23.196	20.56	781.28%
RA	6465.098	8219.664	1754.566	27.14%	8902.491	2437.39	37.70%
RP	1080.733	2162.249	1081.516	100.07%	3169.772	2089.04	193.30%
TA	45871.159	38694.312	-7176.847	-15.65%	33131.770	-12739.39	-27.77%
TP	15653.236	18684.958	3031.722	19.37%	19452.851	3799.61	24.27%
DV	2961.669	3443.896	482.227	16.28%	4262.737	1301.07	43.93%
E	137.243	1093.083	955.840	696.46%	2627.593	2490.35	1814.55%
ZU	3930.431	5758.914	1828.482	46.52%	10223.597	6293.17	160.11%
H2O	0.000	13.629	13.629	-	22.890	22.89	-

ESCENARIO ESTRATÉGICO

Es el escenario construido para dar cuerpo a la idea de lo que puede hacerse en la región de estudio los próximos 25 años en materia socio-natural, induciendo el comportamiento de los actores sociales de manera adecuada. Su elaboración parte de la configuración de la llamada imagen-objetivo, que a su vez se deriva de las determinaciones de los estudios realizados en la primera parte, de las propuestas de políticas que aparecen como necesarias, y los planteamientos sobre un bosquejo de lo que debería existir, derivado de las consultas en comunidad que se hacen en los municipios.

IMAGEN-OBJETIVO

De manera representativa, la imagen-objetivo que aquí se plantea es que en el próximo cuarto de siglo la zona de estudio regrese a la situación ambiental que presentaba en 1976, según puede observarse en el cuadro de escenarios más adelante. Es decir, se propondrá las medidas que consideramos necesarias para revertir el deterioro, en la misma proporción que ocurrió en los últimos 24 años de la pasada centuria. En términos de recuperación del uso del suelo, proponemos como meta recuperar a bosque un mil 571.67 hectáreas, donde hoy hay 2 mil 700 hectáreas, son hoy ocupadas para agricultura de temporal y ganadería de temporal (consultar anexo agricultura_sobre2700.doc).

No es posible plantear esta reversión en algunos campos, como por ejemplo en el de la condición eruptiva del Popocatepetl o la dinámica demográfica que acontecerá en el futuro analizado. Debe resaltarse que el objetivo sería volver a tener la misma masa forestal, la misma estabilidad de suelos, las especies animales y vegetales que se han visto afectadas en mayor o menor grado, y recuperar las condiciones de absorción de agua hacia los mantos freáticos y escurrimientos y la capacidad de absorción de CO₂ de la década de los 70 en el siglo XX.

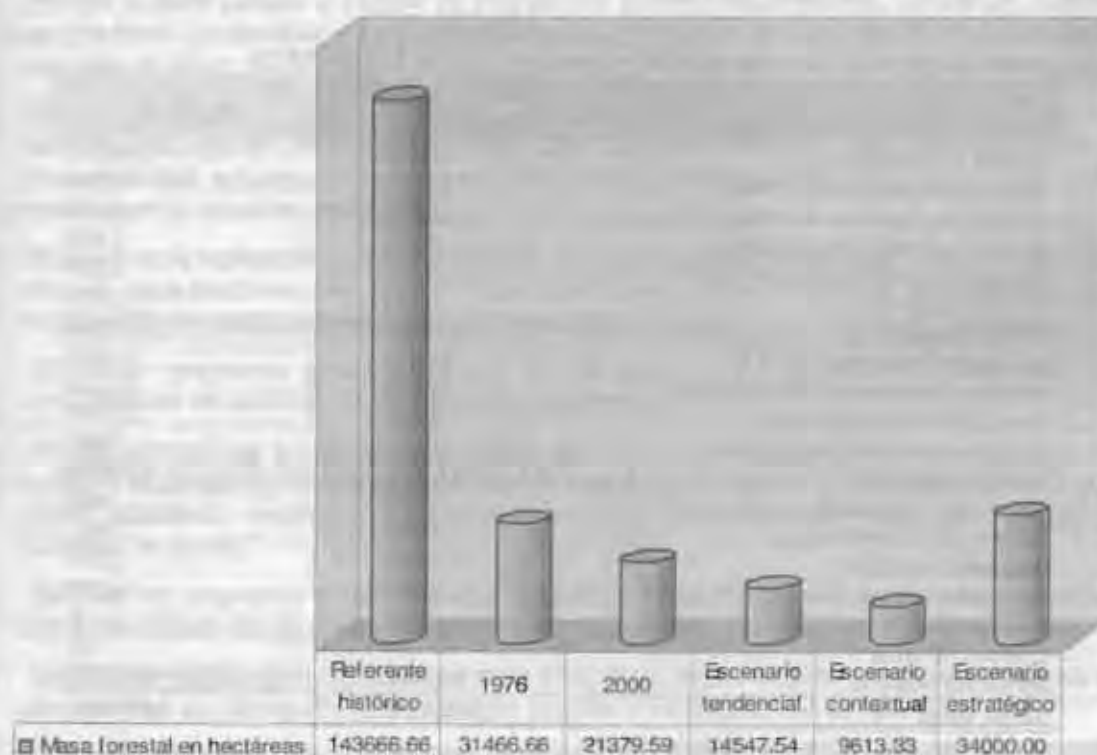
No propondremos la restitución exacta de la situación que existía en cada polígono (unidad ambiental o unidad de gestión ambiental) en 1976. Hablamos de una compensación de conjunto para la zona y de ser posible para cada subcuenca y cada municipio. La situación de las unidades que en aquella fecha ya tenían una situación inadecuada también debería corregirse.

La consecución de una imagen objetivo está ineludiblemente sujeta a la estructuración de un marco legislativo que reconozca espacios de participación y responsabilidad de distintos actores, institucionales y sociales. Es preciso que tome cuerpo la integración y coordinación de los planes de desarrollo sectorial, para que respondan a lo mandado en los planes de desarrollo municipal, y que estos a su vez consideren los criterios de sustentabilidad y participación que se enuncian en diversas leyes generales.

Con relación al aspecto del riesgo por concepto de la actividad eruptiva de Popocatepetl formularemos el ideal de control del avance demográfico y urbano según la proximidad al cráter del volcán y los asentamientos en zonas peligrosas —como barrancas o áreas de mayor peligro— y de acuerdo con la propuesta de círculos de riesgo. Habrá de tomarse en cuenta no sólo el dato de localización frente al peligro de cada comunidad, sino las características que determinan la vulnerabilidad social, con base en la metodología propuesta.

A continuación presentamos un cuadro comparativo en el que ofrecemos la referencia histórica a partir del supuesto de la cantidad arbórea originaria, enseguida los datos de INEGI 1976 y 2000; luego las barras con los datos de los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

PROSPECTIVA. CUADRO COMPARATIVO DE ESCENARIOS PARA BOSQUE CONSERVADO



ÁREAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA

Existe un conjunto de polígonos en el área de estudio que por la situación a la que han llegado en cuanto a su deterioro y la fragilidad y vulnerabilidad del terreno en el que asientan requieren de una atención más urgente que las demás. Podemos hacer una identificación de estas áreas, resumiendo los elementos a considerar, por medio de la tipificación 1976-2000 del uso del suelo. En la parte poblana de la zona de estudio existen poco más de 9 mil hectáreas, integradas por terrenos erosionados, de pastizal y con un alto deterioro en la calidad forestal.

Las áreas de atención prioritaria constituyen las superficies con mayor deterioro según los datos de la vegetación 2000. Son las que resultan del análisis en escala 1:50,000 hechos por el INEGI para el presente estudio y en algunos casos el proporcionado por el Inventario Nacional Forestal para el año 2000 escala 1:250,000.

ZONAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA

	Has	%
Bosque con perturbación fuerte y severa	5,577.20	23.67
Erosión	1,093.08	4.64
Pastizal inducido	3,399.61	14.43
Vegetación secundaria arbustiva	3,399.61	14.43
Total	23,564.87	100

Proponemos las siguientes restituciones para el año 2025.

TABLA COMPARATIVA DE LA VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO 2000-2025

Categoría	2000 (Ha)	2025 (Ha) (Imagen-obtén)
Bosque conservado	21,379	(*) 34,000
Bosque con perturbación baja	13,664	14,000
Bosque con perturbación media	11,235	7,000
Bosque con perturbación fuerte	3,306	2,400
Bosque con perturbación severa	2,270	1,000
Bosque cultivado	15	(**) 6,500
Suma bosque	51,869	64,900
Agricultura anual de temporal	38,694	32,023
Agricultura permanente de temporal	18,685	20,000
Agricultura anual de riego	8,220	10,600
Agricultura permanente de riego	2,162	4,000
Suma agricultura	67,761	67,000
Vegetación secundaria arbustiva	3,400	400
Desprovisto de vegetación	3,444	2,961
Pastizales inducidos	15,264	7,500
Zona urbana	5,759	6,200
Erosión	1,093	0
Cuerpos de agua	14	20
Suma no bosque	96,735	84,061
Suma total	148,604	148,604

(*) Incluye reforestación; (**) incluye todo lo arbóreo

PROPUESTAS PARA LA CORRECCIÓN DE TENDENCIAS NEGATIVAS PARA LOS ECOSISTEMAS

Hemos presentado en el diagnóstico integrado la serie de causas-problemática relacionadas con el deterioro ambiental. Añadimos, en orden de importancia, las propuestas de corrección necesarias para inducir la consecución de la imagen-objetivo:

1. **SOBREEXPLOTACIÓN DEL BOSQUE.** Hay una disminución general en la zona de bosque en el periodo estudiado: 6 mil 874 ha menos en 25 años; unos 13.2 millones de árboles perdidos; 58 por ciento de bosque conservado fue devastado en ese lapso; 85 por ciento en cerca de 150 años. La destrucción de bosque es el principio del deterioro general. La búsqueda de ganancias rápidas y cuantiosas de agentes externos a las comunidades es la principal causa.

PROPUESTAS PARA LA CORRECCIÓN:

- Revisar los criterios de sustentabilidad de los recursos naturales, empezando por el forestal y el uso del agua, empleadas para las autorizaciones de aprovechamientos (Semarnat, Profepa, CNA, Sagarpa, SDR, etcétera.)
- Realizar una auditoría externa de todos los permisos forestales, con la finalidad de verificar su cumplimiento y sancionar a quienes los hayan infringido. Hacerlo periódicamente.
- Promover esquemas de auditorías internas en los ejidos y de verificación previa al aprovechamiento
- No autorizar nuevos aprovechamientos más que en casos excepcionales de saneamiento o similares y siempre con el aval del Comité del Ordenamiento, según establecen los términos de referencia fechados en agosto de 2003.
- Revisar y hacer público el padrón de prestadores de servicios forestales, compañías madereras, agrupaciones campesinas y otras instancias que exploten el bosque, dando una evaluación de cada uno de ellos.
- Abrir una discusión de especialistas, legisladores y al público en general acerca de la normatividad vigente en materia forestal, para darla a conocer a más personas, ventilar los procedimientos actuales y corregir a través de los trámites adecuados las normas que hoy contribuyen al deterioro del bosque.
- Robustecer la vigilancia y supervisión de la actividad de los bosques en la zona, aumentando el número de inspectores, equipándolos adecuadamente, integrándolos a autoridades y grupos municipales, estatales, federales y de la sociedad civil.
- Establecer programas para estimular el uso de gas en lugar de leña y/o de comales menos consumidores de madera (lorena, cerrados, etcétera).
- Ofrecer alternativas económicas a los campesinos para que tiendan a emplear cada vez menos la leña y el carbón como artículos de cambio para la obtención de mercancías que no producen (útiles escolares, medicinas y consultas médicas, materiales de construcción, aperos de labranza, etcétera).
- Reforzar los programas de reforestación y protección del crecimiento de las nuevas plantas, así como del cuidado de las zonas susceptibles de regenerarse por sí mismas.
- Verificar periódicamente (cada año, cada dos) la variación vegetal a través de comparativos cartográficos con fotografía aérea, imagen satelital y verificación en campo.
- Estimular programas educativos para habitantes de la zona y los beneficiarios de los servicios ambientales, así como de difusión en medios de comunicación.
- Crear, ampliar y reforzar programas informativos, educativos y de valoración y estímulo a la cultura local entre los pobladores que usan los recursos que el presente ordenamiento incluye.

- Establecer criterios para el pago de servicios ambientales de inmediato, así como correctivos a las fuentes de contaminación.
- La protección y conservación de los recursos naturales debe ser una actividad rentable para los propietarios de las tierras, pero deben ofrecerse alternativas cuando sea necesario convertir determinadas actividades según los lineamientos propuestos aquí.
- Promover prácticas agroforestales adecuadas para reconvertir el uso agrícola a forestal

2. GANADERÍA EXTENSIVA. Existe una cantidad no cuantificada de ganado bovino, caprino y lanar que pasta en zonas boscosas. Ello propicia que los pastores prendan fuego a los bosques cuando el alimento escasea, justamente en temporada de secas; propicia también que los rebaños se coman o destruyan los retoños naturales o los sembrados. Los incendios producen no sólo la pérdida de árboles inmediatamente, sino su debilitamiento y consecutiva invasión por plagas oportunistas que aprovechan su debilitamiento, así como la reconfiguración de los pastos de la zona, aventajando la prosperidad de zacatón y con ello el establecimiento de un obstáculo grave para la reforestación natural.

Propuestas:

- Suspender los apoyos gubernamentales para la ganadería extensiva y, por el contrario, aumentar los que se hagan para estimular la conversión de rebaños libres en estabulados, tratando, en cualquier caso, de no propiciar el incremento del número de hatos.
- Cercar los predios que se reforesten o aquellos del bosque que podrían regenerarse por sí mismo para evitar el acoso del ganado. Cercar también los predios ganaderos e incorporar áreas de pastizales inducidos a la producción de forrajes cuando la pendiente y tipos de suelos lo permitan

3. URBANIZACIÓN INCONTROLADA. La mancha urbana es una cada vez más seria amenaza para el bosque. El caso más ilustrativo para la zona está en Ixtapaluca, Estado de México, donde grandes grupos habitacionales (quizá 40 mil apartamentos y casas apiñonadas) llegan ya a los límites de los bosques, a 2 mil 400 msnm. Pero en municipios poblanos comienza a ocurrir lo mismo; tal es el caso de Atlixco, donde el cabildo aprobó un Programa de Desarrollo Municipal que impulsa la urbanización en dirección del volcán.

PROPUESTAS:

- Revisar todos los planes municipales de desarrollo urbano para adecuarlos a los lineamientos del presente ordenamiento.
- Determinar con precisión las condiciones legales para regular este crecimiento.

4. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS. En conjunto, la suma de las áreas dedicadas a la agricultura en cualquiera de sus variantes decreció entre 1976 y 2000. Sin embargo, si analizamos cada municipio el comportamiento fue diferencial y hubo tumba de bosque para cultivar, y además existen campos de labor de productos pereceros en suelos con aptitud evidentemente inadecuada para ello, por ello debe regularse esta actividad.

PROPUESTAS:

- Ofrecer alternativas de conversión productiva de terrenos agrícolas en las unidades de gestión ambiental que la consideren una actividad incompatible o condicionada.
- Promover las prácticas agosilvipastoriles y agroforestales

5. ZONAS DE RECARGA ACUÍFERA Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA. Empieza a ser el del agua un problema muy grave en la zona, tanto para sus habitantes inmediatos como para quienes dependen del aprovisionamiento originado en ella. Muchos manantiales, pozos y escurrimientos disminuyen día a día su aforo, tanto por sobredemanda como por mengua de las condiciones de recarga. La contaminación también avanza.

PROPUESTAS:

- Administrar cuidadosamente las fuentes de extracción de agua en cuanto a su obtención y consumo.
- Proteger las zonas de recarga y establecer lineamientos precisos e inviolables para conservarlas, restaurarlas o, incluso, habilitarlas. En este terreno, observar la condición del bosque e impedir la impermeabilización de zonas de recarga por efecto de la realización de obras civiles.
- Determinación y reglamentación del pago por servicios ambientales a lugares de generación de agua.
- Controlar las emisiones contaminantes y construir las plantas de tratamiento que se requieran.
- Construir plantas tratadoras de agua, determinando los puntos idóneos para su instalación y la tecnología adecuada para ello.

6. SANEAMIENTO DEL BOSQUE Y OTRAS ESPECIES Y PROTECCIÓN A SUELOS. Los problemas de plagas y falta de saneamiento en la zona de estudio son preocupantes. También lo es el aumento de la erosión, que aunque pequeña en volumen absoluto creció significativamente en los 24 años analizados: casi 670 por ciento.

PROPUESTAS:

- Proseguir con el análisis detallado de la salud de los bosques y la situación de los suelos, para determinar la cuantificación del problema.
- Reforzar hasta el nivel necesario los programas de saneamiento del bosque y otras especies vegetales.
- Crear programas específicos para detectar el deterioro edáfico y los mecanismos de protección y recuperación de suelos.
- Reconvertir el uso de no maderables como la tierra de hoja o de monte.

7. ESPECIES ANIMALES EN RIESGO. Varias especies animales han desaparecido hace mucho tiempo de la región analizada (puma, oso, guajolotes silvestres, lobos) y otros se encuentran seriamente amenazados, como el teporingo, el lince y el gato montés, el venado, algunas aves y reptiles y otros.

PROPUESTAS:

- Reforzar la prohibición de la caza deportiva y perseguir firmemente la furtiva.
- Hacer un estudio detallado de la riqueza faunística extinta, la amenazada y la existente; realizar programas de información a los pobladores sobre su importancia y necesario cuidado, y repoblar la zona con las especies que sea posible.

8. MITIGACIÓN DEL RIESGO A DESASTRE ERUPTIVO. Aunque las condiciones eruptivas tienen mucho de impredecibles, es un hecho que estamos al lado de uno de los volcanes más explosivos del mundo.

PROPUESTAS:

- Regular estrictamente el uso del suelo para evitar que crezca la densidad de población en un radio más o menos de 30 kilómetros, siendo más estricta esta medida mientras más cerca se encuentre la población de los sitios de mayor peligro.
- Mejorar las medidas técnicas y profesionales de monitoreo eruptivo, con el objeto de estar en las mejores condiciones de alertar sobre los peligros en el Popocatepetl. Configurar un sistema adecuado de alertamiento temprano.

