

## PLANEACIÓN SUSTENTABLE DEL PAISAJE EN ECATZINGO, ESTADO DE MÉXICO

MARTHA M. CHÁVEZ C.\* , GILBERTO S. BINNQÜIST C.  
Y JUAN M. CHÁVEZ C.

Departamento de El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana, México.

\* marta@ecopla.uam.mx



### Resumen / Abstract / Résumé

35

Plantear estrategias para resolver los problemas del uso sostenido y la administración planificada del paisaje, requiere de un paradigma diferente al enfoque actual predominante de la planeación del desarrollo sustentable. Uno que se sustente y se beneficie de los enfoques transdisciplinarios, hoy favorecidos por las visiones actuales sobre la sustentabilidad. En este artículo se presenta una metodología para la planeación sustentable del paisaje basada en el enfoque de sistemas y la planeación estratégica. Dicha metodología considera el problema de la planeación del paisaje como uno de naturaleza compleja, caracterizado por objetivos y criterios múltiples. La metodología se ilustra con un caso de aplicación orientado al cambio uso del suelo en el municipio de Ecatzingo, Estado de México, cuyos resultados cumplen con las demandas del problema. Las alternativas de solución obtenidas representan las bases factibles para ordenar el territorio, sugiriendo actividades productivas que son económica y ecológicamente viables. ©2000, UAM

Palabras claves:  
planeación del paisaje  
sustentabilidad  
análisis multicriterio

*The establishment of strategies to solve problems related to sustainable landscape usage and management calls for a new paradigm. A different one of that associated with the current dominant approach of sustainable development planning. One which requires and get benefit from the transdisciplinary approaches, nowadays favored by the present views of sustainability. Taking into account the above mentioned, the authors present a methodology for sustainable landscape planning based on the systems approach and the strategic planning. This methodology considers the landscape planning problem as a complex one, which is characterized by multiple objectives and criteria. The Ecatzingo, Edo. de Mex., municipality land use change is employed as a study case to show the methodology application. The solution alternatives obtained represent a feasible basis to order the territory, suggesting productive activities economically and ecologically viables.*

Keywords:  
landscape planning  
sustainability  
multicriteria  
analysis

*L'appilcation des stratégies pour la solution des problèmes liés à l'usage et à l'administration soutenues du paysage se base sur un paradigme différent du point de vue actuellement dominant pour la planification du développement durable. Cette nouvelle stratégie a besoin d'approches transdisciplinaires, aujourd'hui privilégiées pour traiter de la durabilité. Cette article présente une méthodologie pour la planification soutenue du paysage qui se base sur l'approche des systèmes et sur la planification stratégique. Cette méthodologie aborde la planification du paysage dans toute sa complexité, tenant compte d'objectifs et de critères multiples. Le cas du municipe d'Ecatzingo, dans l'état de Mexico, où on a vu un changement dans l'utilisation du sol, illustre cette méthodologie. Les solutions alternatives qui ont surgi, incluant des activités productives économiquement et écologiquement viables constituent des fondements concrets pour l'organisation du territoire.*

Mots clefs:  
planification soutenue  
paysage  
critères multiples

## Introducción

Los problemas relacionados con la sustentabilidad no son nuevos. Por el contrario, hay evidencia de desastre ecológico en las civilizaciones más antiguas. Por ejemplo, Seymour y Girardet (1986) informan acerca de las prácticas de manejo no sustentables en las antiguas Mesopotamia, Persia y el imperio Romano. Sin embargo, en el presente, la mayoría de estos problemas se han vuelto de naturaleza más global que regional como consecuencia de la transformación de las sociedades básicamente agrarias hacia la industrialización global (Barton, 1996).

36

En este contexto, la falta de planeación del uso del suelo está causando, entre otras situaciones, la pérdida parcial y en algunos casos total de la cubierta forestal, hecho que influye dramáticamente sobre la retención del agua, la fertilidad del suelo, la regulación del clima y la pérdida de biodiversidad (Holdren et al., 1995). Es evidente que de seguir esta tendencia, la salud de la biosfera y la capacidad del planeta o de las regiones que soportan la vida humana y los actuales estilos de vida mermarán severamente (Barton, 1996). Es por ello que se requiere una transformación del medio ambiente científica y participativamente orientada a fin de elaborar programas y propuestas a mediano y largo plazo. En este sentido, cuando las unidades ambientales son el foco de atención, se requiere enfocar el diseño de planes de manejo del territorio y el planteamiento de estrategias hacia la sustentabilidad. Término que, a pesar de las limitantes características normativistas o positivistas de las más de 50 definiciones existentes hasta hoy (Murcot, 1977) y no obstante el abuso del concepto, los autores prefieren considerar como una "perspectiva del mundo", dependiente del contexto, a partir del cual abordar el proceso de planeación, esta perspectiva que se contrapone a la idea anterior de que la sustentabilidad es un estado fijo, y que la contempla como la descripción del estado de un sistema que está en transición en forma continua.

Con esto en mente, en este artículo se presenta una metodología para la planeación sustentable del paisaje basada en el enfoque de sistemas y la planeación estratégica. Dicha metodología considera el problema de la planeación del paisaje como uno de naturaleza compleja, caracterizado por objetivos y criterios múltiples. Se reportan también los resulta-

dos de su aplicación en el municipio de Ecatzingo, Estado de Mexico.

## Marco teórico de la investigación

### La planeación del paisaje

Idealmente, la planeación del paisaje es entendida como una forma de pensamiento que debería influir en el uso del suelo y las acciones de manejo. La idea principal es buscar que la planeación del paisaje fuera incorporada exitosamente en el proceso de planeación, con el fin de permitirnos movernos hacia un enfoque más sustentable de la planeación urbana y rural.

Con respecto a los propósitos de la planeación del paisaje, Beer (1993) discute que desde hace largo tiempo la idea de sustentabilidad ambiental se volvió un lugar común. La base fundamental de la planeación del paisaje fue intentar entender las limitaciones impuestas por la naturaleza sobre los cambios que la gente puede hacer a la forma en que se usa y se maneja el suelo. Se supone que el ambiente, como sistema de soporte de vida de la gente, no sería dañado en forma irreparable al satisfacer los requerimientos tanto económicos como sociales.

De acuerdo con Beer (1993) la literatura inglesa muestra dos interpretaciones contrastantes de la planeación del paisaje. En la primera existe una equivalencia entre paisaje y escenario. Asimismo, el término planeación del paisaje, significa planear los aspectos visuales del uso del suelo. En la segunda, el paisaje es visto como la unión entre la naturaleza y la gente; y su planeación como un ejercicio de toma de decisiones del uso del suelo para lograr objetivos múltiples, agrupados en dos grandes conjuntos: desarrollo económico y conservación del medio ambiente.

Desde la perspectiva de la ecología del paisaje, el principal problema de planeación surge de la multitud de planes de uso de suelo que se han expresado como modelos conceptuales. Los ecólogos, los manejadores de recursos y los planeadores han ignorado tradicionalmente las interacciones entre los diferentes elementos en el paisaje y, frecuentemente, los han visto como ecosistemas separados

(Forman, 1995). En consecuencia, hay pocos planeadores que entienden el paisaje como un lugar que soporta la vida humana, "los sistemas de soporte de vida" (Koenig, 1976).

La visión del paisaje y su manejo sustentable clama por la integración de tecnologías, políticas y actividades tanto en los sectores urbanos como rurales. Pero de forma tal que se realce la eficiencia económica al mismo tiempo que se mantienen la calidad y funciones ambientales de la base de recursos naturales.

