



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA DETERMINACION DE USO  
POTENCIAL DEL SUELO EJEMPLIFICADA EN LA ZONA  
SURORIENTAL DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:  
**LICENCIADO EN BIOLOGIA**

**P r e s e n t a :**

**Flora María Garza Vargas**

**México, D. F.**

**1982**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## CONTENIDO

	Página
NOTA DEL AUTOR	1
PREFACIO	4
OBJETIVOS	8
1. UNA REVISION METODOLOGICA Y METODOLOGIAS PROPUESTAS	10
1.1 Sistema de regionalización fisiográfica	11
1.1.1 Definición del concepto de regionalización	11
1.1.2 La regionalización concebida como un marco de referencia en el uso potencial del suelo	13
1.1.3 Breve resumen histórico de la regionalización fisio- gráfica en México	24
1.1.4 Metodología propuesta para la determinación de regiones fisiográficas enfocada a la pla- neación del uso del suelo	35

1.2	Uso potencial del suelo	58
1.2.1	Marco de referencia conceptual que se propone para la clasificación de uso potencial del suelo	58
1.2.2	Descripción y análisis de las metodologías utilizadas para determinar uso potencial del suelo en México	75
1.2.3	Metodología propuesta para determinar el uso potencial del suelo para fines de planeación	99
1.2.3.1	Uso agrícola	102
1.2.3.2	Uso pecuario	117
1.2.3.3	Uso forestal	126
1.2.3.4	Uso urbano	142
1.2.3.5	Sistema de evaluación de tierras para la determinación del uso potencial agropecuario y forestal en México	153
2.	MATERIAL Y METODO PARA DETERMINAR USO POTENCIAL DEL SUELO, EN LA REGION SURORIENTAL DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO	181
2.1	Material y método utilizado para llevar a cabo la regionalización fisiográfica de la Cuenca del Valle de México y la evaluación de uso potencial de la región suroriental de la Cuenca del Valle de México	182

	Pág.
2.1.1 Material cartográfico	182
2.1.2 Procedimiento metodológico	184
3. RESULTADOS	193
3.1 Provincia del Eje Neovolcánico	196
3.1.1 Ubicación geográfica	196
3.1.2 Características generales	196
3.2 Subprovincia de la Cuenca del Valle de México	199
3.2.1 Ubicación geográfica	199
3.2.2 La Cuenca del Valle de México concebida como una Subprovincia del Eje Neovolcánico	199
3.2.3 Descripción del medio físico-natural de la Cuenca del Valle de México	201
3.2.4 Sistemas de topofomas que conforman a la Cuenca del Valle de México	217
3.3 Sistema de topofomas correspondientes a la Planicie Central y Sierra de Guadalupe, topofomas que la integran y localización de la zona de estudio	222
3.3.1 Planicie Central y topofomas que la integran	222
3.3.2 Sierra de Guadalupe y topofomas que la integran	238

	Pág.
3.4 Evaluación potencial de la zona de estudio	246
3.4.1 Localización de la zona de estudio dentro del marco de regionalización fisiográfica	246
3.4.2 Descripción del medio físico-natural de la zona de estudio	249
3.4.3 Descripción del medio socio-económico de la zona de estudio	256
3.4.4 Unidades de mapeo definidas y su caracteri- zación	263
3.4.5 Evaluación potencial de las unidades de mapeo	277
3.4.6 Tipos de utilización prioritarios definidos, al incorporar ciertos parámetros socioeco- nómicos	269
3.4.7 Comparación del uso potencial propuesto con el actual	294
4. CONSIDERACIONES TOMADAS PARA LA SELECCION DEL SITIO DONDE SE APLICARON LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS	298
5. CONCLUSIONES	301
6. BIBLIOGRAFIA	306
7. ANEXO DE PLANOS	313

NOTA DEL AUTOR

Quisiera que quedara claro que mi tesis no es de ninguna manera una aportación al conocimiento científico que sobre este tema se puede tener... es tan solo una contribución en el área de planeación, donde en última instancia el Biólogo no ha tenido una participación directa.

En alguna ocasión una persona me comentaba que existían aquellos científicos puros sin los cuales el desarrollo de la humanidad no hubiera sido posible, pero que en controversia con esto, existían personas que sin ser científicas, han tenido que tomar aquellas decisiones necesarias para la continuación del desarrollo de los países. Sin la existencia de alguno de estos dos el desarrollo en nuestro país no hubiera sido posible. Sin embargo, agregó esta persona, algunos de nosotros tenemos la posibilidad de actuar como un puente, reconciliando así la ciencia pura con las decisiones prácticas que se toman cada día en el país... el secreto es tener una formación científica y tener, a la vez, el acceso a las decisiones diarias que necesita el país para su congruente desarrollo. Finalmente su comentario me convenció y creo que mi tesis es una prueba de ello.