- Establecer y construir mecanismos de participación que permitan a la población conocer y decidir informadamente sobre sus condiciones de riesgo.
- Crear y establecer normativamente un sistema de estudio permanente de la sociedad en riesgo, para con ello disminuir las condiciones de vulnerabilidad social (monitoreo social).
- Integrar un cuerpo con los mejores especialistas en las áreas de las ciencias geofísicas y sociales que regule tanto las investigaciones y seguimientos tecnológicos como su utilización en la toma de decisiones.
- Revisar profundamente los planes de contingencia que existen en la actualidad, para perfeccionarlos, y, al tener una nueva y mejor versión, analizarla periódicamente para su constante mejoramiento.
- Fomentar las Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de fauna silvestre.

9. POBREZA Y NATURALEZA. Los datos de marginación y de la población en edad de trabajar que se encuentra debajo de la llamada línea de pobreza, y la inequívoca expresión concomitante que es la emigración, explican el comportamiento socioeconómico de los lugareños. Es también la condición de la que se han aprovechado y se aprovechan agentes externos, quienes explotan los recursos naturales sin más propósito que obtener ganancias cuantiosas y rápidamente. Detrás de la calamidad ambiental que padece la zona y de los altos niveles de vulnerabilidad social frente a la amenaza eruptiva están la pobreza y sus secuelas.

PROPUESTAS:

- Revisar los programas productivos y de combate a la pobreza con miras a elevar el nivel de vida de los pobladores, siempre con apego a los objetivos del presente ordenamiento.
- Redistribuir el beneficio de los permisos de aprovechamiento forestal.
- Revisar las normas legales y su aplicación para evitar que grupos de interés contrarios a los propósitos de mejoramiento ambiental y mitigación del riesgo se aprovechen de la pobreza para conseguir sus fines.

10. PROBLEMA DE INFORMACIÓN, EDUCACIÓN FORMAL Y RESPETO A LA CULTURA LOCAL. Sostenemos que existe un grave choque de enfoques entre la población campesina de la zona y las instituciones urbanas. Se trata de dos "imaginarios" que tienen muy poca área de intersección, lo que dificulta mucho los acuerdos que benefician el entorno socio-natural que analizamos. Históricamente, los desencuentros de las distintas ideas de mundo han conducido al fracaso de la puesta en marcha de proyectos de desarrollo, mismos que son estructurados por fuera de los intereses y de la participación real de los pretendidos beneficiarios.

PROPUESTAS:

- Promover la participación real de los actores sociales en la puesta en marcha de los proyectos de desarrollo. Para ello, es preciso promover el fortalecimiento de los mencionados actores, reconociendo espacios legítimos y propios para la toma de decisiones.
- Estimular las investigaciones y su difusión dentro y fuera del área de estudio acerca de las peculiaridades culturales de los habitantes, quienes en buena parte conservan, aunque disimulada por el sincretismo, mucho de la cultura prehispánica, en este caso nos interesa la referente a la relación con la naturaleza.
- Informar y formar a los funcionarios públicos y a los actores urbanos sobre estas peculiaridades, para que consigan un mejor comportamiento en el trabajo en las comunidades.
- Elevar los niveles educativos formales entre los habitantes de la zona: alfabetización, nivel básico, técnico, ofrecer becas, etcétera.

- Conformar programas para enorgullecer a los habitantes volcaneros de su lengua y su cultura y producir materiales para ello.
- Establecer programas educativos e informativos de los riesgos eruptivos y de cómo minimizar su impacto al ambiente y a la población y viceversa.

11. DEFICIENCIAS EN LA SALUD. Existen serios problemas de salud en la zona, que tienen que ver desde desnutrición más o menos graves hasta la llamada salud reproductiva.

PROPUESTAS:

- Hacer estudios comunitarios de salud pública y ofrecer soluciones para enfrentar los problemas que se detecten.
- Hacer campañas intensas y respetuosas de su cultura en materia de salud reproductiva, para mejorar las condiciones de la mujer y los niños y buscar la configuración de familias más pequeñas y prósperas.

12. EXTRACCIÓN DE RECURSOS MINERALES Y EDÁFICOS. Los elementos de esta naturaleza también están siendo extraídos en exceso en varios lugares, ocasionando con ello un deterioro del ecosistema y la afectación a las condiciones de vida de largo plazo de los pobladores porque conlleva en algunos casos la reducción de las áreas de captación de agua y pérdida de riqueza biótica en la zona.

PROPUESTAS:

- Es necesario revisar la calidad y cantidad de recursos minerales y suelo que está siendo extraídos de la zona, tales como la piedra, cacahuatillo/xaltete, tezontle, barro y otros minerales, así como la exacción de suelo para ser llevado como regenerador edáfico en otras.

13. DESECHOS SÓLIDOS. La cantidad de basura va en aumento en la zona, más por el tipo de envases y productos no reciclables que llegan a cualquier población que por el aumento poblacional.

PROPUESTAS:

- Formular la ley de desechos sólidos del estado y buscar el reciclaje de orgánicos e inorgánicos.
- Debe monitorearse la producción de basura no biodegradable en conjunto y controlar el confinamiento de desechos sólidos, ya que sólo existe un relleno sanitario de los 18 depósitos de la zona.
- Construir rellenos sanitarios, de preferencia intermunicipal, y los correspondientes sistemas de recolección y traslado;
- Crear campañas específicas para la población sobre el manejo de desechos.

14. INSUFICIENTE INTEGRACIÓN INSTITUCIONAL. Los programas y las acciones se contradicen entre sí muchas veces, y en ocasiones se trata de desarrollos gubernamentales inconvenientes para los propósitos de este ordenamiento.

PROPUESTAS:

- Crear el Comité de Ordenamiento establecido en los Términos de Referencia del presente trabajo, pero también un Fideicomiso estatal que vigile la aplicación de los lineamientos del ordenamiento y regule la elaboración y ejecución de todo tipo de programas gubernamentales en la zona objeto de este ordenamiento. Si el ordenamiento adquiere el rango de regional, sumando a los estados de México y Morelos, este fideicomiso asumirá el mismo carácter.
- Ampliar el ámbito geográfico de competencia del Parque Izta-Popo hasta la cota de 3 mil metros. El Área Natural Protegida seguiría siendo la que está sobre los 3 mil 600 msnm, pero la

jurisdicción operativa de la administración del parque debiera regresar a lo que la legislación estableció en 1942, y operaría con base en los lineamientos que el ordenamiento determine.

15. REVISIÓN DE NORMAS LEGISLATIVAS. Existen muchas evidencias de que la legislación actual en diversos órdenes no permite regular adecuadamente el uso de los recursos naturales o, incluso, facilita las acciones que han perjudicado los ecosistemas.

PROPUESTAS:

- Organizar foros de discusión con especialistas, usuarios y legisladores para examinar todos los aspectos relacionados con las normas que afectan la materia del presente ordenamiento, con el fin de modificar la reglamentación que se requiera.
- Dar a conocer a los usuarios de los ecosistemas y el público en general los aspectos relevantes de la legislación.

Para que estas recomendaciones se plasmen en la consecución de los objetivos del escenario estratégico aquí planteados, deben transformarse en programas específicos de los gobiernos de los tres niveles. Si la propuesta de creación de una instancia reguladora de las dependencias es aceptada, ésta tendría como primera tarea realizar los lineamientos generales, las metas y los instrumentos necesarios para programas las tareas correspondientes. A nosotros corresponde ofrecer la estructura y los lineamientos específicos del modelo de ordenamiento y sus unidades de gestión ambiental.

CRITERIOS PARA ASENTAMIENTOS HUMANOS

Proponemos los siguientes criterios para disminuir el proceso de expansión de la mancha urbana, contemplando como factor principal el riesgo y de acuerdo con los radios de peligro eruptivo establecidos en el área de estudio.

El mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos es el primero y el más importante de los objetivos de toda política de asentamientos humanos. Estas políticas deben facilitar el rápido y continuo mejoramiento de la calidad de vida de todas las personas, comenzando por la satisfacción de las necesidades básicas de alimentos, vivienda, agua pura, empleo, salud, educación, etcétera.

Directrices para la acción:

1. La responsabilidad de preparar planes de estrategias espaciales y adoptar políticas de asentamientos humanos para orientar los esfuerzos de desarrollo socioeconómico. Estas políticas deben constituir el elemento indispensable de una estrategia amplia de desarrollo y estar vinculadas y armonizadas con las políticas de industrialización, agricultura, bienestar social y preservación ambiental y cultural, a fin de que cada uno de esos aspectos respalde al otro en el aumento gradual del bienestar de la población.

2. La política de asentamientos humanos debe propender a la integración o coordinación armoniosa de una amplia variedad de componentes, incluidos por ejemplo el crecimiento y la distribución de la población, el empleo, las viviendas, el ordenamiento de la tierra, la infraestructura y los servicios. Los gobiernos deben crear mecanismos e instituciones para la elaboración y ampliación de la política.

3. Las políticas y programas de asentamientos humanos deben definir normas mínimas progresivas sobre una calidad aceptable de vida y procurar cumplirlas. Algunas normas se definen con mayor propiedad en términos cuantitativos, ofreciendo así objetivos determinados con precisión en los ámbitos local y nacional. Otras normas deben ser cualitativas, condicionándose su realización a la necesidad que se experimente. Incluir los programas de prevención de desastres ante riesgo eruptivo y otras amenazas en los planes de desarrollo urbano y de centros de población estratégicos.

4. El proceso de selección y de realización de un método determinado para el mejoramiento de los asentamientos humanos debe concebirse en forma expresa teniendo presente la realización de ese derecho. Las políticas eficaces de asentamientos humanos requieren relaciones de colaboración continua entre el gobierno y el pueblo a todos los niveles. Por consiguiente, una verdadera política de asentamientos humanos requiere de la participación efectiva de toda la población.

5. La planificación de los asentamientos es un proceso para la consecución de objetivos sociales, económicos y ambientales del desarrollo nacional. Tras definir los objetivos nacionales, se formulan las políticas y las estrategias encaminadas al logro de esos objetivos, las políticas y estrategias de los asentamientos no deberá utilizarse para trasladar y trasplantar a las personas fuera de sus tierras o lugar de origen, ya que los asentamientos humanos son reflejo de la sociedad que sustentan y las políticas en materia de asentamientos humanos son un instrumento de gran utilidad para el cambio de esa sociedad. Estas estrategias deben pues incorporarse en el marco de planificación general y las metas concretas deben formar parte integrante de los objetivos de desarrollo nacional.

CUADRO COMPARATIVO DE ESCENARIOS. BOSQUE CONSERVADO. HECTÁREAS.

Fuente: Elaboración de Cupreder con datos de UNEGL.

MODELO

UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RIESGO ERUPTIVO

METODOLOGÍA PARA SU CONFIGURACIÓN

De acuerdo con lo establecido en los objetivos del presente ordenamiento, hay dos grandes temas que representan las amenazas al sistema siconatural: el deterioro ambiental y el peligro eruptivo del volcán Popocatepetl. Estos son los ejes centrales de la configuración de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), células del modelo de ordenamiento. Debido al carácter del presente ordenamiento en relación con la normatividad del uso del suelo también por consideraciones de riesgo eruptivo propiciado por el volcán Popocatepetl, modificamos la denominación puramente ambientalista de UGA por *Unidades de Gestión Ambiental y Riesgo Eruptivo (UGARE)*, y así lo manejaremos en adelante.

En cuanto a lo ambiental, partimos del análisis de la situación prevaleciente, considerando las variables establecidas en la metodología, tales como el cambio de uso y aptitud del suelo, la vulnerabilidad ambiental, la fragilidad, etcétera.

Los objetivos prioritarios en este sentido son los siguientes:

- Preservación y producción de los recursos naturales, priorizando los más afectados y necesarios como agua, suelo, aire, etcétera;
- En la zona de peligro eruptivo, establecer las normas del uso del suelo necesarias para regular la densidad de población, así como buscar reducir la vulnerabilidad social;
- Al regular las actividades humanas con el fin de inducir la protección y recuperación del ecosistema y mitigar la vulnerabilidad social, se procurará basarse en la prosperidad de los lugareños y de quienes disfrutan de manera legal y armónica de los bienes naturales del Popocatepetl y la Sierra Nevada.

La forma de división territorial que se lleva a cabo en el presente ordenamiento está basada en los análisis de caracterización y diagnóstico hechos en la primera parte del trabajo, así como en el resultado de los análisis presentados en el apartado de prospectiva, a través de la construcción de los escenarios tendencial, contextual y estratégico. Ello permite hacer un balance entre lo deseable y lo posible combinando la situación y perspectivas de los aspectos naturales con los intereses socioeconómicos en juego. Con el objeto de tomar en cuenta todas las dimensiones que la metodología de sistemas complejos establece, agrupamos en dos los criterios para la configuración de las UGARE: los de tipo natural y los socio-políticos.

CRITERIOS NATURALES

Los aspectos naturales que consideramos más importantes para tejer este entramado son: la geomorfología; la geología; la climatología; la hidrología superficial y la subterránea, incluyendo las divisiones en cuencas, subcuencas y microcuencas; la edafología; la capa vegetal y otras tesis biológicas como la relación entre altitud y vegetación; y la geofísica. La configuración básica en este terreno se establece a partir de las unidades geomorfológicas, las cotas altitudinales que determinan la frontera agrícola en términos de aptitud del suelo (+ o - 2 mil 700 msnm) y la climatología.

En apartados anteriores se ha desarrollado de manera prolija todos los aspectos relacionados con la problemática de este campo, y las propuestas de solución se desarrollarán mediante la aplicación de políticas, lineamientos, criterios ecológicos y acciones específicas en cada una de las

unidades del territorio objeto del presente ordenamiento. Partimos del análisis de la situación prevaleciente, considerando las variables establecidas en la metodología, tales como el cambio de uso y aptitud del suelo, la vulnerabilidad ambiental, la fragilidad, etcétera.

Denominamos "regiones" a la estamentación altimétrica de la zona, asociadas especialmente a las características de clima, y hábitat vegetal y animal, sin desatender algunos aspectos de la organización social del territorio, especialmente la presencia del Parque Izta-Popo. Son muy claras las diferencias naturales en una región montañosa de estas condiciones.

Como parte de los criterios naturales, y considerando la importancia prevalente del factor agua, tomamos en cuenta también las divisiones de los sistemas hidráulicos. El lado poblano de la Sierra Nevada cuenta con dos subcuencas que forma parte de la gran cuenca del río Balsas: la del río Atoyac, al norte de la zona de estudio; y la subcuenca del Nexapa, al sur. Dentro de las mismas existen subdivisiones en microcuencas, que son hoy utilizadas para la planeación por dependencias federales como la CNA, Sagarpa y otras. Todos estos elementos cuentan como criterios para la determinación de las UGA.

Los aspectos sociales marcan la delimitación de las UGARE con estos criterios: las divisiones políticas estatales y municipales; la delimitación del Parque Izta-Popo según los decretos de 1935 y 1947; en su caso, los polígonos ejidales y comunales; y, si existieran, organizaciones territoriales específicas a ser consideradas (UMA, centros turísticos, etcétera.)

RELACIÓN ENTRE REGIONES Y CRITERIOS ECOLÓGICOS

La región de ALTA MONTAÑA en la zona de estudio se encuentra arriba de 3 mil 600 msnm. Corresponde al área de control actual del Parque Izta-Popo. Debe asignársele una política plena de PROTECCIÓN, restaurando las partes deterioradas.

El SOMONTANO O LADERA está entre 2 mil 700 y 3 mil 600 msnm. Es la parte más vulnerable en la actualidad, porque constituye la franja montañosa en la que se encuentra la mayor cantidad de bosque y de aprovechamientos autorizados, y por lo tanto la más amenazada por la tala y las actividades pecuarias extensivas. Existen también en ella parcelas agrícolas en número considerable. Aunque todavía hay importantes polígonos con bosque conservado, vegetación primaria y cierta fauna originaria, la mayor parte de la franja ha sido alterada hasta grados preocupantes de deterioro. Por eso esta región debe ser tratada con políticas de PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN, según sea el caso, con condicionantes muy claros contra actividades del secundario, ganadería extensiva, urbanización y similares agravantes.

En medio del SOMONTANO O LADERA proponemos un corte en línea divisoria en los 3 mil msnm que corresponde a la cota que delimita el decreto originario del Parque Izta-Popo. No decimos que entre los 3 mil y los 3 mil 600 se establezca también la zona de Área Natural Protegida que se encuentra más arriba, pero sí, dado su carácter de zona bajo la protección del bosque, que cuente con la supervisión y los recursos que tiene el territorio de control federal en la actualidad. Esta parte sería de PROTECCIÓN, tomado en cuenta que es una zona de amortiguamiento del Parque Izta-Popo, criterio reforzado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que en su Artículo 7 inciso II se refiere a que los espacios forestales o polígonos que colinden con zona federal deberán tener una política de PROTECCIÓN FORESTAL, sin que ello represente la veda de aprovechamientos maderables.

La región correspondiente al PIE DE MONTE (entre 2 mil 100 y 2 mil 700 msnm) ha sido más aprovechada por el hombre; difícilmente se podría revertir en ella las actividades agropecuarias. Sin embargo, es fundamental que se intente conservar la zona al menos para estas labores y se impida avanzar a otras más perjudiciales aún para el ambiente, especialmente las actividades del sector secundario y sobre todo las de desarrollo urbano. Proponemos por ello lineamientos clasificados como de APROVECHAMIENTO, pero condicionando el territorio estrictamente a las actividades del sector primario y las adecuadas a la zona (turismo ecológico, piscicultura, etc.), con impedimento

riguroso a las actividades dañinas, especialmente las urbanas e industriales y de servicios con alto impacto poblacional.

La parte establecida como VALLE es en la que debe aceptarse una política de APROVECHAMIENTO tradicional, pero no deja de ser importante hacer condicionamientos contra actividades que afecten o tiendan a afectar la zona que debe ser preservada. Interviene más en este caso el criterio de control por riesgo volcánico.