De aquí que los autores proponen que, tanto para los paisajes culturales como megalopolitanos alrededor del mundo, el enfoque de planeación del paisaje basado en objetivos y criterios múltiples es la más apropiada.

#### Planeando para la sustentabilidad

Es un hecho que los temas e inquietudes relacionados con la sustentabilidad han adquirido un lugar preponderante en las discusiones políticas alrededor del mundo. También lo es que tanto las organizaciones de los sectores público como corporativo continúan expandiendo sus objetivos ligados a la sustentabilidad. Sin embargo, pocos conceptos han sido aplicados con menos precisión y coherencia en los círculos políticos que la sustentabilidad (Meppen y Gill, 1998). Incluso, en acuerdo con Constanza (1994), el concepto de sustentabilidad no ha sido suficientemente internalizado y las ramificaciones de dicha internalización se entienden de manera muy pobre.

Para los autores, la sustentabilidad no es un estado fijo. Nos adherimos a la opinión de Van Der Bergh (1997), quien define el desarrollo sustentable como "un proceso adaptativo y balanceado, en constante cambio, de un sistema complejo multidimensional". También compartimos la posición de Gallopín (1995) quien sostiene que un modelo para lograr la sustentabilidad tiene que ser más flexible que un modelo de investigación para química, física o agronomía clásica y es, por lo tanto, menos fácil de cuantificar. Esto significa que deben explorarse nuevos enfoques incrementales, esto es, aprendiendo cada vez de los resultados.

De aquí que los autores prefieren enfocar la planeación para la sustentabilidad como un "concepto de aprendizaje" (Meppen y Gill, 1998). Es decir, se planea sin el objetivo de ganar o perder y sin la intención de llegar a un punto en particular o único. Aunado a esto, el éxito de la planeación para la sustentabilidad deberá medirse retrospectivamente y con respecto a un contexto. De aquí que, en nuestra opinión, la sustentabilidad o el desarrollo sustentable no puedan ser considerados como un concepto de planeación sino que sólo pueden desempeñar el papel de "una visión del mundo" para los planeadores.

De esta posición surge sin embargo, el problema de "la visión del espectador". ¿Cómo ve cada uno el mundo a través de los lentes de la sustentabilidad? Para el planeador esto significa tener que decidir las cosmovisiones predominantes sobre las cuales la imagen objetivo del desarrollo sustentable deberá ser construida.

Al respecto, Pezzoli (1997) hace una importante contribución al proponer un conjunto de contextos y criterios, desde y con los cuales el concepto de desarrollo sustentable puede abordarse. No obstante, en términos de planeación, para enfrentar este amplio universo de criterios debe utilizarse un enfoque de tijera como primer paso. Es decir, hay que elegir qué y dónde cortar, y entonces arreglar los criterios como una función de la visión del observador.

En este sentido, para la planeación del paisaje, los autores eligieron el llamado "enfoque duro de la sustentabilidad" apoyado en tres de los diez contextos que propone Pezzoli (1997): las ciencias ambientales, el eco-diseño y la economía-ecológica.

Con este contexto, el reto de ligar el desarrollo sustentable y la planeación del paisaje -saber cómo transformar buenos deseos en verdaderas realidades- será la construcción de mosaicos sustentables del paisaje.

El "know-how" para transformar una utopía en realidad es un campo de la planeación. Los deseos se vuelven realidades a través de una serie de actividades orientadas a metas y propósitos. Los mosaicos sustentables del paisaje pueden ser una visión del futuro, una meta, o un blanco hacia el cual uno diseña una serie de vías y estrategias para alcanzarlo. El diseño de esas estrategias es otro campo de la planeación.

Al respecto y para ser coherentes con el concepto de sustentabilidad asumido en este artículo, el proceso de planeación tendrá que ser flexible y permitir mejoras. Por esta razón, los autores proponen abordar dicho proceso desde la posición teórica de la planeación estratégica cuyo principio es el ajuste interactivo y recurrente del sistema, y de los cursos de acción (Khakee, 1998).

### Metodología para el diseño de mosaicos sustentables del paisaje

38

Muchos de los problemas complejos que pueden surgir en la planeación del paisaje no pueden abordarse fácilmente con los enfoques de investigación o toma de decisiones tradicionales. Lo anterior en virtud de que dichos problemas son de naturaleza difusa, multi-disciplinaria, multi-institucional, multi-sectorial y con actores múltiples. Características que, además de complejidad, le confieren un alto grado de incertidumbre a la planeación sustentable del paisaje. Como alternativa, los autores opinan que es mejor enfrentarlos a través de un enfoque de solución de problemas más constructivo y holístico: el enfoque de sistemas. Su selección se apoya en tres razones fundamentales: 1) la necesidad de una visión holística de los problemas de planeación del paisaje, 2) porque permite integrar diferentes técnicas de solución de problemas aplicados al análisis de sistemas complejos y 3) porque es un excelente marco metodológico para integrar herramientas de planeación.

Asimismo, empleando un estilo de planeación orientado a problemas complejos: la planeación estratégica cuya principal cualidad es prevenir más que construir el futuro. Sus herramientas para enfrentar las situaciones de sorpresa han ganado adeptos en campos diversos como los negocios, el diseño de políticas públicas, el manejo de conflictos y, por supuesto, en planeación regional y del paisaje. En el diseño de mosaicos sustentables del paisaje, los autores usamos cuatro pasos interdependientes. Estos son:

- establecer el contexto de planeación,
- generar la imagen objetivo,
- crear las alternativas para lograr los objetivos,
- evaluar las alternativas.

La metas de esta metodología son: i) diseñar un modelo que permita estructurar y comprender la complejidad del problema en términos de los factores y criterios que influyen sobre el uso del territorio, ii) crear alternativas de cambio de uso de suelo, iii) evaluar las alternativas desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo en forma sistemática y, iv) instrumentar la búsqueda de soluciones factibles ante condiciones de incertidumbre. En el cuadro 1 se presentan los métodos y las técnicas sugeridas para la instrumentación de esta metodología. Asimismo se desglosa el tipo de respuesta que brinda cada una de ellas con respecto a la solución del problema.

CUADRO 1. MÉTODOS Y TÉCNICAS SUGERIDAS PARA LA PLANEACIÓN SUSTENTABLE DEL PAISAJE

Método	Proceso Jerárquico Analítico (PJA)	Investigación de Operaciones (IO) Modelado	Espacial y Sistemas de Información Geográfica (SIG)
Técnicas	Juicios de expertos Comparación por Pares Cálculo de eigenvectores	Programación lineal Programación matemática multi-objetivo Hop Skip and Jump	Objetivos y criterios múltiples Comparación por pares Combinación lineal ponderada Solución heurística por compromiso
Productos	Jerarquía del Problema de uso del suelo. Ponderación de criterios de evaluación.	Soluciones óptimas y subóptimas del uso del suelo	Esquemas de adecuación espacial de usos del suelo.
Tipos de solución	¿Cuál es la mejor alternativa de solución? De acuerdo con meta del problema y con respecto a cada criterio de la jerarquía. ¿Cuáles son? Los criterios que tienen la mayor influencia sobre la solución global del problema. ¿Qué pasaría si? Cambian los pesos de los criterios de la jerarquía con respecto a los valores de las alternativas.	¿Cuál es el mejor? Esquemas de uso de suelo.  ¿Cuántas? Hectáreas deben de ser asignadas a cada uso del suelo.  ¿Hasta dónde? Se puede manejar una holgura para garantizar propuestas factibles si no óptimas.	¿Dónde se ubican? Las regiones donde se presentan conflictos por alternativas incompatibles.  ¿Dónde deben estar? Localizadas las alternativas de solución.

El contexto de planeación se compone de la visión del mundo del planeador y del establecimiento de la problemática que se aborda. Una vez establecido el contexto, se genera la imagen objetivo, vista como el modelo conceptual del problema cuya abstracción dependerá de la visión del espectador y de las herramientas de análisis que se empleen. Siguiendo el enfoque sistémico, elegimos el Proceso Jerárquico Analítico (PJA) para realizar esa tarea, primero porque permite estructurar y desagregar un problema como una jerarquía lógica de metas-criterios-atributos (sistema-subsistemas) (Saaty, 1990). Y segundo, porque dentro del contexto de la planeación del territorio, el PJA ha ido ganando aceptación, especialmente cuando es necesario estructurar un problema complejo o bien cuando se incorpora un gran número de alternativas de solución como es el caso del ordenamiento territorial (Saaty, op. cit.); selección de usos del suelo (Ridgley, 1995); elaboración de planes de manejo en parques nacionales (Peterson et al., 1994); programas de inventario y monitoreo de recursos (Schmoltdt, 1994) y programas de conservación (Ridgley y Chai, 1990).

El siguiente paso es la construcción de las alternativas. Hablando de paisaje, las alternativas se traducen en los diferentes cambios de uso de suelo posibles y deseados. Para su construcción se empleó el análisis espacial asistido con tecnología de Percepción Remota, Sistemas de Información Geográfica y el juicio de expertos. Esto debido a que los cambios de uso de suelo dependen de la cobertura y uso actual del suelo, y de su adecuación (Huizing y Bronsveld, 1994; Zynck, 1996).

Para evaluar las alternativas es necesario primero establecer el peso relativo tanto de los criterios como de los atributos. Nuevamente, el PJA es la herramienta seleccionada para ponderar los criterios y atributos porque permite el uso de todo tipo de variables, desde nominales hasta numéricas, lo cual amplía el intervalo de escalas que se pueden utilizar para ponderar los criterios. Una característica sobresaliente es su concepto de "experto: una persona con alto grado de conocimiento y/o experiencia práctica en una determinada situación", el cual posibilita la inclusión tanto de juicios formales como no formales en el análisis del problema y en la evaluación de las alternativas.

La siguiente etapa del proceso de evaluación consiste en generar la mejor combinación de usos de suelo en cuanto a calidad y superficie para optimizar las propuestas de uso del territorio. Este esquema de optimización se produce mediante el empleo de técnicas de investigación de operaciones para modelar y resolver el problema, retomando los valores de ponderación que resultan de la aplicación del PJA como insumo del modelo.

El modelo de optimización se resuelve mediante la técnica Hop Skip and Jump (HSJ) pues permite explorar un amplio número de soluciones mediante un proceso iterativo. Esta técnica parte de la obtención de una solución ideal para cada objetivo aplicando el método de "Programación por Compromiso" cuyo modelo se expresa como sigue:

(1) Maximizar  $Z(\bar{x})$

sujeto a  $f_j(\bar{x}) \leq T_j \forall j$

Donde:

$Z$  = Función objetivo

$\bar{x}$  = Variables de decisión

$f_j(\bar{x})$  = j-ésima función objetivo

$T_j$  = Acotación delimitada para el j-ésimo objetivo modelado

A partir de la solución ideal por objetivo, se generan una serie de soluciones alternativas (subóptimas) mediante la maximización de la suma de las variables de decisión que no se incluyen en la solución ideal. El siguiente modelo matemático expresa este proceso:

(2) Maximizar  $P = \sum X_k$

sujeto a  $f_j(\bar{x}) \leq T_j \forall j$

$\bar{x} \in X$

Donde:

$K$  = Grupo de índices de las variables de decisión que no fueron incluidas en la solución inicial

$f_j(\bar{x})$  = j-ésima función objetivo

$T_j$  = Acotación delimitada para el j-ésimo objetivo modelado

$X$  = Conjunto de todas las variables de decisión

El propósito de generar soluciones subóptimas es ampliar el abanico de propuestas del uso del territorio que, a pesar de no ser óptimas desde el punto de vista matemático, puedan actuar como escenarios de negociación. Por supuesto, estas otras soluciones serán factibles matemáticamente y aceptadas por el experto, pues es él quien establece valores de

holgura para la función objetivo, que en esta etapa se convierte en restricción.

La parte final de la evaluación se relaciona con el contexto geográfico de la solución. Es decir, se requiere que las alternativas de solución sean ubicadas espacialmente. Para hacerlo es necesario aplicar un enfoque de análisis con objetivos y criterios múltiples ligado a la utilización de un sistema de información geográfica.

Como primer paso se seleccionan los criterios biofísicos (expresados como planos de información) que influyen en la adecuación del suelo, y que actuarán como factores si favorecen en algún grado la alternativa o en restricciones, cuando la limiten. Posteriormente, los planos de información se combinan en un análisis multi-criterios que pondera la importancia relativa de las variables ambientales y que ubica en el espacio, de manera óptima los usos de suelo buscados.

Finalmente, para resolver la posible incompatibilidad espacial de las alternativas, se lleva a cabo un juicio de expertos. Este proceso conduce a una priorización relativa de los cambios de uso de suelo que satisficará, de manera heurística, la demanda de uso. Por ejemplo, de un conjunto de hectáreas adecuadas para dos usos, primero se asignarán las unidades espaciales con mejor calidad para satisfacer la demanda del uso con mayor prioridad y, una vez satisfecha, se procederá a cumplir la siguiente demanda en el orden. Como resultado se obtiene un mapa de uso de suelo que es la expresión espacial de los mosaicos sustentables del paisaje.

## Área de estudio

El municipio de Ecatzingo de Hidalgo se localiza en el extremo sur de la porción oriental del Estado de México. Limita al sureste con el volcán Popocatepetl, colindando al norte y al oeste con el municipio de Atlautla, y al sureste con el Estado de Morelos. Con una extensión territorial de 5,471 hectáreas, la superficie agrícola es de temporal al igual que en la mayoría de los municipios rurales del Estado de México. El principal cultivo es el maíz y le siguen en importancia los cultivos de frutales, las hortalizas, y el resto considera, forrajes y flores, entre otros. La actividad agrícola en el municipio de Ecatzingo de

Hidalgo, se caracteriza por tener bajos niveles de rendimiento debido al minifundismo, el monocultivo y al rechazo que existe entre los agricultores a la organización y la asociación, lo cual limita el acceso a créditos preferenciales por parte de la banca de desarrollo (Gobierno del Estado de México, 1994). En lo que se refiere a la actividad forestal, el municipio cuenta con importantes extensiones de bosques, sin embargo, en la zona se presenta una tala inmoderada de árboles así como grandes áreas con huellas de incendios. Dentro de las especies de árboles maderables en los bosques de Ecatzingo de Hidalgo, se encuentran *Pinus hartwegii* y *Pinus montezumae*; *Abies religiosa* y *Quercus* spp.

## Resultados

### El contexto de planeación

Después de que la la fabrica de papel "San Rafael y Anexas" S. A. disminuyó sus actividades productivas, la explotación forestal en la región de los volcanes se convirtió una actividad depredadora y poco controlada. Asimismo, las comunidades y ejidos con potencial forestal que podrían practicarla en forma adecuada, optan por otras alternativas de uso del suelo más rentables a corto plazo, a pesar de reconocer el valor cultural y escénico de los bosques. Lo anterior para garantizar su subsistencia o capitalización por más precaria que ésta sea (Merino, 1997).