SOBRE EL RIESGO VOLCÁNICO

Esta consideración tiene el mismo valor que la de riesgo ambiental. Ambas capas de información cartográfica se superpondrán para construir el modelo de ordenamiento, expresado en la UGARE.

La elaboración de la información sobre amenaza eruptiva parte de los análisis de los peligros volcánicos históricos y actuales producidos por el Popocatepetl, y también de la situación de vulnerabilidad social de las comunidades afectables. Con ello se determinará el riesgo existente, por zonas y en cada comunidad.

Proponemos para zonificar esta amenaza geofísica mezclar criterios de distancia al cráter, relieves en los que los flujos eruptivos se desplazan preferentemente (barrancas) y direcciones más probables en los que caerían los productos volcánicos.

Respecto de la vulnerabilidad social, las debilidades/fortalezas de las comunidades son criterios a considerar en la determinación de políticas de uso de suelo frente al peligro del volcán.

Grosso modo, desde el punto de vista geofísico proponemos establecer "radios" o más bien, "bandas" de planeación respecto del centro del cráter, a los 0-7 km, a los 7-13, a los 13-20 y a los 20-30, y en cada uno deberán definirse criterios de uso de suelo y actividades socioeconómicas.

Así, proponemos que la zona de 0 a 7 km sea de restricción absoluta, en tanto es ahí donde en el periodo eruptivo actual han caído los productos más peligrosos: proyectiles líticos, frios e incandescentes, y flujos piroclásticos. Esta restricción debe ser particularmente estricta en el lado de Puebla, aquí han ocurrido la mayor parte de estas manifestaciones han ocurrido en el actual episodio volcánico, y el peligro tiende a crecer de acuerdo a los parámetros conocidos.

Por el lado de la vulnerabilidad, nuestros datos indican que, en general, los pueblos más próximos al cráter, muy especialmente los poblanos, son los más pobres, los que menos servicios educativos y de comunicación tienen. Son también los que peores experiencias han tenido en las evacuaciones a causa del modo de instrumentación de los planes de emergencia y, por lo tanto, los más renuentes a admitir los peligros y las instrucciones gubernamentales.

Adicionalmente, una restricción en el radio señalado permitiría que el bosque y otros elementos básicos del ecosistema se recuperaran, ya que es la parte más castigada en los últimos 25 años.

La siguiente banda se encuentra entre los 7 y 13 km., que se encuentra dentro del área denominada de peligro mayor según los mapas de peligro del Instituto de Geofísica de la UNAM y de riesgo del Sistema Nacional de Protección Civil, debido al tipo de erupciones presentadas en él con determinada frecuencia histórica. En esta parte proponemos políticas menos restrictivas que en el anterior radio, pero también muy claras y estrictas, que tengan como objetivo el control demográfico (conversión de actividades productivas, mayor restricción de actividades pecuarias y silvícolas, incremento del nivel educativo, becas y ofertas de trabajo permanente a jóvenes fuera de la zona, etcétera), lo que deberá reflejarse en la etapa de desarrollo de estrategias, que conlleva programas gubernamentales específicos.

La siguiente franja es la de 13-20 km., considerada como de peligro moderado en los mapas referidos antes. El número de habitantes en esta banda es mayor que en la anterior, pero se encuentran en una situación de riesgo bien establecida, lo que obliga a regular los asentamientos

humanos y en general la dinámica poblacional, aspirando a mantener el actual número de gente. El lado de Puebla es el de mayor peligro dado que la parte baja del cráter prácticamente se ha llenado por efecto de los residuos que se depositaron de las explosiones de los últimos años, y se encuentra hacia este estado, lo que establece las condiciones para que la salida de futuros productos de las erupciones se dirijan hacia los municipios de Tochimilco, Atlixco, Tianguismanalco y San Nicolás de los Ranchos. Además, las emanaciones volcánicas del actual periodo eruptivo han caído preferentemente hacia el lado Este del volcán.

En cuanto a la franja de 20-30 km consideramos indispensable advertir de la existencia de peligro volcánico en esta zona, y ofrecemos medidas de regulación por más que se hayan desarrollado actividades que incrementan la población y sus instalaciones. En general, las restricciones en esta zona serían no sólo no aumentar actividades impulsoras de mayor densidad de población, sino regular las. Desde el punto de vista de políticas urbanas, también hay que establecer condicionantes por medio de reglas para la densidad en el tipo de habitación.

Al sobreponer las capas de los análisis y propuestas ambientales y de riesgo volcánico obtendremos las delimitaciones de las UGARE, sus respectivos lineamientos predominantes y las condicionantes específicas en cada una de ellas.

CRITERIOS SOCIOPOLÍTICOS

Los procesos de la naturaleza no observan divisiones sociopolíticas, ni fronteras entre países ni límites estatales o municipales. Pero los individuos que operan sobre ella sí. Por eso, la propuesta considera la división de las UGARE tomando en cuenta también las líneas divisorias entre entidades federales y estatales. Mientras más directa sea la comprensión de los problemas y de las alternativas de solución de los habitantes con sus territorios, mejores posibilidades de manejo habrá. El ideal es que las políticas de uso territorial se comprendieran y aplicaran en cada parcela, cada ejido, cada comunidad agraria. Pero la escala en que se ha solicitado el estudio permite nada más deslindar unidades de manejo, desde el punto de vista de la división política, en el ámbito municipal.

Por otro lado, corresponde al municipio, según lo establece el Artículo 115 Constitucional, la determinación primigenia del uso del suelo. No debe descartarse a la hora de la planeación comunitaria la inclusión de los detentadores principales del suelo en la región, en primerísimo lugar los ejidatarios, cuya superficie abarca más del 60 por ciento de los campos de labor en la zona poblana estudiada. Las divisiones municipales serán, entonces, criterio de delimitación de las unidades de gestión ambiental con el propósito de deslindar también responsabilidades a la hora de la aplicación de lineamientos y normas legislativas en general.

DEFINICIÓN DE LAS POLÍTICAS AMBIENTALES

Las políticas ambientales que serán aplicadas en el territorio corresponden a conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable y se describen a continuación:

APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad estructural y funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos y en congruencia con las necesidades de la población actual y futura.

Se refiere a áreas con usos productivos y actividades sociales actuales, así como aquellas adecuadas para el desarrollo urbano, el uso y manejo intensivo de recursos naturales y aquellas con mayores procesos de transformación de sus ecosistemas.

RESTAURACIÓN. Se aplica en aquellas áreas con procesos de deterioro ambiental acelerados, cuya atención requiere de la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación

y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y la continuidad de los procesos naturales.

La restauración puede ser dirigida a la recuperación de áreas degradadas por alguna problemática ambiental o al mejoramiento de ecosistemas, con fines de aprovechamiento, protección o conservación.

CONSERVACIÓN. El conjunto de políticas, planes programas, normas y acciones, de detección, rescate, saneamiento y recuperación destinadas a asegurar que se mantengan las condiciones que hacen posible la evolución o el desarrollo de las especies y de los ecosistemas.

Está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos proporcionan servicios ambientales de importancia para la sociedad; su incorporación a los sistemas de áreas protegidas municipales, estatales y federales es optativa.

PROTECCIÓN. El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente, prevenir y controlar su deterioro.

Busca identificar y preservar los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de salvaguardar los procesos evolutivos y ecológicos, así como salvaguardar la diversidad genética y biológica, la existencia de especies silvestres, terrestres y acuáticas, principalmente las endémicas, las raras, aquellas amenazadas o en peligro de extinción.

Es factible y deseable su incorporación a los sistemas de áreas protegidas municipales, estatales y federales, así como la instrumentación de sus programas de manejo. En el caso de las Áreas de Protección Forestal (LGDFS), comprende los espacios forestales o boscosos colindantes a la zona federal y de influencia de nacimientos, corrientes, cursos y cuerpos de agua, o la faja de terreno inmediata a los cuerpos de agua de propiedad particular.

Estas políticas son únicamente orientaciones generales para determinar el uso del suelo, que se enriquecen con las asignaciones de lineamientos, criterios y actividades que se incluyen en las fichas y en la llamada Bitácora de las UGARE.

DEFINICIÓN DE LOS USOS DEL SUELO

Con el fin de aplicar las políticas ambientales señaladas, a continuación son descritas las actividades humanas aplicables en la zonificación del programa de ordenamiento ecológico. Los siguientes cuatro son los que agrupan y clasifican las actividades específicas de los sectores de interés que operan en el territorio.

USOS PREDOMINANTES. Los empleos del territorio que reconocen el uso actual en relación con la vocación natural del suelo.

USOS COMPATIBLES. Aquellas actividades potenciales que pueden llevarse a cabo de forma simultánea con otras actuales y para las cuales existe la aptitud para su desarrollo en área determinada. Constituyen alternativas de uso diversificado y sustentable.

USOS CONDICIONADOS. Aquellas actividades existentes y de importancia por el beneficio económico que representan para la sociedad. Pueden causar conflictos ambientales con otras actividades desarrolladas en un área determinada, por lo que para su realización, es necesario exista un estudio técnico y científico. Se deberá demostrar que los procesos productivos no afectan a los ecosistemas naturales, la salud humana y la del ganado y en su caso, propongan las medidas de modificación del deterioro.

USOS INCOMPATIBLES. Aquellas que se presentan cuando un sector disminuye la capacidad de otro para aprovechar los recursos naturales, mantener los bienes y servicios naturales o proteger los ecosistemas y la biodiversidad de un área determinada.

Los usos convencionales que se aplican en los programas de ordenamiento del país son los siguientes:

1. Agrícola
2. Pecuario
3. Forestal
4. Acuicola
5. Turismo
6. Minero
7. Flora y fauna
8. Áreas naturales
9. Corredor natural
10. Pesca
11. Industria
12. Asentamientos humanos
13. Infraestructura

CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA EL USO DEL SUELO, LA PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE

SECTOR ACUACULTURA

AC1	La Ley correspondiente establece que para la práctica de la acuicultura, no se permiten las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.
AC2	Se permitirá el empleo de especies exóticas solamente en estanquería controlada, siempre y cuando se asegure que estas no invadirán cuerpos de agua naturales, en los cuales únicamente se fomentarán las especies nativas.
AC3	No podrá emplearse agua potable de la red primaria y secundaria de actividades de acuicultura para fines comerciales o de autoconsumo.
AC4	El alumbramiento de nuevos pozos o la extracción de agua de pozos ya existentes para su empleo en acuicultura estarán sujetos a la normatividad en la materia.
AC5	El agua residual tratada deberá contar con la calidad mínima indispensable, según lo dicte la norma oficial respectiva, cuando se destine a la acuicultura para el consumo humano.
AC6	Todo residuo orgánico e inorgánico, producto de las actividades de acuicultura para fines comerciales o de autoconsumo, deberá ser manejado y dispuesto en forma sanitaria.

SECTOR AGRÍCOLA

AG1	No se permite la fabricación, transporte, almacenamiento, manejo y todo tipo de uso de pesticidas que aparecen como prohibidos y restringidos en el Catálogo Oficial de Plaguicidas de la CICLOPLAFEST y aquellas aplicables a nivel internacional. La aplicación de esta medida es inmediata.
-----	--

AG2	No se permite la fabricación , transporte, almacenamiento, manejo y todo tipo de uso de los pesticidas que se enlistan como autorizados dentro del Catálogo Oficial de Plaguicidas de la CIOPLAFEST, y que las Secretarías, previa justificación técnica, determinen que provocan daño al ambiente, la salud humana y de los recursos naturales. Con el fin de fomentar en forma paulatina, el uso de sustancias equivalentes sin los efectos anteriores, la propuesta entrará en vigencia después de tres años de haberse decretado el presente ordenamiento.
AG3	Se emplearán métodos culturales como: las prácticas agrícolas, policultivos, rotación de cultivos, destrucción de desechos y plantas hospederas, trampas, plantas atrayentes y surcos de plantas repelentes; además de métodos físicos, mecánicos, control biológico y aplicación de insecticidas etnobotánicos, entre otros, para el control de plagas agrícolas, frutícolas, hortícolas y de ornato.
AG4	No se deberá utilizar mejoradores del suelo químicos que provoquen salinización y contaminación de suelos, de escurrimientos, del acuífero y de alimentos. En la zona Agroforestal se promoverá la fertilización a través del composteo y abonos orgánicos, a fin de sustituir a los fertilizantes químicos en forma gradual.
AG5	Se emplearán paulatinamente la labranza cero, la siembra de abonos verdes, el uso de abonos orgánicos y las prácticas de lombricultura para conservar la estructura y función del suelo, la biodiversidad y la continuidad de procesos naturales.
AG6	Se colocarán paulatinamente bordos de piedra acomodada, además de la siembra de árboles, arbustos y pastos nativos, para retener y conservar el suelo en pendientes sin cubierta vegetal y con procesos de erosión de terrenos agrícolas y pecuarios, siempre referidos a curvas de nivel.
AG7	Se construirán bordos de piedra acomodada con malla metálica y de mampostería, así como otras actividades que coadyuven a la retención de suelo y agua en cárcavas en todo tipo de terrenos.
AG8	Se emplearán cercas vivas forestales y frutícolas diversas, piedra acomodada o tecorrales y la incorporación del composteo, abonos orgánicos y verdes, además de los métodos anteriores, para la nivelación de terrenos y formación de terrazas de uso agrosilvopastoril.
AG9	No se permite la expansión de la superficie agrícola a costa del aprovechamiento forestal, el desmonte de la vegetación, el clinchamiento o muerte de la vegetación forestal por cualquier vía o procedimiento, la afectación a la vegetación natural, así como la afectación al paisaje, la quema, remoción y barbecho de los ecosistemas de pastizales naturales y matorrales.
AG10	No se deberá permitir el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas, hortícolas, frutícolas, de ornato y pecuarios, en todas las zonificaciones, a menos de que exista un estudio técnico y científico que demuestre que el material no afecta a los ecosistemas naturales, la salud humana y la del ganado.
AG11	Se deberá prohibir la agricultura. Los predios agrícolas existentes deberán ser reconvertidos a forestales bajo un programa coordinado por los agricultores y las autoridades correspondientes (Semamat, Conafor, Parque Iztá-Popo, SDR, Secretaría de Medio Ambiente).

SECTOR AGROFORESTAL

AF1	Se fomentarán los sistemas y métodos agrosilvícolas, silvipastoriles y agrosilvipastoriles.
AF2	Los sistemas y métodos agrosilvícolas se basarán en la producción simultánea en la misma superficie de especies forestales, frutícolas y agrícolas, bajo la forma de hileras forestales y surcos intercalados.

SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS

AHR0	No se permiten asentamientos humanos ni instalaciones que los propicien debido al peligro eruptivo o por ser áreas estratégicas para el ecosistema.
AHR1	No se permite el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, así como la existencia de reservas urbanas, ni instalaciones que los propicien.

AHR2	Sólo se permite la construcción de vivienda unifamiliar de dos plantas a lo sumo dentro del núcleo urbano existente; o casas unifamiliares fuera del núcleo en predios de 500 m2 como mínimo para cada una, con edificaciones del 30 por ciento únicamente.
AHR3	Sólo se permite la construcción de vivienda unifamiliar de dos plantas a lo sumo dentro del núcleo urbano existente; o casas unifamiliares fuera del núcleo en predios de 300 m2 como mínimo para cada una, con edificaciones del 50 por ciento únicamente.
AHR4	Se propiciará la redensificación del núcleo urbano, mediante la promoción de programas de reutilización de áreas, lotes y terrenos desocupados que antes estaban habitados.
AHR5	Se promoverá el uso eficiente del agua en los asentamientos humanos, así como el tratamiento y adecuada disposición de desechos sólidos y líquidos.
AHR6	Se podrán construir obras de infraestructura destinadas al control, defensa o aprovechamiento de los recursos naturales de la región, o para la investigación científica y prevención frente a la amenaza eruptiva y de otros desastres. En estos casos se requerirá de permiso expreso y por escrito de las dependencias competentes. (Semarnat, secretarías estatal del medio ambiente y dependencias federales o estatales de Protección Civil)

SECTOR FORESTAL

F1	Se fomentará optimizar la producción energética a partir de la biomasa forestal con base en el mejoramiento de las tecnologías tradicionales, así como encontrar sustitutos de este recurso natural, en congruencia con las políticas de conservación y aprovechamiento sustentable.
F2	De acuerdo con las legislaciones forestal y del equilibrio ecológico, se deberá prohibir las plantaciones forestales comerciales que sustituyan la vegetación natural, con el fin de favorecer la diversidad biológica, la variabilidad genética y evitar monocultivos que alteren la estructura y función de los ecosistemas naturales.
F3	Las plantaciones forestales comerciales se permiten (en la zona Agroforestal) con el fin de fomentar el desarrollo rural y el uso múltiple del suelo con prácticas agrosilvipastoriles y de privilegiar la regeneración natural del bosque, conservar y proteger el hábitat de especies de flora y fauna silvestre.
F4	Queda prohibido el desmonte y quedan restringidas a la normatividad vigente las actividades de roturación en terrenos forestales o preferentemente forestales.
F5	Las secretarías del área de medio ambiente instrumentarán programas de reconversión de la actividad de uso de pastos, tierra de monte y tierra de hoja, hacia la producción de composta u otros sustratos opcionales; para ello, se elaborará un padrón de usuarios, se diseñará un programa de sensibilización ambiental, así como paquetes tecnológicos para su transferencia a las familias que viven de esa actividad y el desarrollo de estudios de mercado para la sustitución progresiva del producto y la reducción de la extracción directa. Las secretarías, en coordinación con las entidades locales y federales encargadas de la protección de los recursos naturales, instrumentarán un programa de inspección y vigilancia para evitar el saqueo y el acopio ilegal de este recurso. La reconversión gradual de esta actividad se iniciará a más tardar en un plazo de 24 meses después de la promulgación de este decreto.
F6	Las secretarías del área de medio ambiente instrumentarán programas para regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal. Para ello, se elaborará un padrón de usuarios, se diseñará un programa de sensibilización ambiental, así como paquetes tecnológicos alternativos para las familias que viven de esa actividad. Se acompañarán estas medidas de un programa intensivo de siembra y cuidado de encinares.
F7	Se permite la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes completos no maderables para fines de autoconsumo y en concordancia con los usos y costumbres de la población rural.