Esta situación ha tenido consecuencias importantes en las tasas de cambio en el uso del suelo, pues ha elevado considerablemente la deforestación con los consecuentes deterioros ecológicos asociados a esta actividad. Asimismo, a pesar de que las reformas al artículo 27 constitucional establecen la imposibilidad de parcelación de las tierras forestales, la Ley Agraria posibilita la incorporación de superficies "aptas" de origen ejidal o comunal a proyectos de diversa índole entre los que destacan vivienda, industria, servicios, comercio y turismo.

Por otro lado, a pesar de que la región posee una reconocida tradición agrícola, actualmente existe un creciente abandono del campo por parte de los sectores productivos más jóvenes, debido a factores tales como: 1) los bajos niveles de rendimiento de los cultivos por el agotamiento de los suelos de la

región, 2) disfuncionamientos en las capacidades organizativas y de gestión de las comunidades y ejidos para incorporar insumos que eleven los raquícos niveles de producción, 3) la creciente presión que sufren los propietarios de terrenos ante la demanda comercial de las tierras ejidales para destinarlas al crecimiento urbano.

Cambiando de escala, de los municipios que se encuentran dentro del área de los volcanes, sólo los núcleos agrarios de Ixtapaluca y Huejotzingo han sido certificados por medio de la vía del "dominio pleno". Aunque es probable que esta situación aumente a corto plazo en Municipios como Tlalmalcalco, Amecameca, Chalco, Ecatingo y Atlautla. De seguir con esta tendencia, la mayoría de las áreas agrícolas y bosques cercanos a los centros urbanos de estos municipios probablemente desaparecerán o modificarán sustancialmente su calidad en términos de su valor ecológico.

En general, la conservación del capital natural de la región de los volcanes se ve amenazado por al menos nueve factores críticos, a saber:

**El cambio del patrón de uso de suelo.** El programa de organización y capacitación para el ordenamiento de la propiedad social con uso urbano posibilita que los núcleos agrarios aporten tierras de uso común a sociedades mercantiles, y para el caso específico de los ejidos, que estos adopten el "dominio pleno" sobre tierras parceladas. La aportación de tierras de uso común a sociedades mercantiles inmobiliarias se ha caracterizado por ser una vía con diversas limitantes administrativas y de gestión, por lo que la alternativa preferencial para la desincorporación de tierra social es la del "dominio pleno", debido a que un ejido regularizado en términos del artículo 56 de la Ley Agraria, solamente requiere celebrar una asamblea de formalidades especiales, con la presencia del representante de la Procuraduría Agraria y el Federativo Público, los cuales certifican sobre la certeza de la realización de la inversión proyectada, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la equidad en los términos y condiciones que se propongan. A partir de dicho acuerdo se solicita su inscripción en el Registro Agrario Nacional y posteriormente cada ejidatario solicita la emisión de su título de propiedad privada, con la consecuente cancelación de su certificado parcelario (Secretaría de la Reforma Agraria, 2000).

Si bien es cierto que la tendencia de desincorporación de parcelas vía el "dominio pleno" permite cumplir con el objetivo de incorporar tierras para el desarrollo urbano, también lo es que este mecanismo resulta insuficiente o intrascendente desde el punto de vista socioeconómico, ya que el dominio pleno por sí solo no beneficia a los sujetos agrarios en términos de justicia y equidad, debido a que los ejidatarios generalmente venden sus tierras bajo el parámetro que representa el precio del mercado de las tierras agrícolas o en breña, recibiendo un ingreso mucho menor al que obtendrían si las comercializaran urbanizadas.

En la región de los volcanes el crecimiento de los patrones urbanos y agrícolas ha diezmando el terreno forestal. Este decaimiento de la superficie forestal ha dado lugar a pérdidas del capital natural en toda la región que afectan su infraestructura ambiental para mantenimiento de la biodiversidad regional, la recreación en contacto con la naturaleza, control de inundaciones, almacenamiento de agua y recarga de los acuíferos subterráneos, limpieza del aire, eliminación de partículas, y captación de dióxido de sulfuro, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, metales pesados y ozono (Bormann y Likens, 1979).

**La tasa de crecimiento urbano en un contexto regional.** El área de los volcanes está inmersa en una de las regiones con mayor tasa de crecimiento en el mundo: la megalópolis de la parte centro de México. Hay dos corredores urbanos que rodean la región de los volcanes, el corredor Chalco-Cuautla y el corredor Puebla-Atlixco. En ellos están incluidos dos de los municipios con mayor tasa de crecimiento demográfico, Valle de Chalco y Puebla (Porrás, 1997).

**Las tendencias de crecimiento tanto de la población como de la economía no cambiarán en un futuro cercano.** De acuerdo a los datos demográficos y económicos proyectados por el Programa de Investigación Metropolitana de la UAM, el Valle de México, la principal subregión de la megalópolis, tendrá 26,744.867 habitantes para el año 2000. Para el año 2010 tendrá 31,512.667 y para el 2020 35,825.622 habitantes. Con respecto al desarrollo económico se ha estimado que prevalecerá la misma tasa (Ramírez, 1997). El escenario regional futuro se perfila hacia más crecimiento urbano e industrial, el



capital natural en disminución y el paisaje con grandes regiones grises, pocas áreas cafés y pequeños lunares verdes.

**Actividades económicas no integradas al ambiente.** Como resultado de este tipo de políticas económicas, hay un uso subóptimo de los recursos naturales y servicios ambientales. Por lo tanto, hay contaminación y recorte de recursos en la megápolis.

42

**La fragilidad y falta de ajuste de los mecanismos institucionales para control de la calidad ambiental.** Es un tópico común el pobre o inexistente monitoreo de la calidad del agua y del aire. Adicionalmente, hay pocos estándares ambientales y los que hay, se vuelven rápidamente obsoletos. Pues la parte normativa en materia ambiental es fácilmente rebasada por el dinamismo e impacto que los procesos industriales ponen sobre los procesos de transformación del territorio. Asimismo, los efectos acumulativos no son tomados en cuenta.

**Falta de conciencia en los sectores sociales respecto a los riesgos ambientales derivados de la degradación ambiental.** Este es el resultado del predominio de criterios económicos en la toma de decisiones respecto al uso del suelo. Los costos ambientales están fuera de los análisis costo-beneficio aplicados a los proyectos urbanos e industriales.

**El decremento de los recursos naturales como resultado tanto del crecimiento urbano como el de la infraestructura urbana.** También como resultado del predominio de criterios económicos sobre las políticas del uso del suelo, la conservación del capital natural ha estado subordinado a las prioridades del desarrollo urbano.

**Insuficiente capacidad de organización y manejo para enfrentar los problemas relacionados con la degradación ambiental y los riesgos ambientales que se derivan de ella.** Si bien es cierto que existe un avance con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la práctica jurisdiccional en cuanto a los daños y su reparación, la protección jurídica de bienes colec-

tivos u otros tipos de delitos ambientales sigue siendo una esfera compleja y problemática debido a procedimientos administrativos inadecuados para una correcta aplicación de las normas ecológicas. Por ejemplo, hay contradicción entre la LGEEPA y las leyes sectoriales pues, mientras la primera recurre a un método generalista para intentar regular los cambios al medio ambiente a nivel nacional, las segundas rigen el uso, protección, conservación y explotación de un recurso natural específico. Este esquema de legislación es, propenso a crear confusión y conflictos relativos a su ámbito de competencia. Por otro lado, se crea falta de claridad para su aplicación en materia ambiental en los distintos niveles de gobierno (federal, estatal, municipal).

**Hay poca conciencia y peso político en lo que se refiere a los temas relacionados con el ambiente y su conservación.** Pocas veces, la conservación del patrimonio natural es un tópico en los planes de desarrollo regional.

Como resultado de la asociación de estos factores, los problemas que requieren planeación estratégica del paisaje, deberán abordarse tomando en cuenta las interacciones entre los sistemas ecológico y socio-económico. Pues hay muchos efectos sinérgicos, todos ellos correlacionados y que constituyen el foco de atención de los esfuerzos hacia la sustentabilidad. El foco y la escala de dichos esfuerzos dependerá de las condiciones locales incluyendo recursos, políticas, acciones individuales y características organizativas de la comunidad las cuales, a su vez, determinarán la complejidad del proceso de planeación.

El manejo forestal comunitario en la región de los volcanes es una actividad que puede ser rentable en el mediano plazo, pero requerirá de su ubicación en los sitios óptimos. Es decir, donde se desarrolle apropiadamente sin desventaja económica y social con respecto a otras actividades competitivas como son las áreas urbanas y los sistemas agrícolas intensivos.

Para definir ¿cuál es la mejor área para fines forestales? y ¿qué cantidad de hectáreas deben dedicarse a cada una de las alternativas propuestas?, se debe abordar el conflicto de la compatibilidad entre los criterios ecológicos-económicos y sociales en la toma de decisiones.





### Alternativas de cambio de uso de suelo

La construcción de un esquema del uso del suelo con base en el manejo forestal implica resolver la pregunta: ¿cuáles podrían ser las alternativas probables para el cambio de uso del suelo a implemen-

tar? Para definir estos usos potenciales, se partió de la clasificación supervisada de una imagen de satélite TM con resolución de 50 m. (Van der Pool, 1995). Con ello se obtuvo una imagen del uso actual del suelo, a partir de la cual se definieron 22 tipos potenciales de cambio, aplicando el juicio de expertos (cuadro 3).

CUADRO 3. CATEGORÍAS Y TIPOS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO FORESTAL PROPUESTOS

Usos Actuales	Usos potenciales
Bosque de pino Bosque de <i>Pinus hartwegii</i> con pastos altos y amacollados.	Bosque de conservación Bosque de <i>Pinus spp.</i> o <i>Abies religiosa</i> en estado de mosaico cambiante, entendiéndose como un bosque que presenta, en una escala amplia, todas sus etapas de desarrollo.
Bosque de pino abierto Bosque de <i>Pinus leiophylla</i> , <i>Pinus montezumae</i> , <i>Quercus spp.</i> , y <i>Abies religiosa</i> con baja densidad de árboles por unidad de área, y con pastos y matorrales.	Áreas en restauración Áreas erosionadas o agrícolas abandonadas que requieren intervenciones para el control de pérdida de suelo y su reforestación.
Bosque de oyamel Bosque de <i>Abies religiosa</i> que se encuentran arriba de los 2800 msnm generalmente en cañadas.	Áreas agrosilvícolas Zonas agrícolas con cercas vivas alrededor de los cultivos con especies nativas (pino, alnus, encino, cedro blanco) o especies de árboles 4F (fuelwood, forrage, food y fertilizers) o fijadores de nitrógeno, que actúen como cortinas rompevientos.
Bosque mixto Bosque de <i>Pinus spp.</i> (pino), <i>Quercus spp.</i> (encino), <i>Arbutus mexicana</i> (madroño), además de arbustos, hierbas y gramíneas.	Áreas silvopastoriles Áreas de pastizal o arbustos, o áreas de bosque de pino abierto que requieran de mantenimiento de brechas cortafuegos bajo el régimen de rotación de potreros.  Bosque manejado Bosque de <i>Pinus spp.</i> y <i>Abies religiosa</i> bajo régimen silvícola de corta de selección para la obtención de leña, postes, morillos, vigas, madera de tablas y celulosa.

### Evaluando las alternativas

Para evaluar el rendimiento de las alternativas con respecto a los criterios, se realizó una evaluación por rangos utilizando el programa Expert Choice ver. 9.0. Para cada criterio se construyeron escalas de intensidad relativas, las cuales se generaron a partir de datos disponibles provenientes de diversas fuentes como: estudios florísticos, estudios dasométricos e información documental. Sin embargo, cuando este no fue el caso, se construyeron escalas de intensidad relativas a partir del juicio de expertos

en el área forestal, ganadera y agrícola. En este caso se definieron valores nominales extremos, a partir de los cuales se estimaron los valores intermedios. Cada escala nominal se adecuó a un gradiente de mayor a menor preferencia y a cada valor nominal se le asignó un valor numérico de acuerdo a la escala propuesta por Saaty (1990). Posteriormente se ponderaron las alternativas con respecto a todos los criterios del modelo. Con ello se obtuvieron los valores que reflejan el grado relativo en que cada alternativa de uso de suelo se desempeña, con respecto a cada criterio, considerando la meta global del problema (cuadro 4).

CUADRO 4. VALORES DE EFICIENCIA DE LAS ALTERNATIVAS CON RESPECTO A LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS

Cambio de Uso de Suelo (Abreviaturas)	Densidad de especies	Continuidad	Perfil Vertical	Cobertura Vegetal	Volumen maderable en pie	Empleo	Ingreso	Costos
MPM	0.712	0.677	0.655	0.089	0.017	0.023	0.008	0.006
MC	0.490	0.448	0.417	0.089	0.133	++	++	++
MSP	0.237	0.191	0.168	0.003	-0.051	0.071	0.084	0.022
AAS	0.112	0.126	0.168	0.021	0.092	0.128	0.069	0.158
AR	0.059	0.000	0.000	++	++	0.032	++	0.085
AA	0.079	0.088	0.112	++	++	0.092	0.055	**
AC	1.000	1.000	1.000	0.106	0.277	0.032	++	0.085
PAPM	0.712	0.677	0.655	0.097	0.035	0.023	0.008	0.006
PAR	0.059	0.088	0.112	-0.008	-0.091	0.032	++	0.085
PAC	0.344	0.292	0.263	0.097	0.186	++	++	++
PASP	0.162	0.191	0.168	0.013	0.001	0.071	0.008	0.038
OOC	1.000	1.000	1.000	0.088	0.055	++	++	++
OOM	0.712	0.677	0.655	0.088	-0.008	0.023	0.008	0.006
PSA	0.079	0.000	0.000	++	++	0.092	0.013	0.049
PSR	0.059	0.000	0.000	++	++	0.032	++	0.085
PSPS	0.162	0.088	0.112	++	++	0.130	0.190	**
PSC	1.000	1.000	1.000	0.106	0.277	0.032	++	0.085
PSSP	0.237	0.191	0.168	0.021	0.092	0.064	0.190	0.056
PSAS	0.112	0.126	0.168	0.021	0.092	0.128	0.069	0.158
PSP	0.237	0.191	0.168	-0.003	-0.184	0.078	0.177	0.061
PC	1.000	1.000	1.000	0.008	++	++	++	++
PPM	0.712	0.677	0.655	0.082	++	0.023	0.008	0.006

++ Cambio de uso de suelo no produce ningún valor; \*\* Cambio nulo que no produce costos.

Una vez ponderadas las alternativas de cambio (variables de decisión), fue necesario encontrar una solución cuantitativa para saber cuántas hectáreas debían de adjudicarse a cada alternativa. Para lo cual se construyó un modelo de programación matemática multimetas que se resolvió usando el programa Hyperlindo ver. 11. En el modelo, se establecieron dos metas para ser optimizadas: los beneficios económicos derivados del uso del suelo forestal (ECON) y el valor ecológico del territorio (ECOL). Asimismo, el modelo estuvo sujeto a las siguientes restricciones: 1) que el área del i-ésimo cambio de uso de suelo propuesto sea menor o igual a la j-ésima área disponible que puede cambiar a ese uso y; 2) que tanto la densidad de especies como la continuidad del paisaje, el perfil vertical, la cobertura y el volumen de madera sean iguales a la suma de las contribuciones individuales de los cambios de uso del suelo con respecto a estos atributos.