F8	Se permite la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes completos no maderables para la reproducción en viveros con fines de producción y restauración, condicionada rigurosamente a la normativa local y federal correspondiente y a la autorización derivada de los estudios técnicos necesarios para garantizar el mantenimiento de las poblaciones de las especies seleccionadas.
F9	La reforestación y las actividades de restauración ecológica de los agroecosistemas y de los ecosistemas forestales se realizarán con especies nativas o propias de los ecosistemas de la región.
F10	Las medidas de prevención de incendios forestales, tales como las brechas cortafuego y las líneas negras, quemadas prescritas y controladas, se complementarán con técnicas de chaponeo, deshierbe y cajeteo, siempre bajo la autorización y supervisión de las autoridades competentes.
F11	Las actividades para el control y combate de plagas y enfermedades forestales se realizarán a través de métodos mecánicos y físicos, los cuales serán: el derribo, descortezado de árboles, enterramiento y quema de material contaminado, así como otro tipo de técnicas dependiendo de la plaga o enfermedad de que se trate. Como último recurso, se autoriza el uso de químicos y el control biológico de plagas forestales con base en los estudios técnicos y científicos correspondientes.
F12	Están prohibidas las quemas no controladas.
F13	Sólo podrán llevarse a cabo los aprovechamientos forestales comerciales con métodos no intensivos (según norma de Sernam), para mantener la cobertura vegetal, estructura y composición de la masa forestal y la biodiversidad en general.
F14	En el ANP (Parque Ixta-Popo) sólo podrán desarrollarse actividades de manejo forestal restrictivas (cortas sanitarias o de contingencia por incendio).
F15	No se podrán establecer plantaciones forestales comerciales.
F16	Se podrán establecer plantaciones forestales comerciales no maderables, no celulósicas con especies exóticas previo estudio técnico justificativo y con estricta vigilancia por debajo de los 3 mil msnm.
F17	Podrán llevarse a cabo los aprovechamientos forestales comerciales con métodos intensivos que mantengan la cobertura vegetal, estructura y composición de la masa forestal y la biodiversidad originaria en general, y en superficies que no colinden con el Área Natural Protegida.
F18	Los habitantes de las comunidades locales podrán efectuar aprovechamientos domésticos o para autoconsumo, siempre y cuando éstos no sean intensivos. Convendrá hacer registros municipales o ejidales de ellos.
F19	Se podrán establecer plantaciones forestales comerciales con especies nativas.
F20	Los aprovechamientos forestales comerciales intensivos deberán quedar prohibidos.
F21	Se permitirá el aprovechamiento de recursos forestales no maderables, previo estudio técnico justificativo.
F22	No deberá permitirse el aprovechamiento de recursos forestales no maderables.
F23	No se podrán llevar a cabo actividades y proyectos de tipo agroforestal.
F24	No se podrá llevar a cabo el cambio de uso del suelo en superficies con vocación forestal o de valor estratégico para el ecosistema.
F25	Se estimulará la conversión de tierras de cultivo en boscosas, en territorios con vocación forestal.
F26	En las superficies erosionadas y con pastizal inducido debajo de los 3 mil msnm, catalogadas por el presente Ordenamiento como Zonas de Atención Prioritaria y siempre que no altere la estructura de corredores naturales actuales o potenciales, se permitirá el uso de pinos de especies exóticas con fines comerciales (árboles de navidad), siempre bajo la autorización y estricta vigilancia de las autoridades forestales y de medio ambiente.

SECTOR INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

IS1	En la realización de construcciones se deberá considerar la autosuficiencia en los servicios de agua potable y el manejo y disposición de final de las aguas residuales y de los residuos sólidos.
IS2	Las construcciones se deberán instalar en zonas sin vegetación natural, a fin de evitar el mayor número de impactos ambientales.
IS3	Sólo se deberán ejecutar obras para el mantenimiento de la infraestructura ya existente. Podrá instalarse o ampliarse infraestructura que cubra las necesidades de los habitantes: redes eléctricas, telefónicas, drenaje, agua potable, así como el mejoramiento de las vialidades locales. Deberá restringirse al máximo la construcción de infraestructura que propicie el desarrollo urbano o industrial.
IS4	Los porcentajes de superficie cubierta para las zonificaciones serán de 1 por ciento en terrenos con superficie total igual o menor a 2,500 m ² , 2 por ciento de 2,500 a 20,000 m ² y de 2.5 por ciento en superficies mayores a 20,000 m ² .
IS5	Se permitirá que hasta 1 por ciento de la superficie total del predio sea cubierta, sin importar que se utilicen materiales impermeables.
IS6	Para los predios mayores de 20 mil m ² de superficie total, la parte cubierta se podrá dividir en módulos, sin que la extensión de cada uno sea mayor a 200 m ² , no excediéndose nunca del 2.5 por ciento de superficie construida total.
IS7	El revestimiento de las vías de comunicación por necesidades de paso vehicular se deberá realizar con materiales que permitan la infiltración del agua al subsuelo para la recarga del acuífero, excepto carreteras o autopistas.
IS8	Se respetarán la topografía, el arbolado, los escurrimientos superficiales, las vías naturales de drenaje y el paso de fauna silvestre en el trazo y construcción de vialidades.
IS9	No deberá autorizarse la perforación de nuevos pozos para la extracción de agua, salvo en casos que sean aprovechamientos básicos para las comunidades y no para particulares, tomando en cuenta la disponibilidad actual y proyectada del acuífero y la situación de recarga concreta de la obra pretendida.
IS10	Los usos turísticos, recreativos, infraestructura o servicios que se desarrollen no tendrán uso habitacional permanente.
IS11	No se permitirá el entubamiento, la desviación, contaminación, desecamiento, obstrucción de cauces, ríos, manantiales, lagunas y otros cuerpos de agua.
IS12	Las instalaciones en barrancas serán reguladas, por ser éstas últimas sistemas fundamentales para mantener la hidrodinámica y la biodiversidad del territorio, así como configurar trayectos de flujos eruptivos peligrosos.
IS13	No deberá autorizarse la construcción de infraestructura o servicios que propicien el cambio de uso natural o agrícola del territorio, fomenten los desarrollos urbanos o industriales, pongan en peligro a los pobladores, las instalaciones públicas o privadas o al ecosistema debido a la potencialidad de la actividad eruptiva del Popocatepetl.
IS14	Sólo se permite la instalación de industria de bajo impacto ambiental, buscando la prevalencia de parques tecnológicos sobre los parques industriales.

SECTOR MINERÍA

MI1	Las actividades que beneficien o pretendan beneficiar minerales o sustancias estarán sujetas a la aplicación de la Ley Minera, y están obligadas a sujetarse a las disposiciones generales y normas técnicas específicas en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente.
MI2	Cuando se requiera realizar el aprovechamiento en un talud, el ángulo de inclinación deberá garantizar que no se provoque mayor pérdida de suelo por erosión.
MI3	El talud del corte podrá ser vertical, pero no se permite el contra talud.
MI4	No podrán efectuarse modificaciones a los cauces de los escurrimientos superficiales, con el objeto de asegurar el drenaje superficial de las aguas de lluvia, y de evitar erosiones o encharcamientos.

MI5	No se podrán utilizar explosivos ni maquinaria pesada.
MI6	Una vez finalizado el aprovechamiento, se deberán prever y aplicar las medidas necesarias para evitar su explotación clandestina.
MI7	La actividad minera deberá contar con una concesión del ramo otorgada por la Dirección de Minería de la Secretaría de Economía.
MI8	La actividad minera que se lleve a cabo deberá contar con un manifiesto de impacto ambiental emitido por la Semarnat.
MI9	El derecho para realizar trabajos de exploración y explotación se suspenderá cuando éstos: 1.- pongan en peligro la integridad física de los trabajadores o de los miembros de la comunidad; 2.- causen o puedan causar daños a bienes de interés público, afectos a un servicio público o de propiedad privada.
MI10	Las actividades de investigación y prospección de todo tipo sobre recursos minerales deberán estar sujetas a las leyes Minera, de Medio Ambiente y otras relacionadas.
MI11	No se permitirá la actividad extractiva de minerales cuando se desestabilicen cerros y suelos en general, propiciando situaciones de desastre, según la Ley General de Protección Civil.
MI12	No se permitirá actividad minera en virtud de las características físicas de la zona.

SECTOR PECUARIO

PE1	El pastoreo no deberá efectuarse en zonas boscosas, excepto en las modalidades silvipastoriles y agrosilvipastoriles, pero debidamente autorizadas y supervisadas por la Semarnat y otras autoridades competentes.
PE2	Se utilizarán los sistemas de estabulación y semiestabulación para el manejo del ganado.
PE3	Se podrá producir especies forrajeras exóticas con alto valor nutricional como las leguminosas, entre ellas, la veza de invierno y el ébol, bajo las formas de achicalamiento, ensilamiento o pastoreo, además de la utilización de esquilmos agrícolas y la producción agrícola forrajera tradicional, para lograr un adecuado manejo pecuario y reducción de las superficies de libre pastoreo.
PE4	Sólo se permitirán los deshierbes con fines pecuarios, siempre y cuando sean tierras de uso agrícola.
PE5	Están prohibidas las quemas no prescritas en todo tipo de suelos agrícolas, pecuarios, forestales, agropecuarios y silvipastoriles.
PE6	Deberá prohibirse el libre pastoreo.
PE7	Las autoridades del sector pecuario deberán realizar un proceso de reconversión de la ganadería extensiva y el libre pastoreo a estabulada o semiestabulada con procedimientos orgánicos y sustentables, o bien de sustitución de la actividad ganadera por otra u otras igual o más rentables en términos económicos o socioculturales.
PE8	Se prohíbe todo tipo de pastoreo y ganadería.

SECTOR TURISMO

TU1	El desarrollo turístico deberá beneficiar directamente a las comunidades y pobladores de la región, quienes deberán ser propietarios, socios u obtener ingresos por el uso del territorio con fines turísticos.
TU2	Deberá impedirse la extracción directa o alteración de cualquier recurso natural, sus productos o sus partes, en el desarrollo de toda actividad turística.
TU3	Se permite la construcción de senderos interpretativos, caminos, veredas, brechas, infraestructura básica de servicios, con fines comerciales, recreativos, ecoturísticos y de esparcimiento, debiendo minimizar los impactos ambientales negativos a los ecosistemas naturales conforme lo dicte la normatividad.

TU4	Se permiten las prácticas deportivas o recreativas mediante vehículos motorizados, debiendo cumplir con las normas oficiales para la emisión de ruido y contaminantes.
TU5	Se prohíbe todo tipo de actividad turística.

SECTOR VIDA SILVESTRE

VS1	Quedan prohibidas todas las actividades de caza en cualquiera de sus modalidades, incluyendo las comerciales, cinegéticas y para autoconsumo.
VS2	No se permite la introducción de especies que no sean nativas o propias de cada localidad. Las reintroducciones en sus hábitats naturales se podrán realizar siempre y cuando se cuenten con los estudios que las justifiquen, bajo la supervisión de Semarnat.
VS3	No se permitirá la extracción de especies animales ni vegetales y sus productos, o derivados de los ecosistemas naturales; con excepción de los que se han destinado para fines de investigación, reproducción, propagación, reintroducción y restauración, siempre con autorización de Semarnat.
VS4	Se permitirá el establecimiento de viveros y criaderos de especies nativas con fines comerciales, de autoconsumo, investigación, restauración y ecoturismo, con el respectivo permiso de Semarnat.
VS5	Quedan prohibidas las actividades de prospección biológica con objetivos comerciales de material genético, semillas, frutos, partes vegetativas y organismos completos, siendo los dueños de los terrenos los únicos beneficiarios de su manejo y aprovechamiento, siempre que no los saquen del territorio.
VS6	Quedarán prohibidos los aprovechamientos de la flora y fauna silvestre con fines comerciales.
VS7	Se permitirá el aprovechamiento de flora y fauna silvestres con fines de autoconsumo y comerciales con la autorización y supervisión de Semarnat.

ASIGNACIÓN DE POLÍTICAS, USOS DEL SUELO Y CRITERIOS ECOLÓGICOS POR UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RIESGO ERUPTIVO

MANEJO	Política Ambiental	Uso del suelo preferentemente	Uso del suelo compatible	Uso del suelo incompatible	Uso del suelo redefiniendo	Lineamientos Ecológicos Aplicables
1 (100) Tlauhcapan, El Verde, Huejotzingo, San Nicolás de los Ranchos, Tochimilco.	Protección	Área Natural Protegida	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna	Industria Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos Agrícola	Forestal Turismo	AC 1 AG 1, 2, 9, 11 AHR 0, 1, 6 F 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 20, 22, 23, 24, 25 IS 2, 7, 8, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 8 TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6
2 Tlauhcapan	Protección	Forestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Agricultura Infraestructura	AC 1, 2, 6 AG 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25 IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 5, 6, 7 TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
5 Tlauhcapan	Protección	Forestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Agricultura Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura	AC 1, 2, 6 AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25 IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 5, 6, 7 TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
6 Tlauhcapan	Protección	Forestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Agricultura Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura	AC 1, 2, 6 AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25 IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 5, 6, 7 TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
7 Tlauhcapan	Protección	Forestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Agricultura Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura	AC 1, 2, 6 AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25 IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 5, 6, 7 TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7

8 Tlilhuapán	Protección	Forestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Agricultura Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura	AC 1, 2, 6, AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25, IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12, PE 5, 6, 7, TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
13 San Salvador El Verde	Protección	Forestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Agricultura Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura	AC 1, 2, 6, AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25, IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12, PE 5, 6, 7, TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
20 San Salvador El Verde, Huejotzingo	Protección	Forestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Agricultura Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura	AC 1, 2, 6, AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25, IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12, PE 5, 6, 7, TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
24 Huejotzingo	Protección	Forestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Minería, Industria, Asentamientos humanos Pecuario	Agricultura Infraestructura	AC 1, 2, 6, AG 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25, IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12, PE 5, 6, 7, TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
31 San Nicolás de los Ranchos	Protección	Forestal	Corredor Natural Flora y Fauna	Minería Asentamientos humanos Industria	Agricultura Infraestructura Pecuario Turismo	AC 1, 2, 6, AG 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25, IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12, PE 5, 6, 7, TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
32 Fracc. Buena Vista San Nicolás de los Ranchos	Protección	Forestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna	Agricultura Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura Turismo	AC 1, 2, 6, AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25, IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12, PE 5, 6, 7, TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
40 Tlanguemánaco	Protección	Forestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna	Asentamientos humanos Industria	Agricultura Infraestructura Minería Pecuario Turismo	AC 1, 2, 6, AG 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25, IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 5, 6, 7, TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7

41 Media Luna San Nicolás de los Ranchos, Tlanguismanalco, Tlaxiaco, Atlixco	Protección	Forestal	Corredor Natural Flora y Fauna	Agricultura Industria Minería Pecuaria Turismo Asentamientos humanos	Infraestructura	AG 1, 2, 11 AHR 0 F 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 22, 23, 24, 25, IS 2, 7, 8, 9, 11, 12, 13 MI 12, TU 5, VS 1, 2, 3, 5, 6
53 Tlaxiaco	Protección	Forestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna	Agrícola Industria Pecuaria Asentamientos humanos	Infraestructura	AC 1, 2, 6, AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 25, IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12, PE 5, 6, 7, TU 1, 2, 3 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
36 San Nicolás de los Ranchos, Tlanguismanalco	Protección	Agroforestal	Acuicultura Flora y Fauna Corredor natural	Industria Asentamientos humanos	Infraestructura Minería Pecuaria Turismo Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AF 1, 2 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AHR 0, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26 IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
39 Tlaxiaco Tlanguismanalco, Nealtican	Protección	Agroforestal	Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Infraestructura Asentamientos humanos	Minería Pecuaria Agrícola	AF 1, 2 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26 IS 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6
16 San Felipe Teotlalcingo	Conservación	Forestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Minería Industria Pecuaria Asentamientos humanos	Agricultura Infraestructura	AC 1, 2, 6 AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 21, 23, 24, 25 IS 2, 7, 8, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 1, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
17 Chautzingo	Conservación	Forestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Minería Asentamientos humanos Pecuaria	Agricultura Infraestructura	AC 1, 2, 6 AG 1, 2, 11 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 21, 23, 24, 25 IS 2, 7, 8, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 1, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7

22 Chilubingo	Conservación	Forestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos Agricultura	Infraestructura	AC 1, 2, 6 AG 1, 2, 11 AHR 0, 6 F 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 21, 23, 24, 25 IS 2, 7, 8, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 1, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
3 Hahuapán	Conservación	Agroforestal	Acuicultura Pecuario Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
9 Hahuapán	Conservación	Agroforestal	Acuicultura Flora y Fauna Pecuario Turismo	Industria Asentamientos humanos	Infraestructura Minería	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
13 San Salvador El Verde	Conservación	Agroforestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna	Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
15 San Felipe Timilazingo	Conservación	Agroforestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna	Agricultura Minería Industria Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7

18 Chiltezingo	Conservación	Agroforestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Minería Industria Asentamientos humanos	Infraestructura Pecuario	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
23 Chilaucingo	Conservación	Agroforestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Minería Asentamientos humanos	Infraestructura Pecuario	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
25 Huejotzingo	Conservación	Agroforestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Minería Asentamientos humanos	Infraestructura Pecuario	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
26 Huejotzingo	Conservación	Agroforestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Minería	Infraestructura Pecuario Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
28 Cuipan	Conservación	Agroforestal	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7

29 Calpan	Conservación	Agroforestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Minería, Industria, Pecuario Asentamientos humanos	Infraestructura Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
34 Tehuacán	Conservación	Agroforestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna	Industria Asentamientos humanos Pecuario	Infraestructura Turismo Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
36 Tehuacán	Conservación	Agroforestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Asentamientos humanos Pecuario Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
204 Actopan Tehuacan	Conservación	Agroforestal	Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Industria Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos Agrícola	AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
205 Actopan	Conservación	Agroforestal	Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Infraestructura Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos Agrícola	AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