Los valores de la matriz de rendimientos actuaron como los coeficientes de la variables de decisión. El

proceso de solución del modelo con la técnica HSJ produjo una solución óptima (solución 1) y seis soluciones subóptimas. En estas últimas, los valores de holgura para las funciones ECON y ECOL fueron de 30% y 35% con respecto a su valor original, que en este caso representan los mínimos necesarios para llegar a una solución factible.

Las soluciones calculadas mediante el modelo de optimización se muestran en el cuadro 4. En ella se observan los cambios de uso del suelo que fueron considerados en cada solución y cuántas hectáreas fueron designadas a cada alternativa de cambio, de las 7 soluciones calculadas, la 1 y la 3 son las que mejor reflejan un escenario de uso forestal.

CUADRO 4. SOLUCIONES DEL MODELO DE OPTIMACIÓN

Tipos de Cambio de uso forestal	Escenario 1		Escenario 2				
	Solución 1 Ha	Solución 2 Ha	Solución 3 Ha	Solución 4 Ha	Solución 6 Ha	Solución 8 Ha	Solución 9 Ha
MPM	503		473.78		301.87		
MC			68.21				
MSP	38.99	542		542	240.12	542	542
AAS	400.76			32.04			
AR							
AC		442		409.95	442	442	
AA	41.23		442				442
PAPM	437		437		437	437	278.23
PAR							
PAC							158.76
PASP		437		437			
OOM	111.90		513.70		1047.69	848.52	
OOC	1046.09	1158	644.29	1158	110.30	309.47	1158
PSA							71
PSR							
PSC							
PSPS	71	30.38	71	71	71	71	
PSSP		40.61					
PSAS							
PSP	627	581.20	346.46	540.46	627	463.54	255.36
PC		45.79		86.53			371.63
PPM			280.53			163.45	

*Nota: Todas las soluciones tienen una holgura del 30 y 35% en la restricción económica y ecológica respectivamente*

46

Para encontrar la ubicación espacial óptima del esquema seleccionado, se construyeron mapas de adecuación para cada uno de los usos de suelo incluidos. Los factores seleccionados fueron la pendiente del terreno y la distancia a los caminos. La única restricción que se tomó en cuenta fue la cantidad de tierra disponible. Por medio del método eigenvector se calculó para cada alternativa de cambio, la influencia relativa de los factores sobre el grado de adecuación del territorio (Eastman et al., 1993). Finalmente los factores se combinaron utilizando una suma ponderada como regla de decisión y el mapa resultante se sobrepuso con el mapa de restricciones por medio de una sobreposición multiplicativa.

Después de la creación de los mapas de vocación, se identificaron aquellos usos del suelo que presentaron un conflicto espacial entre las actividades propuestas. En el cuadro 5 se aprecian los conflictos de los dos escenarios elegidos. En el escenario 1 existen tres casos de conflicto, el primero entre el cambio de

bosque mixto a pino manejado y de bosque mixto a silvopastoril. El segundo corresponde a los cambios agricultura-agricultura y agricultura a agrosilvícola. En el último, el oyamel compite por los usos manejo y conservación. En contraste, en el escenario 2, toda el área agrícola permanece sin cambio y el bosque mixto compite por los destinos pino manejado y conservación. Como en el escenario 1, el bosque de oyamel compite por el manejo y la conservación.

Estos conflictos se resolvieron mediante la priorización de los cambios de uso de suelo en cuestión y el procedimiento denominado ubicación territorial multiobjetivo "MOLA" (Eastman et al., 1993). Para el caso del escenario óptimo se prefirieron los destinos pino manejado para el bosque mixto, conservación para el oyamel y la agrosilvicultura sobre la agricultura. Para el escenario 2 se prefirieron los destinos de manejo para el bosque mixto, el manejo para el oyamel y toda el área agrícola se conservó como tal. En la figura 2 se muestra el resultado de la modelación espacial de la solución óptima.

## Discusión y conclusiones

Hablar de aprendizaje implica cambio y adaptación. En la planeación del paisaje, los cambios que se deben enfrentar provienen de diferentes fuentes como son: los procesos de transformación del territorio, los tomadores de decisiones que lo permiten, y los actores que lo causan o que también disfrutan o sufren las consecuencias de dicho proceso. La contienda de este cambio requiere asimismo entender y abordar la complejidad del problema. Para ello, el método científico nos instruye a elaborar una abstracción, que descompone y sintetiza la realidad y que refleja nuestro proceso natural de percepción (Saaty, 1990). Asimismo, el proceso de la investigación científica nos enseña que esas abstracciones son dinámicas, pues cambian con el contexto y el tiempo (Reyes-Heróles, 1998). En este sentido, la metodología propuesta modela la complejidad del problema a través de una abstracción, la jerarquía, que pone de manifiesto los elementos del problema y sus interrelaciones. De tal manera que, cuando hay un cambio, la reestructuración del problema se resume en la inclusión u omisión de elementos, y al cambio en las ponderaciones relativas de los factores y criterios. Esta flexibilidad facilita la adaptación a cambios internos (como son el uso potencial del suelo y las preferencias de los actores); y el análisis exploratorio de escenarios de riesgo. La última como una forma de contender con la incertidumbre causada por efectos externos como el marco económico del país y las políticas de desarrollo regional y nacional.

En el enfoque de este trabajo, las actividades productivas ya no son el eje principal de las propuestas de desarrollo, sino que éstas compiten en importancia con otros factores como el valor ecológico del suelo, los usos y costumbres, los beneficios sociales y el valor estético. Esto lleva a la búsqueda de optimizar los recursos naturales con otra racionalidad. La metodología empleada responde a este reto: los intereses que son afectados están representados como los objetivos del modelo jerárquico, en tanto que los atributos del mismo describen cómo medirlos.

Las soluciones generadas por el procedimiento HSJ pueden considerarse como alternativas en el proceso global de planeación. Por su parte, el empleo de sistemas de información geográfica permite definir

el espacio de decisión, es decir, se pueden representar espacialmente los diferentes cursos de acción con base a las decisiones tomadas.

Los resultados obtenidos muestran en forma muy clara cómo se puede guiar la planeación del uso del suelo. Las soluciones óptimas y subóptimas de uso de suelo generadas representan un apoyo factible para la toma de decisiones en el municipio de Ecatzingo de Hidalgo, con respecto a su ordenamiento territorial, ya que plantea actividades productivas que son viables tanto ecológica como económicamente. Sin embargo, es deseable actualizar siempre los datos que son de naturaleza cambiante como los valores económicos, las relaciones de poder político, los factores culturales y sociales para darle al proceso de toma de decisiones su debido carácter dinámico.

Por otro lado, para garantizar el éxito en la práctica de una propuesta de uso del territorio es necesario construir el consenso de los actores e integrarlo a las decisiones. Al respecto, la metodología propuesta permite incorporar las preferencias y conciliar los intereses de los diferentes grupos involucrados, mediante la inclusión de los objetivos de los actores que se reflejan en los criterios de la jerarquía, en la ponderación de los mismos y en la calificación sintética de las alternativas.