202 Huequechula Atlixco	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Corredor Natural Flora y Fauna Turismo Asentamientos humanos		Industria Infraestructura Minería Pecuaria Agrícola	AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 7, 8, 9, 11, 12, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
42 Tlanguanmanico	Restauración	Agroforestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna	Industria Asentamientos humanos Minería	Infraestructura Pecuaria Turismo Agrícola	AC 1, 2, 4, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 0, 1, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26 IS 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
43 Tlanguanmanico	Restauración	Agroforestal Especial	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Industria Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
52 San Pedro Atlixco	Restauración	Agroforestal Especial	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna	Industria Minería	Infraestructura Pecuaria Turismo Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
62 Atlixcohuacan	Restauración	Agroforestal	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Minería	Infraestructura Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7

60 Tochimilco	Restauración	Agroforestal Especial	Acuicola Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
61 Tochimilco	Restauración	Agroforestal Especial	Acuicola Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
55 Tochimilco	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal	Acuicola Turismo Flora y Fauna Corredor Natural	Industria Minería	Infraestructura Asentamientos humanos Pecuaria Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 7, 8, 9, 11, 13 MI 12 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
67 Actopan	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal	Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Industria Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 7, 8, 9, 11, 13, 14 MI 12 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
68 Tepemazulco	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal	Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Industria Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 7, 8, 9, 11, 13, 14 MI 12 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7

200 Coltepec	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal	Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Infraestructura Industria Minería Asentamientos humanos Pecuario	AG 1,2, 3, 4, 5,6,7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6,7,8,9,10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5,6,7 TU 1, 2,3,4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
306 Coayucan	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal	Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Infraestructura Industria Minería Pecuario Asentamientos humanos	AG 1,2, 3, 4, 5,6,7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 25, 26 IS 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2,3,4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 7
4 Tlahuapan	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6,7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3,4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
10 Tlahuapan	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6,7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3,4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
11 San Salvador El Verde	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6,7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3,4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

14 San Felipe Teotlalcingo	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Asentamientos humanos Pecuario	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
19 Chilutzingo	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
21 Huejatzingo	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos	AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
27 Domingo Arenas	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
30 Calpan	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

33 San Nicolás San Nicolás de los Ráinchos, Colapán	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Aquicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
34 Colapán	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Aquicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
35 Neahabán	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Aquicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9-10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
38 San Jerónimo Texaniquian	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Aquicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9-10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
44 Tlapalmanalco	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Aquicultura Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

45 Santa Isabel Cholula	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
46 Santa Isabel Cholula	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
47 Santa Isabel Cholula, San Jerónimo Tecuapetlan	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
48 Tlanguanero	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
49 Tlanguanero	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

50 Tlanguismanalco	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
51 Ocotepéc Alfaro	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Flora y Fauna Turismo	Industria Minería	Infraestructura Pecuario Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
57 Atzacapan Alfaro	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Flora y fauna Turismo	Industria Minería	Infraestructura Pecuario Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 MI 12 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
64 Huaquechula	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	
65 Atzacapan	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria Infraestructura Minería Pecuario Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	

66 Cohuecan	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Industria Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
203 Tepemanzaco Huaquechula	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuacultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Industria Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 7, 8, 9, 11, 12, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
303 San Pedro Cholula	Aprovechamiento sustentable	Agroforestal Especial	Acuacultura Corredor natural Flora y fauna Turismo		Infraestructura Industria Minería Pecuaria Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
58 Atlixco	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Acuacultura Turismo		Industria Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

59 Acapulco	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Acuicultura Forestal	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2 AHR 1, 2, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
63 Huequechula Huequechula, Atlixco	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Acuicultura Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos Agrícola	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
200 San Salvador El Verde	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 7, 8, 9, 11, 12, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
201 Huequechula	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Industria	Infraestructura Minería Pecuaria Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2 AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 7, 8, 9, 11, 12, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

300 San Martín Texmelucan	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Aquicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Infraestructura Industria Minería Pecuaria Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6, F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
301 Tlaltenango	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Aquicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Infraestructura Industria Minería Pecuaria Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6, F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
302 Juan C. Bonilla	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Aquicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Infraestructura Industria Minería Pecuaria Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6, F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
304 San Pedro Cholula	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Aquicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo		Infraestructura Industria Minería Pecuaria Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6, F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

305 San Gregorio Atzacampa	Aprovechamiento sustentable	Agrícola	Acuicultura Corredor Natural Flora y Fauna Turismo	Infraestructura Industria Minería Pecuaria Asentamientos humanos	AC 1, 2, 3, 4, 5, 6 AG 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, AF 1, 2, AHR 1, 3, 4, 5, 6 F 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26 IS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 MI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 PE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 TU 1, 2, 3, 4 VS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
----------------------------	-----------------------------	----------	--	---	--

INSTRUMENTACIÓN DEL MODELO

El presente es un ordenamiento de carácter regional, interestatal, integra a los estados de Morelos, México y Puebla. La entrega contenida en este documento corresponde al estado de Puebla, y mientras no sean concluidos los trabajos de los otros dos estados, el presente Modelo de Ordenamiento tendrá un carácter regional-estatal y se atenderá a las normas de la entidad.

Estará normado por la LEY PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE NATURAL Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE PUEBLA, que en su artículo 23 establece que:

"para la evaluación, autorización y aprobación de los Programas de Ordenamiento Ecológico se atenderá lo siguiente:

[los ordenamientos de carácter] I Estatal y Regional serán aprobados por el Ejecutivo del Estado."

La dependencia del Ejecutivo estatal encargada de administrar el ordenamiento es la Secretaría de Ecología, Desarrollo Urbano y Obra Pública (Sedurbecop). Intervendrán en el Comité de Ordenamiento todas las demás dependencias estatales, federales y municipales, con arreglo a la Ley del Equilibrio Ecológico y disposiciones legales.

Será creado un Comité del Ordenamiento Territorial del volcán Popocatepetl en materia Ecológica y de Riesgo Eruptivo, que tendrá como función deliberar sobre los avances de los programas y la calidad de los procesos que ocurren en el ámbito de lo establecido en el presente ordenamiento, según lo estipula los términos de referencia y la Ley estatal en la materia. Lo integrarán dependencias gubernamentales de los tres niveles, usuarios del territorio, Universidades y agrupaciones civiles, expertos.

Finalmente, Será creado un Fideicomiso para el presente ordenamiento que tenga como finalidad contribuir a la aplicación de los programas y proyectos que de él deriven, así como a supervisar las acciones que pudieran contravenir los propósitos de mejoramiento contenidos en la estrategia.

DISCUSIÓN Y ADOPCIÓN SOCIAL DEL MODELO

La presente propuesta de ordenamiento territorial del volcán Popocatepetl y su zona de influencia desde el punto de vista ecológico y de amenaza eruptiva deberá ajustarse al artículo 24 de la Ley para la Protección del Ambiente del estado de Puebla, que a la letra dice:

"En la formulación y evaluación de los ordenamientos ecológicos en cualquiera de sus modalidades, se deberán establecer los mecanismos para garantizar la consulta de los ejidos, comunidades, grupos, organizaciones sociales y empresariales, instituciones académicas y de investigación y demás personas interesadas, de acuerdo con lo establecido en esta Ley, así como en las demás disposiciones que resulten aplicables.

"Una vez efectuada la consulta a que se refiere el párrafo anterior, las autoridades, en el ámbito de su competencia, podrán someter el ordenamiento ecológico a su aprobación. Los Programas de Ordenamiento Ecológico deberán satisfacer las condiciones y requisitos que en materia de programas establece la Ley de Planeación del Estado, así como el Reglamento de Ley.

Los núcleos sociales que son actores de este proceso se agrupan así:

- Autoridades municipales;
- Productores (ejidatarios, comuneros, trabajadores por cuenta propia, empleados y obreros, etcétera)

- Prestadores de servicios diversos (profesores, comerciantes, vendedores de alimentos, etc.)
- Representantes de las Iglesias;
- Organizaciones no gubernamentales;
- Dependencias gubernamentales:
- Federales: Semarnat, CNA, Conafor, Sagarpa, Profepa, Sedesol, Segob, SRA, Sedena, PGR, etcétera.
- Estatales: Sedurbecop, SDR, Segob, Sedeso, SEP, SE, SS, IPV, Coplademun, etcétera.
- Universitarias y Académicas.

"Artículo 25.- Los Programas de Ordenamiento Ecológico a que se refiere esta Ley, una vez aprobados, serán publicados en el Periódico Oficial del Estado de Puebla e inscritos en el Registro Público de la Propiedad y de Comercio y tendrán carácter de obligatorios, debiendo los Gobiernos Estatal y Municipal, emplear el instrumento de política ambiental con el objeto de regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas."

RESUMEN DE RESOLUTIVOS DE LOS TALLERES DE VALIDACIÓN

Talleres celebrados en la zona de ordenamiento del estado de Puebla desde marzo hasta noviembre de 2004 en los municipios de la zona de ordenamiento.

RECURSOS NATURALES

Vegetación	Impulsar proyectos de conservación, aprovechamiento, protección y recuperación. Promover, propiciar y apoyar el manejo sustentable y búsqueda de alternativas productivas. Reforestar y cercar áreas protegidas. Reforestar con pinos en el bosque, orillas de caminos y orillas de barrancas, y con frutales en las tierras de cultivo, en tiempos adecuados. Crear espacios y centros de recreación en el bosque y para la producción. Áreas verdes o pulmones en las áreas urbanas. El gobierno adquiere conciencia (de conciencia) de que el bosque se está perdiendo. Reforzar y recuperar el trabajo comunitario. Establecer reglas de aprovechamiento y explotación forestal. Consultar los aprovechamientos forestales en la asamblea ejidal. Poner orden a la explotación de los recursos. Regular permisos de explotación (controlar la tala). Se requiere un organismo que coordine todo lo relacionado al bosque (dependencias, instituciones, permisos, leyes). Auditorías en aserraderos, planes de manejo. Autorizar extracciones o explotaciones sólo con plan de manejo. Semarnat deje de dar permisos y apoye con capacitación y equipo. Vigilar el trabajo de los prestadores de servicios forestales. Establecer pago ajustado al servicio y atribuciones. Guardabosques para vigilar que no se corte el monte (detenerlo en las carreteras antes del corte). Cada comunidad se organice y cuente con un equipo contra incendios y vigilancia. Crear fuentes de empleo para evitar la tala. Capacitar a carboneros: que trabajen sin devastar el bosque. Terminar con burocratismo, complicados requisitos de las instituciones, y que fomenten y apoyen acciones adecuadas a los problemas y necesidades. Propiciar la participación de campesinos en el cuidado y aprovechamiento del bosque. Contar con asistencia técnica.
------------	--

	Establecer viveros forestales, frutales y especies que se necesiten en la región. Impulsar y apoyar organización y coordinación de comunidades, ejidos, productores, autoridades municipales, estatales y federales. (CMDRS). Conocer y difundir la Ley Forestal. Generar formas y mecanismos adecuados de comunicación entre los actores sociales y autoridades. Capacitación, educación desde las escuelas. Promover pago justo a servicios ambientales. Mejorar vías de comunicación.
Fauna	Veda y reglamentación de la cacería. Cuidar animales en peligro de extinción. Identificar especies que se puedan recuperar y promover acciones de recuperación, reintroducción y aprovechamientos sustentables. Cría de venado en reservas.
Suelo	Armonizar al medio físico la sustracción de recursos. Limitar uso de agroquímicos. Recuperar técnicas tradicionales (antigua) de fertilización y control de plagas. Promover actividades, capacitar y asesorar sobre medidas para prevenir, detener y corregir la erosión, así como mantener suelos de cultivos y del bosque. Obras de conservación como barreras vivas, zanjas, tinajas, tinajas ciegas. Proteger suelos sembrando maguey. Apoyo de dependencias gubernamentales (financiamiento y asesoría, difusión oportuna de reglas y entrega en tiempo de los apoyos).
Agua	Sistemas de captación y obras de agua (ollas, tinajas, barreras vivas y muertas, presas y gaviones). Revisar y supervisar concesiones, derechos y títulos de agua. Difundir la Ley de Aguas Nacionales. Detener la contaminación y limpiar barrancas, ríos y arroyos. Impedir con la contaminación industrial. Reforestar para posibilitar recarga de acuíferos subterráneos. Plantas tratadoras de aguas negras. Usar el agua de rehuso para el riego. Hacer lagunas de oxidación para reutilizar el agua y la materia orgánica.
GENERALES	Difundir, monitorear, reforzar y retroalimentar el plan de ordenamiento ecológico. Gestionar el pago justo de servicios ambientales. Fomentar la educación ambiental en niños, jóvenes y adultos. Fomentar, reforzar y apoyar la organización y acciones de los Consejos Municipales de Desarrollo Rural Sustentable.

ECONÓMICOS

Agricultura de subsistencia	Subsidio de insumos. Impulsar la aplicación de programas institucionales que apoyen el desarrollo del sector campesino en la región. Buscar alternativas que no dañen al medio ambiente. Incrementar precio de productos básicos. Aprovechar mejor la producción. Manejo orgánico, elaboración de compostas. Aumentar la producción y la calidad de áreas de temporal. Intercalar cultivos. Rescate de prácticas tradicionales. Crear fuentes de empleo.
Agricultura comercial	Apoyo al campo y cierre de las fronteras al comercio desleal. Impulsar y promover planes y programas que beneficien a los campesinos y el desarrollo del sector en la región. Fomentar la agricultura armónica al medio ambiente y actividades productivas que no lo dañen. Difundir con oportunidad programas y apoyos que ofertan las instituciones. Apoyar la elaboración y gestión de proyectos. Subsidar insumos. Propiciar el incremento de precios de los productos campesinos.

	Capacitación y asesoría permanentes. Generar estructuras organizativas de productores en las diferentes actividades y líneas productivas. Asesoría en el manejo de cultivos y en búsqueda de alternativos. Planear y buscar mejores mercados, y apoyar la comercialización. Propiciar, gestionar y apoyar estudios de mercado para producción agrícola y silvícola. Transformar o procesar la producción (agroindustrias). Bodegas municipales. Ampliar y promover eventos como ferias (chile en nogada San Nicolás). Agregar valor a los productos. Seguir arriesgando y seguir trabajando. Financiar plantaciones de frutales y hortalizas. Proyectos de irrigación y riego agrícola. Invernaderos, riego por goteo o microaspersión. Mejora de vías de acceso a terrenos. Promover y capacitar en la selección de semillas criollas para mejorarlas. Capacitar en técnicas orgánicas de producción agrícola, paquetes tecnológicos que mejoren procesos y rescate de prácticas tradicionales. Capacitar en manejo de agroquímicos y controlar la contaminación por el uso. Organizar y coordinar y promover vías adecuadas de comunicación al CMDRS.
Ganadería	Cria de ganado estabulado o semi. Proyectos de aprovechamiento de los forrajes. Maquinaria y equipo para aprovechamiento de rastrojos y granos.
Artesanía	Promover ferias y actividades para la artesanía. Asistencia técnica y capacitación. Nuevos diseño y técnicas que propicien el desarrollo de la actividad. Sustituir insumos alternativos.
Servicios	Cada municipio cuente con un equipo técnico interdisciplinario permanente. Promover, difundir, asesorar y elaborar proyectos de apoyo al campo. Conocer oportunamente los diferentes programas y apoyos de las instituciones. Establecer instancias de ahorro y crédito. Capacitación sobre el uso de agroquímicos. Detener el desfase en la entrega de recursos para proyectos.
Otros	Creación de pequeños talleres o fábricas que generen empleo. Incremento de salarios. Generar fuentes de empleo para mitigar emigración. El comercio como fuente de ingreso. Plantación de árboles de navidad. Generar la organización para el trabajo entre campesinos. Impulsar proyectos y estudios científicos. Corredores industriales.

SOCIALES

Vivienda	Gestionar el apoyo de programas como el de piso firme.
Educación	Rehabilitación de escuelas. Control de la asistencia y cumplimiento de los maestros (supervisión continua). Revisión del desempeño de los maestros (SEP). Propiciar la preparación y actualización del magisterio (pedagogía). Equipamiento de escuelas (computación y laboratorios). Instalar escuelas a nivel bachillerato, media, superior, y técnicas (agricultura). Guarderías para las madres que trabajan. Reforzar y continuar programas de alfabetización. Fomentar la educación en lengua náhuatl. Integración entre maestros, regidores de educación y padres de familia. Fomentar que los CMDRS atiendan los asuntos educativos.
Salud	Imprescindible un hospital regional con todos los servicios, personal y medicamentos. Mejorar los sistemas de salud, que cada comunidad cuente con médico propio y servicio odontológico.

	Surtido constante de medicamentos. Clínicas equipadas y con personal capacitado (especialistas aunque sea temporal). Control de perros callejeros. Médicos especialistas (no pasantes). Ambulancias y servicio de emergencias. Impulsar proyectos para recuperar prácticas de medicina tradicional.
Servicios	Completar obras y buen servicio de drenaje y alcantarillado. Pavimentar o adoquinar calles. Transporte digno y control del servicio. Servicio y mejora del alumbrado. Rellenos sanitarios por municipio. Promover sistemas de recolección, reciclaje de basura y aprovechamientos de beneficio local. Mejorar vías de comunicación. Caminos inter comunitarios. Mejorar el servicio de agua potable. Sanitarios públicos. Mercados municipales. Ampliar comercios: farmacias, tlapalerías, restaurantes. Buscar y gestionar apoyos sin limitarse al Ramo 33.
Cultura y recreación	Reconstruir y registrar la historia local (archivo comunitario y ejidal). Fomentar espacios que promuevan la cultura. Educación ambiental a la población. Creación de unidades deportivas e impulso al deporte con los medios adecuados. Organización de torneos, eventos musicales. Fortalecer a la familia (capacitación), violencia, desintegración. Mayor vigilancia y conciencia de los padres. Revalorar y retomar la medicina tradicional. Promover cultura alimenticia, evitar el consumo chatarra. Orientación e información a los jóvenes acerca de las adicciones y sus consecuencias, para disminuir vicios y cultura sexual. Talleres y cursos de capacitación a jóvenes.
Emigración	Generación de fuentes de empleo en la región.
Organización	Impulsar y reforzar a los Consejos Municipales de DRS con capacitación y asesoría. Coordinación entre los actores locales, municipales y autoridades de los tres niveles de gobierno. Aumentar y mejorar apoyo de instituciones. Contar con espacios para organizarse y defender los recursos naturales y el bienestar de todos. Capacitación para organizarse. Buscar el interés común para poder trabajar juntos. Contar con mecanismos adecuados e eficientes de información. Propiciar reuniones y eventos para construir propuestas de mayor alcance e impacto.

RIESGO

Volcán	Caminos comunitarios. Reconstruir el plan de emergencia. Mejorar las vías de evacuación. Conocer la localización de albergues y para quiénes. Considerar medidas para proteger y resguardar bienes de los habitantes que se desplacen. Buscar opciones para que la gente se quede en su comunidad en caso de erupción. Ir al albergue si hace falta. Organizarse (cada quien se haga responsable de su familia).
--------	--

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
NOMBRE:	Tlahuapan 2
MUNICIPIO:	Tlahuapan
SUPERFICIE:	3,224.24 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	539,125
LATITUD N	2,147,843

IDENTIFICACIÓN

UGARE 2

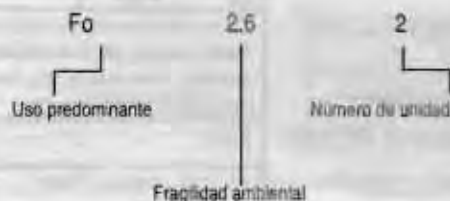
ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co	83.14	Pz	5.63
	B_Pb	4.11	TA	1.11
	B_Pm	1.29	Vsa	4.73
GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos, estrato de volcán, lavas cubiertas con piroclastos, erosión fluvial, toba andesítica, andesita-basalto			
FRANJA DE RIESGO:	Fuera			
EDAFOLOGÍA:	Andosol, cambisol			
REGIÓN:	Somontano I			
SUBCUENCA:	Atoyac			

PROBLEMÁTICA:

Áreas deterioradas (Pz, TA, Vsa) y presión sobre el bosque y otros recursos. Incendios.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL



CALIDAD ECOLÓGICA	FRAGILIDAD AMBIENTAL	PRESIÓN ANTROPOGÉNICA	VULNERABILIDAD AMBIENTAL
Muy alta	Media	Muy alta	Muy alta

USO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO INCOMPATIBLE	USO CONDICIONADO
Forestal	4, 5, 7, 9	2, 6, 11, 12	1, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tlahuapan 3
MUNICIPIO:	Tlahuapan
SUPERFICIE:	9,276.52 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	542,981
LATITUD N	2,142,486

IDENTIFICACIÓN**UGARE 3****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co	16.21	Pz	4.87
	B_Pb	19.46	TA	42.22
	B_Pi	0.83	TP	0.10
	B_Pm	13.27	Vsa	1.75
	Zu	1.30		
GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos, erosión fluvial, mantos de acumulación, basalto-andesita, toba andesítica, basalto-andesita, andesita-basalto.			
FRANJA DE RIESGO:	Fuera			
EDAFOLOGÍA:	Andosol, cambisol, litosol			
REGIÓN:	Somontano II			
SUBCUENCA:	Atoyac			

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Inicio de deterioro.
Libre pastoreo. Creciente extracción minera.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Media

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

2, 4, 5, 7

USO INCOMPATIBLE

11

USO CONDICIONADO

6, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL

Conservación



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tlahuapan 4
MUNICIPIO:	Tlahuapan
SUPERFICIE:	11,696.55 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	546,410
LATITUD N	2,141,359

IDENTIFICACIÓN**UGARE 4****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co 3.57	RA 11.23
	B_Pb 0.15	Pz 5.03
	B_Pt 0.73	TA 52.34
	B_Pm 12.97	TP 5.78
	Zu 5.65	Vsa 1.10
	E 1.45	

GEOMORFOLOGÍA:

Lavas cubiertas con piroclastos, erosión fluvial, mantos de acumulación, estrato de volcán, piroclastos recientes, basalto-andesita, toba-andesítica, andesita-basáltica.

FRANJA DE RIESGO:

Fuera

EDAFOLOGÍA:

Andosol, cambisol, litosol, regosol.

REGIÓN:

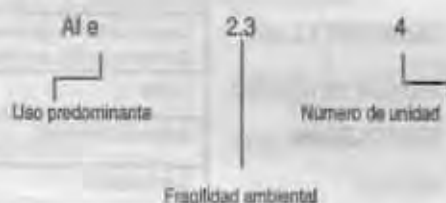
Pie de monte

SUBCUENCA:

Atoyac

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque, Áreas de deterioro.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agróforestal especial

USO COMPATIBLE

4, 5, 7

USO INCOMPATIBLE

11

USO CONDICIONADO

8, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL**Aprovechamiento sustentable**

CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tlahuapan 6
MUNICIPIO:	Tlahuapan
SUPERFICIE:	262.86 ha

CENTROIDE UTM

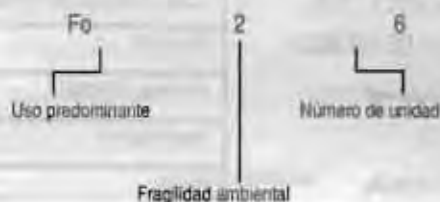
LONGITUD E	538,018
LATITUD N	2,132,544

IDENTIFICACIÓN**UGARE 6****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co 6.25
	B_Pb 78.46
	B_Pm 15.28
GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos, estrato de volcán
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km
EDAFOLOGÍA:	Andosol, regosol
REGIÓN:	Somontano I
SUBCUENCA:	Atoyac

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque y otros recursos naturales. Libre pastoreo e incendios.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Muy alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Media

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

5, 7, 9

USO INCOMPATIBLE

1, 2, 6, 11, 12

USO CONDICIONADO

13

POLÍTICA AMBIENTAL:**Protección**

CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tlahuapan 7
MUNICIPIO:	Tlahuapan
SUPERFICIE:	186.02 ha

CENTROIDE UTM

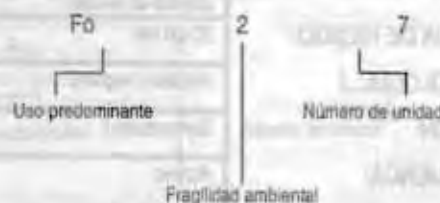
LONGITUD E	538,521
LATITUD N	2,130,964

IDENTIFICACIÓN**UGARE 7****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co 36.80
	B_Pb 45.14
	B_Pm 18.06
GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km
EDAFOLOGÍA:	Andosol, Regosol
REGIÓN:	Somontano I
SUBCUENCA:	Atoyac

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque y los recursos naturales. Libre pastoreo e incendios.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Muy alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

5, 7, 9

USO INCOMPATIBLE

1, 2, 6, 11, 12

USO CONDICIONADO

13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tlahuapan 8
MUNICIPIO:	Tlahuapan
SUPERFICIE:	1,203.96 ha

CENTRO DE UTM

LONGITUD E	541,186
LATITUD N	2,129,604

IDENTIFICACIÓN

UGARE 8

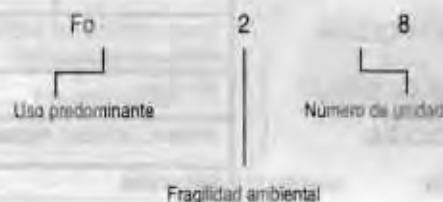
ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co 45.85
	B_Pb 48.09
	B_Pl 1.61
	B_Pm 4.45
GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km
EDAFOLOGÍA:	Andosol, Regosol
REGIÓN:	Somontano I
SUBCUENCA:	Atoyac

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque y otros recursos naturales. Libre pastoreo e incendios

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL



CALIDAD ECOLÓGICA

Muy alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

4, 5, 7, 8, 9

USO INCOMPATIBLE

2, 6, 11, 12

USO CONDICIONADO

13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tlahuapan 10
MUNICIPIO:	Tlahuapan
SUPERFICIE:	878.08 ha

CENTROIDE UTM

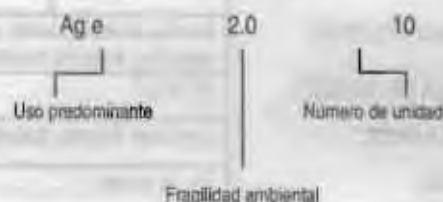
LONGITUD E	547,569
LATITUD N	2,131,177

IDENTIFICACIÓN**UGARE 10****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Go 2.87	RA 0.11
	B_Pb 0.18	TA 3.64
	B_Pm 1.97	TP 90.06
	Zu 1.17	
GEOMORFOLOGÍA:	Mantos de acumulación, piroclastos recientes.	
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km	
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, regosol	
REGIÓN:	Pie de monte	
SUBCUENCA:	Atoyac	

PROBLEMÁTICA

Uso intensivo de agroquímicos

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

2, 4, 5

USO INCOMPATIBLE

11

USO CONDICIONADO

6, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Aprovechamiento sustentable



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	El Verde 11
MUNICIPIO:	San Salvador el Verde
SUPERFICIE:	2,204.48 ha

CENTROIDE UTM

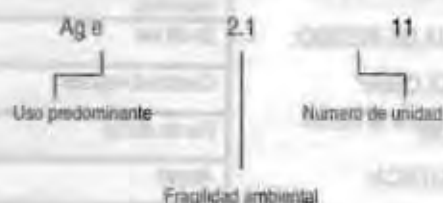
LONGITUD E	550,089
LATITUD N	2,129,124

IDENTIFICACIÓN**UGARE 11****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co 9.67	RA 36.99
	B_Pb 0.30	TA 8.41
	Zu 9.34	TP 35.29
GEOMORFOLOGÍA:	Mantos de acumulación, piroclastos recientes, andesita-basalto, aluvión.	
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km	
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, feozem, fluvizol, regosol	
REGIÓN:	Pie de monte	
SUBCUENCA:	Atoyac	

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque, libre pastoreo, uso intensivo de agroquímicos.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Media

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

5, 7

USO INCOMPATIBLE

Ninguno

USO CONDICIONADO

2, 6, 11, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Aprovechamiento sustentable



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	El Verde 12
MUNICIPIO:	San Salvador el Verde
SUPERFICIE:	547.52 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	545,141
LATITUD N	2,127,670

IDENTIFICACIÓN**UGARE 12****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co 14.39
	B_Pb 65.85
	TA 19.76
GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos, mantos de acumulación
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km
EDAFOLOGÍA:	Andcisol, cambisol, regosol
REGIÓN:	Somontano II
SUBCUENCA:	Atoyac

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Libre pastoreo e incendios.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Media

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Media

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

7, 9

USO INCOMPATIBLE

2, 6, 11, 12

USO CONDICIONADO

13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Conservación



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Teotlalcingo 14
MUNICIPIO:	San Felipe Teotlalcingo
SUPERFICIE:	3,109.36 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	551.082
LATITUD N	2.126.579

IDENTIFICACIÓN

UGARE 14

ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co 5.46	RP 17.19
	B_Pb 2.07	Pz 0.07
	B_Pm 4.25	TA 1.36
	Zu 10.89	TP 53.66
	RA 5.05	
GEOMORFOLOGÍA:	Mantos de acumulación, piroclastos recientes, basalto-andesita, andesita-basáltica, aluvión.	
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km	
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, fozem, fluvizol, regosol	
REGIÓN:	Pie de monte	
SUBCUENCA:	Atoyac	

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Uso intensivo de agroquímicos. Incendios y libre pastoreo.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

```

graph TD
    A[14] --> B[Uso Predominante]
    A --> C[Número de unidad]
    D[2.1] --> E[Fractura Ambiental]
    B --> E
    C --> E
  
```

CALIDAD
ECOLÓGICA

Gala

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Bain

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

4.5.7

USO INCOMPATIBLE

6

USO CONDICIONADO

2, 11, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Aprovechamiento sustentable



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Teotlalcingo 15
MUNICIPIO:	San Felipe Teotlalcingo
SUPERFICIE:	495.63 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	546,241
LATITUD N	2,125,264

IDENTIFICACIÓN**UGARE 15****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co	9.36	TP	1.81
	B_Pb	71.50	Vsa	3.93
	TA	13.40		
GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos, Mantos de acumulación, piroclastos recientes.			
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km			
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, regosol			
REGIÓN:	Somontano II			
SUBCUENCA:	Aloyac			

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Libre pastoreo e Incendios

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Muy alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Media

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Media

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

7, 9

USO INCOMPATIBLE

2, 5, 11, 12

USO CONDICIONADO

13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Conservación



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Teotlalcingo 16
MUNICIPIO:	San Felipe Teotlalcingo
SUPERFICIE:	337.37 ha

CENTROIDE UTM

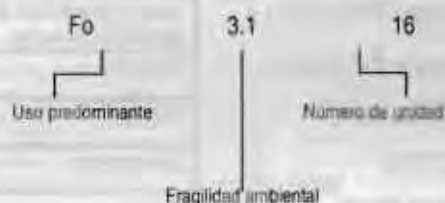
LONGITUD E	544,655
LATITUD N	2,124,815

IDENTIFICACIÓN**UGARE 16****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co	5.98
	B_Pb	86.69
	TA	7.32
GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos.	
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km	
EDAFOLOGÍA:	Regosol	
REGIÓN:	Sorientano II	
SUBCUENCA:	Atoyac	

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Libre pastoreo e incendios

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Muy alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Baja

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Media

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

7, 9

USO INCOMPATIBLE

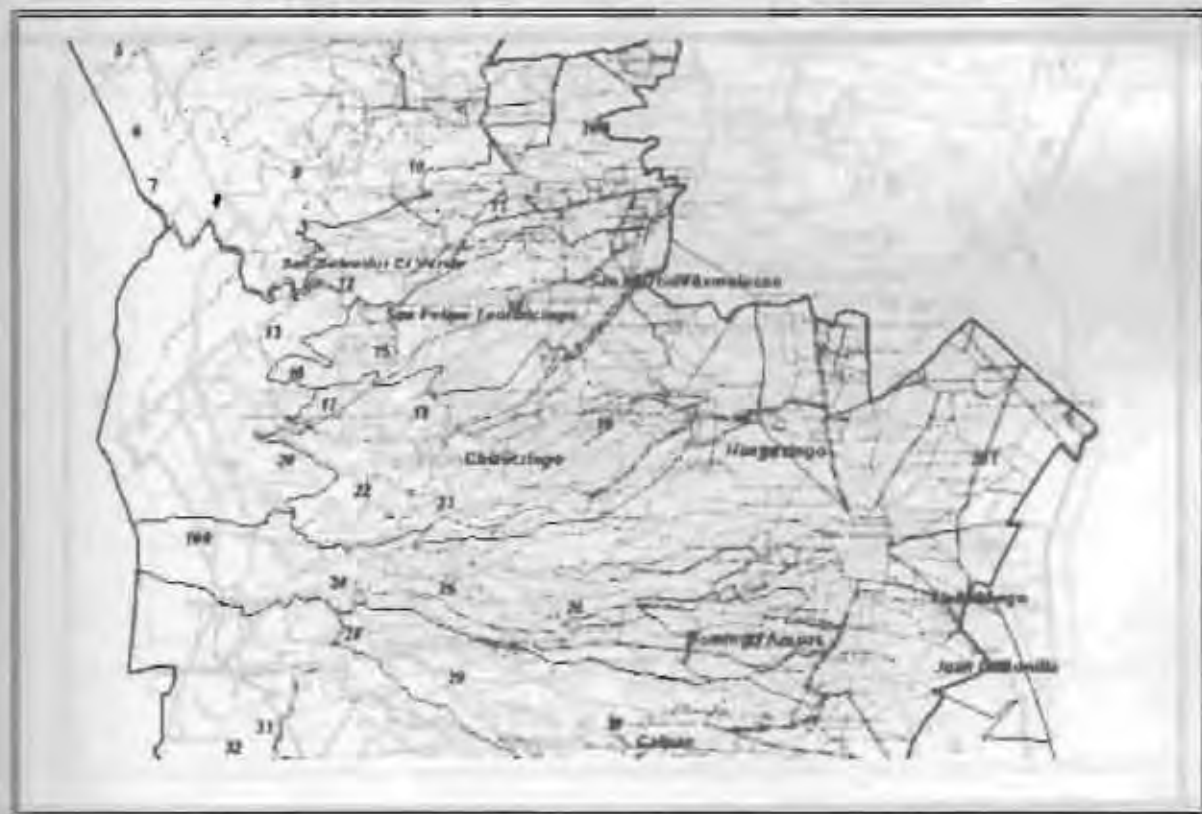
2, 6, 11, 12

USO CONDICIONADO

1, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Conservación



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Chiautzingo 18
MUNICIPIO:	Chiautzingo
SUPERFICIE:	743.99 ha

CENTROIDE UTM

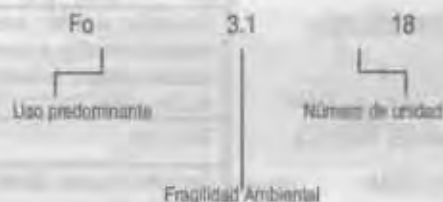
LONGITUD E	547,849
LATITUD N	2,122,391

IDENTIFICACIÓN**UGARE 18****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co	14.48	TA	16.76
	B_Pb	53.28	TP	13.05
	B_Pm	0.99	Vsa	1.19
	Pz	0.25		
GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos, mantos de acumulación, piroclastos recientes.			
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km			
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, regosol			
REGIÓN:	Somontano II			
SUBCUENCA:	Atoyac			

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Libre pastoreo e incendios

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Media

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

7, 9

USO INCOMPATIBLE

6, 11, 12

USO CONDICIONADO

2, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Conservación



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	El Verde 20
MUNICIPIO:	San Salvador el Verde, Huejotzingo
SUPERFICIE:	412.76 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUDE	543.063
LATITUDE	2.121.380

IDENTIFICACIÓN

UGARE 20

ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co	44.08	B_Pm	0.73
	B_Pb	45.04	Pz	0.87
	B_Pf	9.27		