Dentro del contexto de planeación en la Región de los Volcanes, el factor que tiene mayor efecto sobre la sustentabilidad del paisaje son las políticas de desarrollo regional que favorecen el cambio de uso del suelo. Queda claro que a corto plazo, el uso del suelo urbano es el más rentable y el que mayor ingreso económico produce por superficie. Sin embargo, es el elemento que de no ser planeado y regulado pone en mayor riesgo los procesos estructurales y funcionales de los ecosistemas de la región. Al respecto, el Instituto Nacional de Ecología (2000) opina que el ordenamiento ecológico del territorio es un instrumento que regula el emplazamiento de actividades productivas y debe de coadyuvar al desarrollo sustentable a partir de la definición de usos del suelo y criterios ecológicos para el aprovechamiento del territorio nacional. Sin embargo, el marco metodológico sobre el cual está construido en su fase prospectiva, sólo considera escenarios de planeación cualitativos basados en la vocación y adecuación del paisaje. Con ello omite la perspectiva de optimización que, además de calidad, propone can-

tividad; generando no sólo la mejor combinación de usos de suelo, sino también el esquema con mayor rendimiento desde la perspectiva multi-objetivo. Integrando así no sólo criterios biofísicos, sino también económicos y sociales. Asimismo, la posibilidad de contar con escenarios factibles (soluciones sub-óptimas) favorece la integración de un factor más, el político.

Para generar los mosaicos sustentables del paisaje, la metodología existe. Se ha mostrado un ejemplo, sin embargo, la sustentabilidad es y seguirá siendo enmarcada por un contexto institucional que determi-

na su práctica. Por ello, será estratégico que el Estado, a través de la coordinación interinstitucional de las Secretarías de la Reforma Agraria (SRA), Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y de Desarrollo Social (SEDESOL) promuevan ante los sujetos agrarios, los municipios, los gobiernos de los estados y las entidades del Gobierno Federal estrategias de usos múltiples del suelo (mosaicos de paisaje) que maximicen los beneficios sociales de manera compatible con la conservación de los ecosistemas de la región.

FIGURA 1. ESCENARIO ÓPTIMO DE USO DE SUELO EN ACATZINGO DE HIDALGO, ESTADO DE MÉXICO

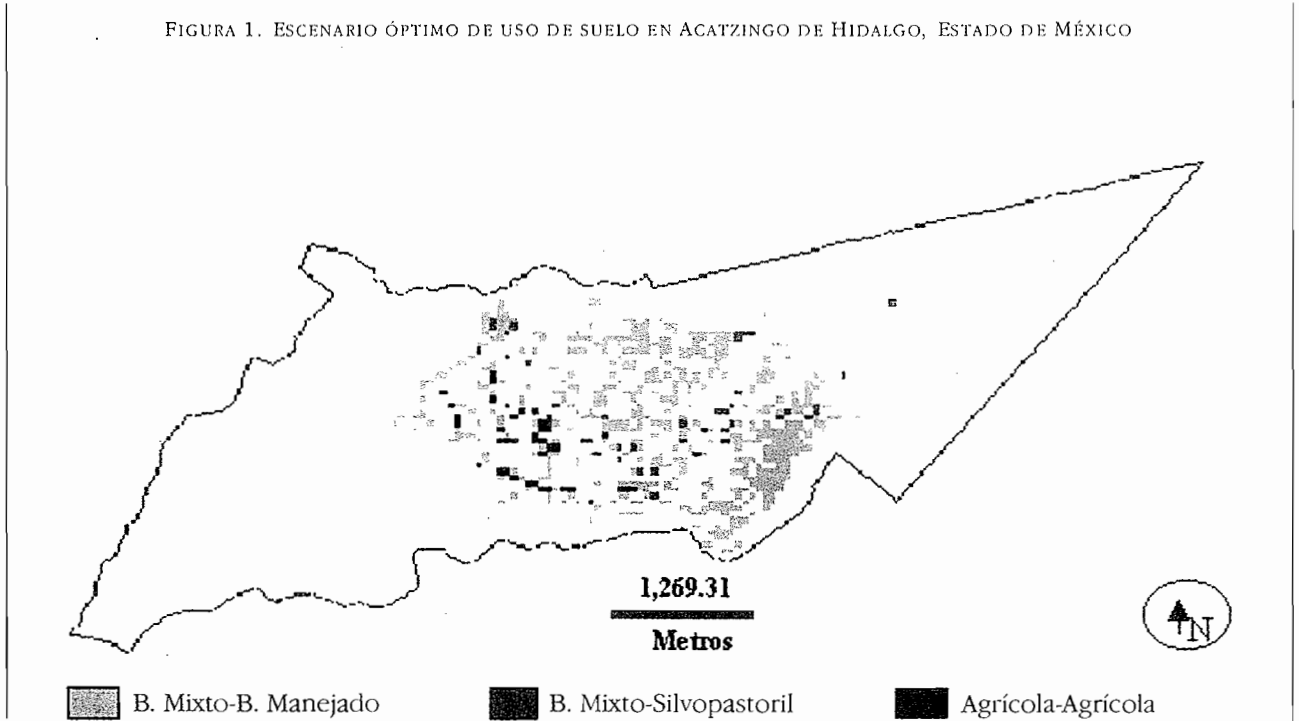
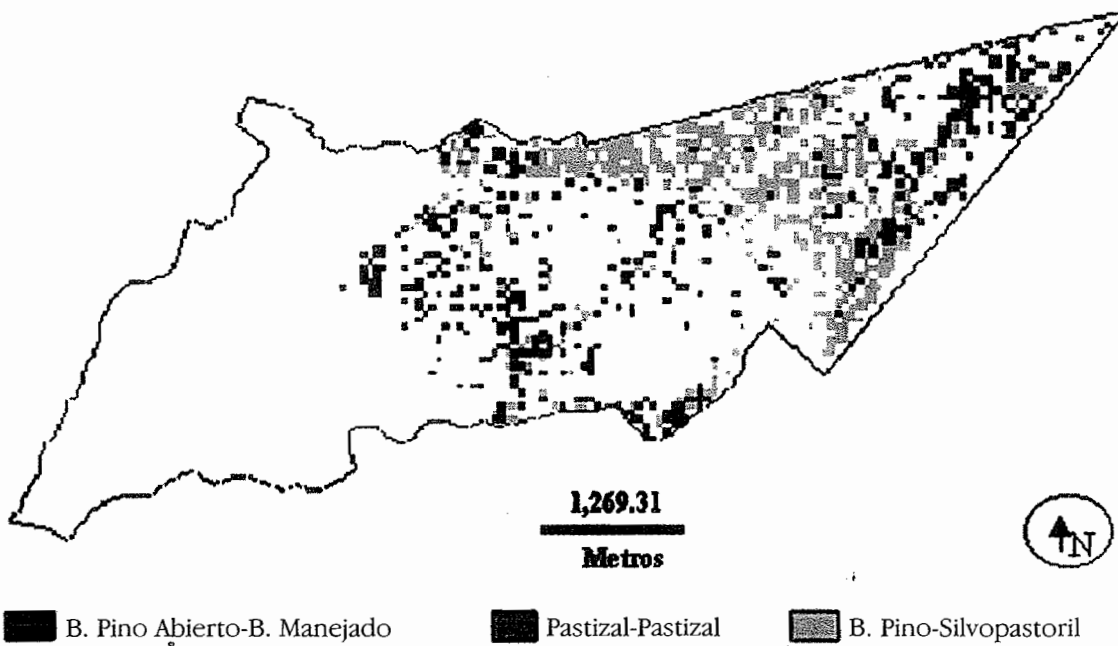
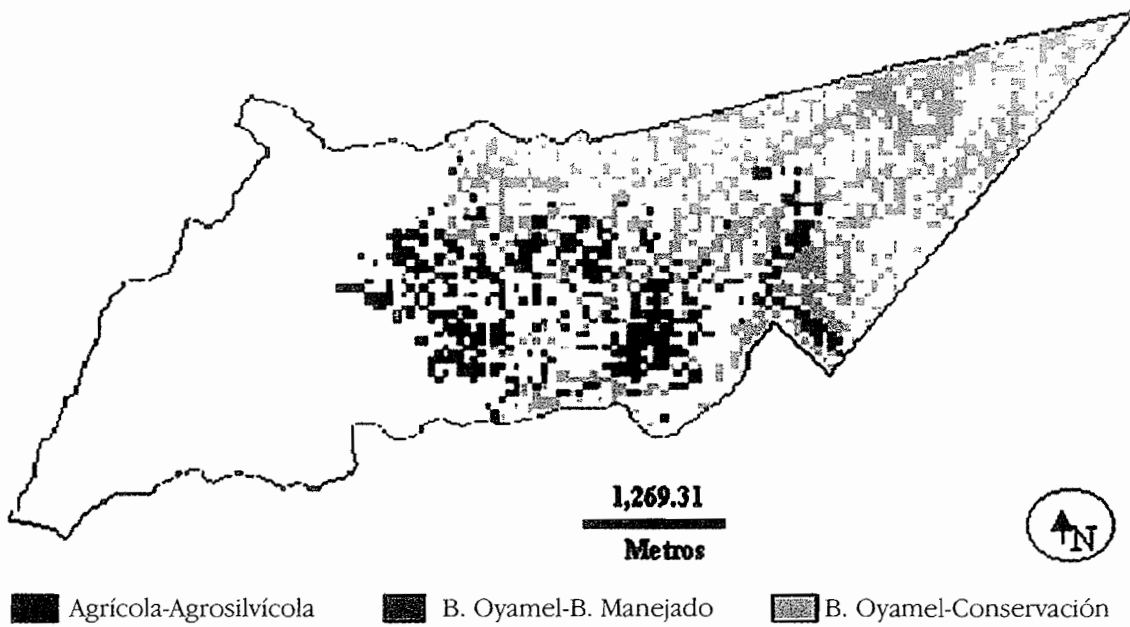