GEOMORFOLOGÍA:	Lavas cubiertas con piroclastos.
FRANJA DE RIESGO:	13-20 km
EDAFOLOGÍA:	Regosol
REGIÓN:	Semontano I
SUBCUENCA:	Atoyac

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque y otros recursos naturales. Libre pastoreo e incendios

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

```

graph TD
    A[Fragilidad ambiental 3.6] --> B[Uso predominante Fo]
    A --> C[Número de unidad 20]
  
```

CALIDAD
ECOLÓGICA

Muy alta

FRAGILIDAD
AMBIENTAL

Alla

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

4, 5, 7, 9

USE INCOMPATIBLE

2, 6, 11, 12

USO CONDICIONADO

13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Domingo Arenas 27
MUNICIPIO:	Domingo Arenas
SUPERFICIE:	1,211.28 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	558,214
LATITUD N	2,115,642

IDENTIFICACIÓN

UGARE 27

ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co	5.91	TA	21.66
	B_Pm	10.21	TP	49.57
	Zu	11.93	ALCA	0.42
	Pz	0.04	ALCPS	0.25
GEOMORFOLOGÍA:	Mantos de acumulación, erosión fluvial, piroclastos recientes.			
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km			
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, regosol			
REGIÓN:	Pie de monte			
SUBCUENCA:	Atoyac			

PROBLEMÁTICA

Uso intensivo de agroquímicos. Libre pastoreo e incendios.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL



CALIDAD ECOLÓGICA

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

5, 7, 9

USO INCOMPATIBLE

Ninguno

USO CONDICIONADO

2, 6, 11, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Aprovechamiento sustentable



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Calpan 29
MUNICIPIO:	Calpan
SUPERFICIE:	1,248.88 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	548,560
LATITUD N	2,114,109

IDENTIFICACIÓN**UGARE 29****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co	38.80	TP	4.86
	B_Pb	16.02	Vsa	0.36
	B_Pm	2.62	Zu	0.87
	TA	36.47		
GEOMORFOLOGÍA:	Erosión fluvial, piroclastos recientes.			
FRANJA DE RIESGO:	13-20 km			
EDAFOLOGÍA:	Ragosol			
REGIÓN:	Somontano II			
SUBCUENCA:	Atoyac, Nexapa			

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque, Libre pastoreo e incendios.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPÓGENICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

5, 7, 9

USO INCOMPATIBLE

6, 11

USO CONDICIONADO

2, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Conservación



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	San Nicolás 31
MUNICIPIO:	San Nicolás de los Ranchos
SUPERFICIE:	3.404,31 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUDE	542.918
LATITUDE	2.110.885

IDENTIFICACIÓN

UGARE 31

ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co 10.43	P2 17.43
	B_Pb 44.35	TA 4.02
	B_Pl 4.82	TP 2.45
	B_Pm 16.28	Vsa 0.21
GEOMORFOLOGÍA:	Piroclastos recientes, erosión fluvial, derrames de lava, estrato de volcán, derrame de lava.	
FRANJA DE RIESGO:	7 ± 13 km	
EDAFOLOGÍA:	Regosol	
REGIÓN:	Serranías	
SUBCUENCA:	Necaps	

PROBLEMÁTICA

Fraseón sobre el bosque y otros recursos. Libre
pastoreo e incendios.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

```

graph TD
    A[Tipo predominante] --> B[Lito predominante]
    A --> C[Número de unidades]
    B --> D[Peligrosidad ambiental]
    C --> D
  
```

CALIDAD
ECOLÓGICA

And

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Media

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

萬計。

USO PREDOMINANTE

Foresta

USE COMPATIBLE

丁巳

USE INCOMPATIBLE

6.11.12

USO CONDIZIONATO

1 2 5 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Fraco Buenavista 32
MUNICIPIO:	San Nicolás de los Ranchos
SUPERFICIE:	74.58 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E:	541,443
LATITUD N:	2,112,054

IDENTIFICACIÓN

UGARE 32

ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co 50.32	B_Po 24.73	B_Pm 24.95
GEOMORFOLOGÍA:	Derames de lava, estrato de volcán.		
FRANJA DE RIESGO:	7 a 13 km		
EDAFOLOGÍA:	Regosol		
REGIÓN:	Somontano I		
SUBCUENCA:	Néxapa		

PROBLEMÁTICA

Falta de regulación turística. Presión sobre el bosque por ganado.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL



CALIDAD ECOLÓGICA

Muy alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Alta

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Muy alta

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

4, 5, 7, 9

USO INCOMPATIBLE

1, 2, 6, 11, 12

USO CONDICIONADO

13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	San Nicolás 36
MUNICIPIO:	San Nicolás de los Ranchos, Tlanguismanalco
SUPERFICIE:	5,595.90 ha

CENTRO DE UTM

LONGITUD E	549,639
LATITUD N	2,109,082

IDENTIFICACIÓN

UGARE 36

ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co	6.64	Zu	0.26
	B_Pb	15.16	Pz	12.69
	B_Pj	0.79	TA	12.41
	B_Fm	9.49	TP	13.60
	B_Pa	20.69	Vsa	5.29
GEOMORFOLOGÍA:	Procesos recientes, erosión fluvial, derrames de lava, mantos de acumulación.			
	7 a 13 km			
FRANJA DE RIESGO:				
EDAFOLOGÍA:	Litosol, regosol			
REGIÓN:	Semiárido II			
SUBCUENCA:	Naxapa			

PROBLEMÁTICA

Alta presión sobre el recurso natural. Libre
pastoreo e incendios. Contaminación por
desechos sólidos.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

CALIDAD
ECOLÓGICA

Media

FRAGILIDAD
AMBIENTAL

Media

PRESIÓN
ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD
AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

7, 9

USO INCOMPATIBLE

6, 11, 12

USO CONDICIONADO

2, 5, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tateolotita 39
MUNICIPIO:	Tlanguismanalco, Nealtican
SUPERFICIE:	4,091.44 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	556.682
LATITUD N	2,102.898

IDENTIFICACIÓN

UGARE 39

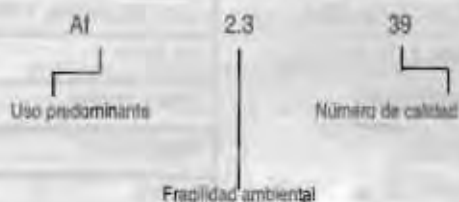
ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co	0.01	TA	4.12
	B_Ps	3.20	TP	1.99
	Pz	89.98	Vsa	0.14
	RA	0.56		
GEOMORFOLOGÍA:	Erosión fluvial, derrames de lava.			
FRANJA DE RIESGO:	13-20 km			
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, feozem, fluvisol, litosol, regosol			
REGIÓN:	Pie de monte			
SUBCUENCA:	Atoyac, Nexapa			

PROBLEMÁTICA

Alta presión sobre el recurso forestal.
Creciente extracción minera (cantera)

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL



CALIDAD ECOLÓGICA

Media

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

5, 7, 9

USO INCOMPATIBLE

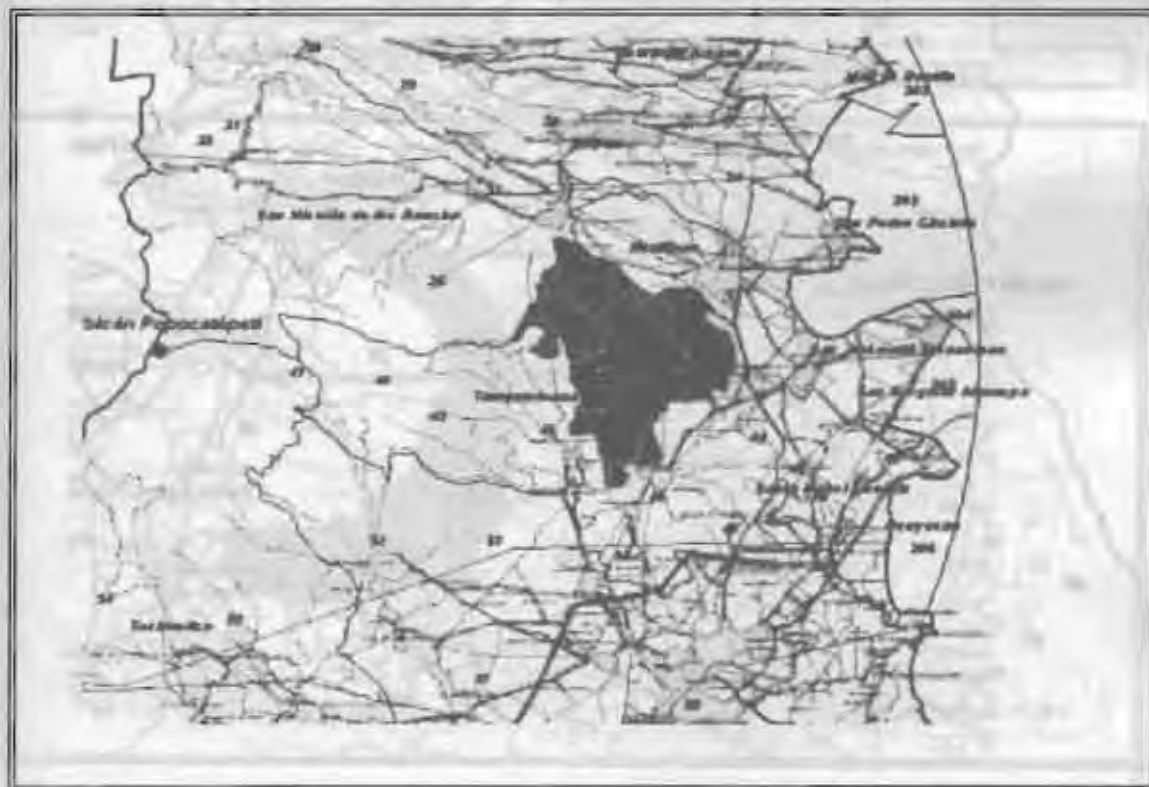
11, 12

USO CONDICIONADO

6

POLÍTICA AMBIENTAL

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tiangulmanalco 40
MUNICIPIO:	Tiangulmanalco
SUPERFICIE:	799.62 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	547,682
LATITUD N	2,101,776

IDENTIFICACIÓN**UGARE 40****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co	13.95	Pz	12.78
	B_Pb	55.57	TA	9.07
	B_Pm	0.87	Vsa	2.52
	B_Ps	5.25		
GEOMORFOLOGÍA:	Derrames de lava, erosión fluvial.			
FRANJA DE RIESGO:	7 a 13 km			
EDAFOLOGÍA:	Litosol, regosol			
REGIÓN:	Semontano II			
SUBCUENCA:	Nexapa			

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Áreas deterioradas.
Libre pastoreo e incendios. Extracción de tierra de monte.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

Fq	2.5	40
Uso predominante		Número de unidad
	Fragilidad ambiental	

CALIDAD ECOLÓGICA

Alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Media

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Media

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

7, 9

USO INCOMPATIBLE

11, 12

USO CONDICIONADO

1, 2, 5, 6, 13

POLÍTICA TERRITORIAL:

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Media Luna 41
MUNICIPIO:	San Nicolás de los Ranchos, Tianguismanalco, Tochimilco, Atlixco
SUPERFICIE:	5,954.59 ha.

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	544,976
LATITUD N	2,103,299

IDENTIFICACIÓN**UGARE 41****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co 16.47	Pz 25.13
	B_Pb 25.41	TA 0.89
	B_Pf 5.31	TP 0.69
	B_Pm 25.00	Vsa 0.08

GEOMORFOLOGÍA: Piroclastos recientes, erosión fluvial, derrames de lava, erosión fluvial.

FRANJA DE RIESGO: 0 a 7 km

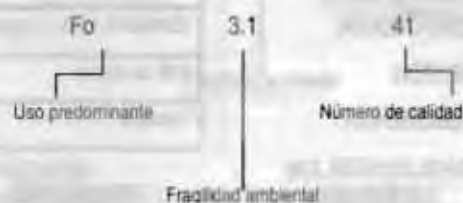
EDAFOLOGÍA: Litosol, regosol

REGIÓN: Somontano I

SUBCUENCA: Nexapa

PROBLEMÁTICA

La mayor amenaza volcánica y presión sobre el bosque. Libre pastoreo e incendios.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Media

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

7, 9

USO INCOMPATIBLE

1, 2, 5, 6, 11, 12

USO CONDICIONADO

13

POLÍTICA TERRITORIAL:**Protección**

CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tianguismanalco 42
MUNICIPIO:	Tianguismanalco
SUPERFICIE:	2,234.22 ha

CENTROIDE UTM

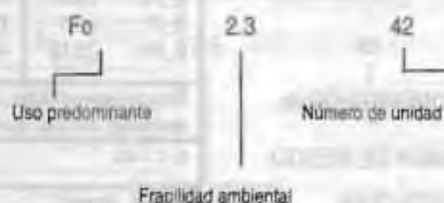
LONGITUD E	549,567
LATITUD N	2,101,055

IDENTIFICACIÓN**UGARE 42****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co 23.19	B_Pa 10.49
	B_Pb 1.03	Pz 35.91
	B_Pi 6.72	TA 14.39
	B_Pm 6.93	Vsa 1.34
GEOMORFOLOGÍA:	Derrames de lava, erosión fluvial, mantos de acumulación.	
FRANJA DE RIESGO:	7 a 13 km	
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, litosol, regosol	
REGIÓN:	Pie de monte	
SUBCUENCA:	Nexapa	

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Incendios. Extracción de tierra de monte.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Media

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Media

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

7, 9

USO INCOMPATIBLE

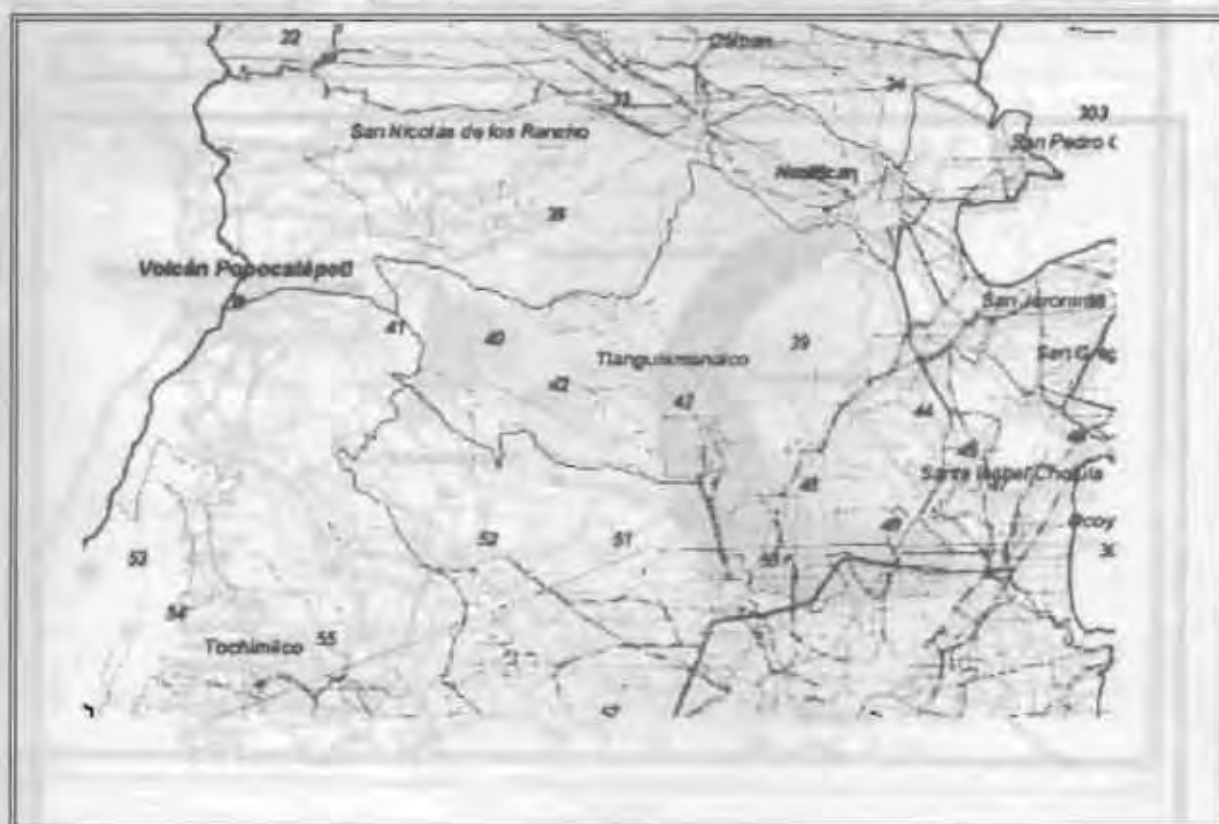
11, 12

USO CONDICIONADO

1, 2, 5, 6, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Restauración



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tiangüismanalco 43
MUNICIPIO:	Tiangüismanalco
SUPERFICIE:	1,842.65 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	554,158
LATITUD N	2,099,797

IDENTIFICACIÓN**UGARE 43****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co 4.57	RP 4.50
	B_Pf 1.04	Pz 44.20
	B_Pm 0.37	TA 41.29
	B_Ps 0.43	Vsa 1.50
	Zu 2.11	
GEOMORFOLOGÍA:	Mantos de acumulación.	
FRANJA DE RIESGO:	13-20 km	
EDAFOLOGÍA:	Litosol, regosol.	
REGIÓN:	Pie de monte	
SUBCUENCA:	Nexapa	

PROBLEMÁTICA

Alto deterioro del bosque. Áreas de deterioro.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Media

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

4, 5, 7

USO INCOMPATIBLE

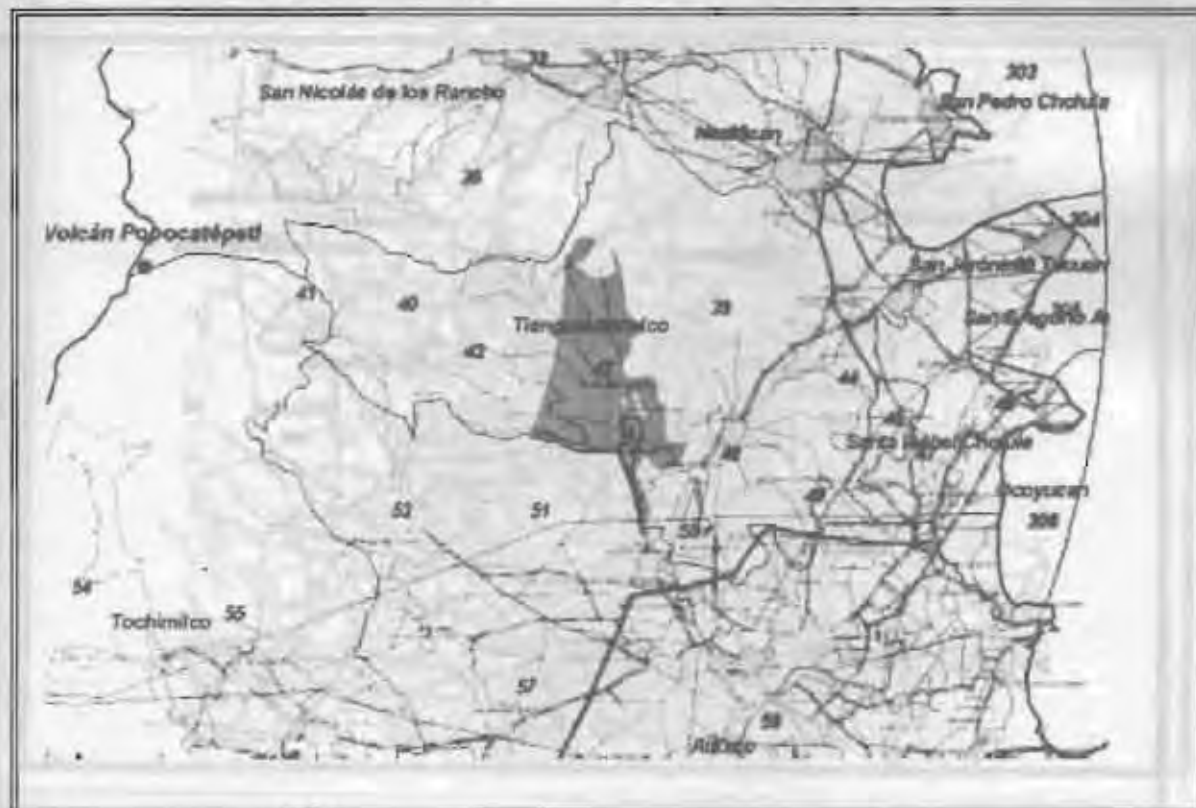
11

USO CONDICIONADO

2, 6, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Restauración



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tianguismanalco 44
MUNICIPIO:	Tianguismanalco
SUPERFICIE:	1,275.91 ha

CENTROIDE UTM

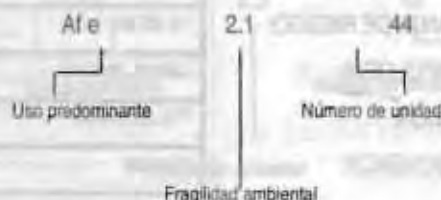
LONGITUD E	560,271
LATITUD N	2,099,837

IDENTIFICACIÓN**UGARE 44****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co	0.19	TP	6.59
	B_Pb	0.20	Vsa	3.29
	RA	3.28	AT_CA	18.96
	Pz	12.76	AT_CPS	0.01
	TA	54.72		
GEOMORFOLOGÍA:	Erosión fluvial, mantos de acumulación, piroclastos recientes.			
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km			
EDAFOLOGÍA:	Litosol, regosol			
REGIÓN:	Pie de monte			
SUBCUENCA:	Nexapa			

PROBLEMÁTICA

Áreas naturales deterioradas. Uso intensivo de agroquímicos. Contaminación por desechos sólidos y líquidos

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

5, 7

USO INCOMPATIBLE

Ninguno

USO CONDICIONADO

2, 6, 11, 12, 13

POLÍTICA TERRITORIAL:

Aprovechamiento sustentable



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Santa Isabel 45
MUNICIPIO:	Santa Isabel Cholula
SUPERFICIE:	500.40 ha

CENTROIDE UTM

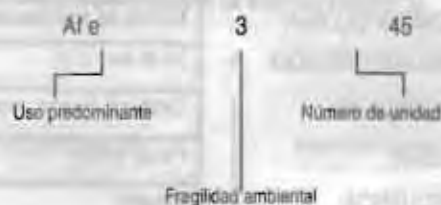
LONGITUD E	562.811
LATITUD N	2,099.644

IDENTIFICACIÓN**UGARE 45****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	BE_Vsah 0.12 AT_CA 91.09 AT_CPS 8.79
GEOMORFOLOGÍA:	Manos de acumulación, piroclastos recientes.
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, fluvisol, litosol, regosol
REGIÓN:	Pie de monte
SUBCUENCA:	Nexapa

PROBLEMÁTICA

Uso intensivos de agroquímicos. Presión urbana. Contaminación por desechos sólidos.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

nd

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

nd

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

5

USO INCOMPATIBLE

Ninguno

USO CONDICIONADO

2, 6, 11, 12, 13

POLÍTICA TERRITORIAL:**Aprovechamiento sustentable**

CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Santa Isabel 46
MUNICIPIO:	Santa Isabel Cholula
SUPERFICIE:	903.85 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	566,240
LATITUD N	2,099,734

IDENTIFICACIÓN**UGARE 46****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	Pz_j 3.30 AT_CA 66.24 AT_CPS 2.62 BE_Vsah 7.85
GEOMORFOLOGÍA:	Mantos de acumulación, andesita
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, fluvisol, regosol
REGIÓN:	Pie de monte
SUBCUENCA:	Nexapa

PROBLEMÁTICA

Área naturales deterioradas. Uso intensivo de agroquímicos. Libre pastoreo. Contaminación por desechos sólidos.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

At e	3	46
Uso predominante		Número de unidad
		Fragilidad ambiental

CALIDAD ECOLÓGICA

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

nd

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

nd

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

5, 7

USO INCOMPATIBLE

Ninguno

USO CONDICIONADO

2, 6, 11, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:**Aprovechamiento sustentable**

CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Santa Isabel 47
MUNICIPIO:	Santa Isabel Cholula, San Jerónimo Tecuanipan
SUPERFICIE:	1,855.74 ha

CENTROIDE UTM

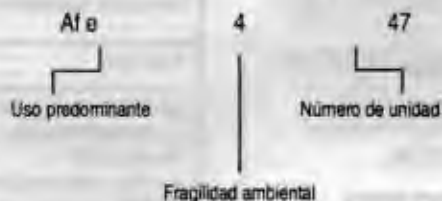
LONGITUD E	564,255
LATITUD N	2,097,062

IDENTIFICACIÓN**UGARE 47****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	BE_Vsah 7.55	AT_CA 64.91
	Pz_j 3.46	AT_CPS 0.09
	AR_IRE 23.99	
GEOMORFOLOGÍA:	Mantos de acumulación, piroclastos recientes, andesita.	
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km	
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, feozem, fluvizol	
REGIÓN:	Pie de monte	
SUBCUENCA:	Nexapa	

PROBLEMÁTICA

Área naturales deterioradas. Uso intensivo de agroquímicos. Libre pastoreo.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

nd

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

nd

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

5, 7

USO INCOMPATIBLE

Ninguno

USO CONDICIONADO

2, 6, 11, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:**Aprovechamiento sustentable**

CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tianguismanalco 49
MUNICIPIO:	Tianguismanalco
SUPERFICIE:	937.15 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	560,626
LATITUD N	2,096,831

IDENTIFICACIÓN**UGARE 49****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Pb	0.55	Vsa	25.95
	RA	6.54	Zu	2.12
	Pz	16.92	AT_CA	21.13
	TA	24.79		
GEOMORFOLOGÍA:	Mantos de acumulación, piroclastos recientes			
FRANJA DE RIESGO:	20-30 km			
EDAFOLOGÍA:	Fluvisol, litosol, regosol			
REGIÓN:	Pie de monte			
SUBCUENCA:	Nexapa			

PROBLEMÁTICA

Alteración de la vegetación natural. Uso intensivo de agroquímicos. Libre pastoreo e incendios.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

5, 7

USO INCOMPATIBLE

Ninguno

USO CONDICIONADO

2, 6, 11, 12, 13

POLÍTICA TERRITORIAL:**Aprovechamiento sustentable**

CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tianguismanalco 50
MUNICIPIO:	Tianguismanalco
SUPERFICIE:	818.07 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	557,142
LATITUD N	2.095.953

IDENTIFICACIÓN

UGARE 50

ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co 2.07	Pz 10.81
	B_Pi 0.50	TA 33.95
	Zu 0.16	Vsa 36.32
	RA 16.20	
GEOMORFOLOGÍA:	Derrames de lava, mantos de acumulación, piroclastos recientes.	
FRANJA DE RIESGO:	13-20 km	
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, fluvisol, regosol	
REGIÓN:	Valle	
SUBCUENCA:	Nexapa	

PROBLEMÁTICA

Alteración de áreas naturales. Contaminación de agua por descargas domiciliarias. Servicios y acuicultura. Uso intensivo de agroquímicos.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

```

graph TD
    A[Al e] --> B[2.7]
    B --> C[50]
    A --> C
    A --> D[Uso predominante]
    B --> E[Fragilidad ambiental]
    C --> F[Número de unidades]
  
```

**CALIDAD
ECOLÓGICA**

Media

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

All

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

4.5.7

USE INCOMPATIBLE

Ninguno

USO CONDICIONADO

2, 6, 11, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Aprovechamiento sustentable



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Ocatepec 51
MUNICIPIO:	Atlixco
SUPERFICIE:	2,422.75 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	550,759
LATITUD N	2,094,333

IDENTIFICACIÓN

UGARE 51

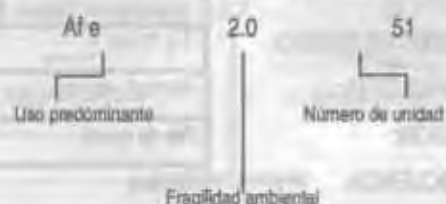
ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co 0.94	RP 0.12
	B_Pi 0.50	Pz 6.75
	B_Pm 0.28	TA 89.06
	Zu 1.44	Vsa 0.76
	RA 0.14	
GEOMORFOLOGÍA:	Derrames de lava, mantos de acumulación.	
FRANJA DE RIESGO:	13-20 km	
EDAFOLOGÍA:	Feozem, fluvisol, regosol	
REGIÓN:	Pie de monte	
SUBCUENCA:	Nexapa	

PROBLEMÁTICA

Alteración de áreas naturales. Agotamiento de encinares y deforestación. Uso intensivo de agroquímicos. Presión urbana.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL



CALIDAD ECOLÓGICA

Baja

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal especial

USO COMPATIBLE

5, 7

USO INCOMPATIBLE

Ninguno

USO CONDICIONADO

2, 6, 11, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Aprovechamiento sustentable



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	San Pedro 52
MUNICIPIO:	Atlixco
SUPERFICIE:	2,644.75 ha

CENTROIDE UTM

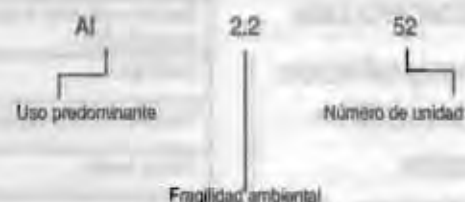
LONGITUD E	548,111
LATITUD N	2,095,897

IDENTIFICACIÓN**UGARE 52****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co	11.94	Pz	36.13
	B_Pi	4.44	TA	44.11
	B_Pm	1.57	Vsa	1.81
GEOMORFOLOGÍA:	Derrames de lava, mantos de acumulación, erosión fluvial.			
FRANJA DE RIESGO:	7 a 13 km			
EDAFOLOGÍA:	Fluvisol, regosol			
REGIÓN:	Pia de monte			
SUBCUENCA:	Nexapa			

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Áreas de deterioro.
Libre pastoreo e incendios. Saqueo del suelo.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Media

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Baja

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

7

USO INCOMPATIBLE

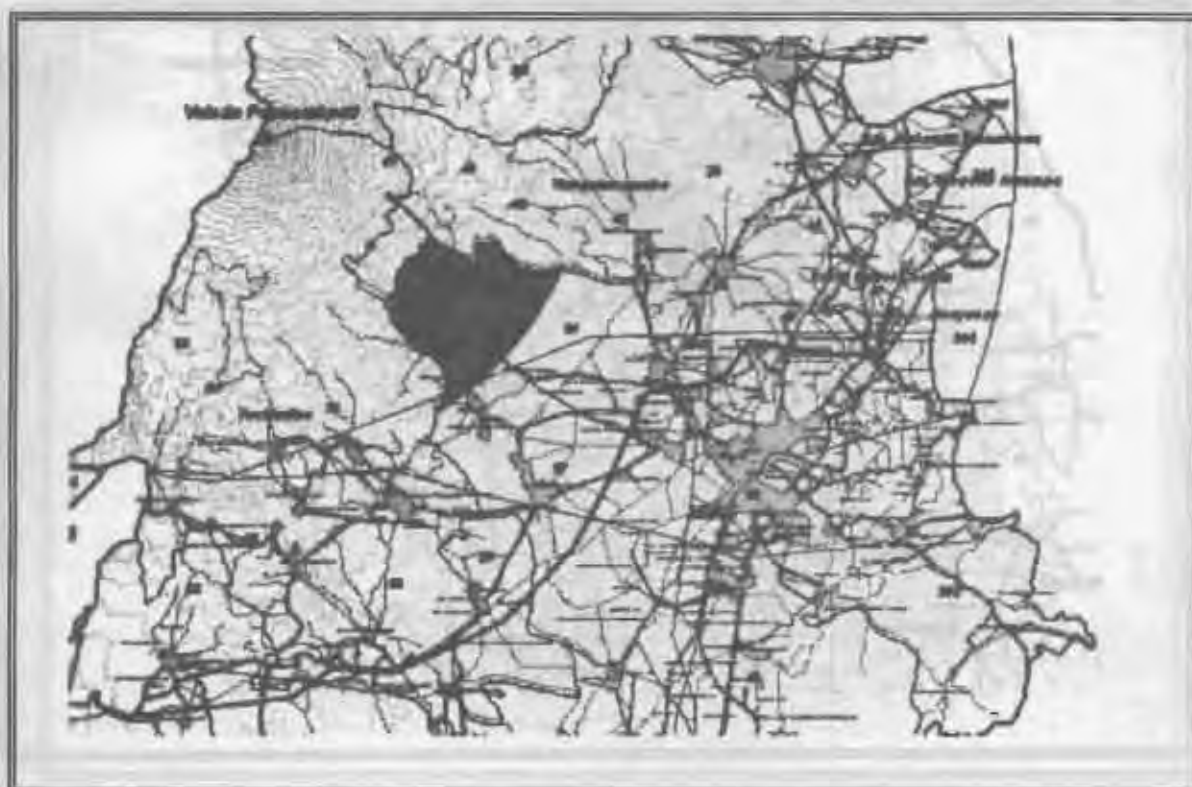
11

USO CONDICIONADO

2, 5, 12, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Restauración



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tochimilco 53
MUNICIPIO:	Tochimilco
SUPERFICIE:	899.65 ha

CENTROIDE UTM

LONGITUD E	537,566
LATITUD N	2,095,396

IDENTIFICACIÓN

UGARE 53

ASPECTOS NATURALES

VEGETACIÓN (%):	B_Co 39.58	Pz 26.46
	B_Pf 15.72	TA 4.30
	B_Pm 12.87	Vsa 1.07
GEOMORFOLOGÍA:	Piroclastos recientes, derrames de lava, erosión fluvial.	
FRANJA DE RIESGO:	7 a 13 km	
EDAFOLOGÍA:	Fluvisol, regosol	
REGIÓN:	Semontano I	
SUBCUENCA:	Nexapa	

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Ganadería.
Incendios. Áreas de deterioro.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL



CALIDAD ECOLÓGICA

Alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Alta

USO PREDOMINANTE

Forestal

USO COMPATIBLE

4, 7, 9

USO INCOMPATIBLE

2, 11, 12

USO CONDICIONADO

1, 5

POLÍTICA AMBIENTAL:

Protección



CARACTERÍSTICAS GENERALES

NOMBRE:	Tochimilco 54
MUNICIPIO:	Tochimilco
SUPERFICIE:	2,566.27 ha

CENTROIDE UTM

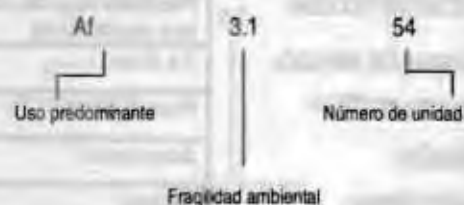
LONGITUD E	535,493
LATITUD N	2,093,453

IDENTIFICACIÓN**UGARE 54****ASPECTOS NATURALES**

VEGETACIÓN (%):	B_Co	36.41	TA	25.39
	B_Pf	1.95	TP	0.34
	B_Pm	19.42	Vsa	1.85
	Pz	14.63		
GEOMORFOLOGÍA:	Piroclastos recientes, derrames de lava, erosión fluvial.			
FRANJA DE RIESGO:	7 a 13 km			
EDAFOLOGÍA:	Cambisol, regosol			
REGIÓN:	Somontano II			
SUBCUENCA:	Nexapa			

PROBLEMÁTICA

Presión sobre el bosque. Libre pastoreo e incendios. Áreas de deterioro.

CLAVE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL**CALIDAD ECOLÓGICA**

Alta

FRAGILIDAD AMBIENTAL

Media

PRESIÓN ANTROPOGÉNICA

Muy alta

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Muy alta

USO PREDOMINANTE

Agroforestal

USO COMPATIBLE

4, 7

USO INCOMPATIBLE

11, 12

USO CONDICIONADO

2, 5, 13

POLÍTICA AMBIENTAL:

Conservación