FIGURA 1. ESCENARIO ÓPTIMO DE USO DE SUELO EN ACATZINGO DE HIDALGO, ESTADO DE MÉXICO  
CONTINUACIÓN





## Referencias

- BARTON, H. 1996. Planning for sustainable development. In: C. Greed (ed.) *Investigating town planning: changing perspectives and agendas*. Addison Wesley Longman Limited, London, U.K. pp. 115-134.
- BEER, A. 1993. Landscape planning and sustainability. *Town Planning Review* 64(4):4-9.
- BORMANN, F.H. and Likens, G.E. 1979. *Pattern and processes in a forested ecosystem*. Springer-Verlag, New York.
- CONSTANZA, R. 1994. Three general policies to achieve sustainability. In: A. Jansson, M. Hammer, C. Folke and R. Constanza (eds.) *Investing in natural capital*. Island Press, Washington, D.C. pp. 392-407
- EASTMAN, R., Kyem, P. A., Toledano, P. and Weigen, J. 1993. *GIS and decision making*. The Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Clark University, UNITAR. Worcester MA.
- FORMAN, R.T. T. 1995. *Land Mosaics*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- GALLOPIN, G. C. 1995. The potential of the agroecosystem health as a guiding for agricultural research. *Ecosystem Health* 1(3):129-139.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO 1994. *Plan municipal de desarrollo 1994-1996: Ecatzingo*, México. 30 p.
- HOLDREN, P.J., Daily, G.C. and Ehrlich, P.R. 1995. "The meaning of sustainability: biogeophysical aspects. In: Munasinghe, M. And Shearer W (ed.) *Defining and measuring sustainability*. The United Nations University and The World Bank. Washington, D. C. pp. 3-18.
- HUIZING and Bronsveld, 1994. Interactive multile-goal analysis for landuse planning. *ITC Journal*. (4):366-373
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (INE) 2000. Ordenamiento territorial-Marco metodológico. [http://www.ine.gob.mx/dgoie/ord\\_ecol/index.html](http://www.ine.gob.mx/dgoie/ord_ecol/index.html). Septiembre 12 de 2000.
- KHAKKEE A. 1998. Evaluation and planning: inseparable concepts. *Town Planning Review* 69(4):359-374.
- KOENING, H.E. 1996. Human Ecosystem Design and Management. A sociocybernetic Approach. In Patten, B. C. (ed.). *Systems Analysis and Simulation in Ecology*. Vol IV pp. 221-238
- MURCOT, S. 1997. What is sustainable development. <http://www.sustainability.org> Septiembre 12 de 2000.
- MEPPEN, T. and Gill, R. 1998. Planning for sustainability as a learning concept. *Ecological Economics* 26(2):121-137.
- MERINO, L. 1997. *El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, SEMARNAP, Consejo Mexicano para la Silvicultura Sostenible, World Resource Institute. México, D. F.
- PEZOLLI, K. 1997. Sustainable development: a transdisciplinary overview of the literature. *Journal of Environmental Planning and Management*, 40(3):549-574.
- PORRAS, A. 1997. El Distrito Federal en la dinámica demográfica megapolitana en el cambio de siglo. En R.Eibenschutz (coord.). *Bases para la planeación del desarrollo urbano en la Ciudad de México*. Tomo I: economía y sociedad la metrópoli. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Grupo Editorial Miguel Angel Porrúa, México, D. F. pp. 37-74.
- RAMÍREZ, B. 1997. Diagnóstico integrado. In: R. Eibenschutz (coord.) *Bases para la planeación del desarrollo en México*. Tomo II: estructura de la ciudad y su región. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Grupo Editorial Miguel Angel Porrúa, México, D. F. pp. 353-412.
- REYES-HEROLES, F. 1998. *Conocer y decidir*. Instituto de Estudios Educativos y Sindicales de América. México, D. F.
- RIDGLEY, M. 1995. Determining rural land use goals: methodological primer and application to agroforestry in Italy. *The Environmental Professional* 17:1-15.
- RIDGLEY, M. and Chai, D. 1990. Evaluating potential biotic benefits from conservation ponds in Hawaii. *The Environmental Professional* 12:214-228.
- SAATY, T.L. 1990. *Multicriteria decision-making: the analytic hierarchy process*. Pittsburg RWS Publications. Pittsburg.
- SECRETARÍA DE LA REFORMA AGRARIA (SRA), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y Procuraduría Agraria 2000. *Programa de organización y capacitación para el ordenamiento de la propiedad social con uso urbano*. Reporte Técnico. México, D. F. 85 p.
- SEYMUR, J. and Girardet, H. 1986. *Far from paradise: the story of man's impact on the environment*. London, U.K. BBC.
- SHMOLDT, D., Peterson, D. and Silsbee, D.T. 1994. Developing and monitoring programs based on multiple objectives. *Environmental Management* 18(5):707-727
- VAN DER BERGH J. 1996. *Ecological economics and sustainable development: theory, methods and applications*. London, U.K.: Edward Elgar.
- VAN DER POOL, H. M. 1995. *Remote sensing based vegetation mapping of the National Park Iztaccibuatl-Popocatepetl*, México. Katholieke Universiteit. Report Nr 406. Utrecht University, report Nr 915102. Nijmegen.
- ZYNCK, A. 1996. La información edáfica en la planificación del uso de las tierras y el ordenamiento territorial. XII Congreso Latinoamericano de las Ciencias del Suelo. México. 25 p.