PREFACIO

El tema de tesis, al no tratarse de una aportación científica, tiene entonces la categoría de ser un estudio que pretende contribuir a lo que se está haciendo actualmente sobre planeación de uso del suelo. A este respecto es importante dejar asentado que el Biólogo y en especial el ecólogo no ha tenido una participación directa. De hecho, hace diez años un ecólogo era concebido como un científico interesado en analizar las relaciones del medio ambiente con los organismos; más recientemente, éste era identificado, más que como un científico de una disciplina específica, como aquel que mantenía una actitud filosófica puramente conservacionista con la obvia antipatía al desarrollo, lo cual en el proceso de planeación era considerada más como una opinión pública que como una científica. De esta manera surge el problema de pensar que la contribución biológica, en la planeación, consiste tan solo en una evaluación ecológica que únicamente es capaz de identificar sitios de conservación de interés biológico.

Sin embargo, aunado a esto ha surgido dentro del proceso de planeación, lo que han denominado "problemática ambiental" como resultado de la

preocupación especial a la creciente contaminación y el progresivo agotamiento de los recursos naturales. Es en este sentido, donde el biólogo, por su conocimiento científico, debería de mostrar un interés real en ampliar el campo de visión del planificador de tal manera que al integrar la dimensión ambiental ésta no sea, como lo es actualmente, un programa más, alternativo, al desarrollo.

En la participación de la planeación del medio ambiente, el biólogo y en especial el ecólogo, necesita llevar a cabo casi paralelamente una investigación en las áreas tradicionales de la ecología (especies ecológicas, dinámica de poblaciones, estructura de la comunidad, etc.), a la vez que manejar éstos en términos de "oportunidades" o aprovechamientos que es, en última instancia el objetivo último de la planeación. Esto implica un análisis de "factibilidad" desde el punto de vista ambiental. El problema puede resumirse así: los planificadores en la planeación del uso del suelo manejan el término "productividad", en función del desarrollo humano, para lo cual el biólogo adquiere un doble compromiso, el de "satisfactores" y el de "conservadores".\* Al respecto tal vez sean realmente pocos los trabajos publicados; de este hecho surge el tema de tesis que he realizado, que consiste de un análisis de los criterios que se han venido utilizando en el país en la determinación de uso potencial del suelo, a la vez que proponer la utilidad de manejar regionalizaciones geográficas que sirvan como marco de referencia cuando se está determinando un posible uso en una área

\* Si se entiende por conservación no como sinónimo de -no alteración- sino la de sostener a lo largo del tiempo un recurso determinado.

geográfica dada. En el desarrollo de dicho tema se toma como ejemplo práctico a la Cuenca del Valle de México debido a que se considera que por sus características geológicas una unidad geográfica claramente definida, base de los asentamientos humanos más importantes del país. El uso que se le ha dado a esta cuenca cerrada, ha originado serios problemas de erosión, deforestación, abatimiento de mantos freáticos, extinción de especies vegetales y animales, etc. Resulta entonces, de gran importancia, una planeación de los recursos naturales de esta zona, la regeneración de la calidad del medio ambiente y una evaluación del crecimiento futuro de los asentamientos humanos que se adecúe al medio ambiente natural. Sin embargo, ante la dimensión de este trabajo sería un tanto pretencioso poder llevar a cabo estos objetivos en toda la cuenca, por lo que me vi forzada a elegir tan solo una pequeña área, donde se reflejan dichos problemas y donde se proponen algunas soluciones y que sea esta contribución una constancia de que los estudios de planeación en esta zona son más que urgentes.

Así, queda el campo abierto para que otros estudios procedan a efectuar análisis sistemáticos, ordenados y precisos, que contribuyan a dejar establecido no solo el uso adecuado del suelo en la Cuenca de México, sino de aquellas otras zonas que así lo requieran.

OBJETIVOS

- Establecer una metodología de regionalización fisiográfica que proporcione un marco de referencia a la evaluación de uso potencial del suelo.
- Establecer una metodología para determinar el uso potencial del suelo, incorporando como criterios de evaluación características naturales como: fisiografía, geología, clima, hidrología, edafología y fitogeografía; y tomando como referencia metodologías utilizadas anteriormente en el país.
- Aplicar ambas metodologías propuestas en la zona suroriental de la Cuenca del Valle de México. Para esto será necesario:
  - . Dividir la Cuenca del Valle de México en regiones fisiográficas, lo cual constituirá el marco de referencia a la evaluación del uso potencial del suelo en la zona suroriental de la Cuenca.
  - . Determinar el uso potencial del suelo en la zona de estudio e incorporar ciertos parámetros socioeconómicos, a fin de definir el uso conveniente del suelo a partir de las alternativas de uso determinadas.
  - . Establecer comparaciones entre el uso actual del suelo y el uso propuesto en la zona de estudio, para identificar las áreas de uso inadecuado.

1. UNA REVISION METODOLOGICA Y  
METODOLOGIAS PROPUESTAS

## 1.1 Sistema de regionalización fisiográfica

### 1.1.1 Definición del concepto de regionalización

- . Antes de intentar llevar a cabo un análisis a nivel regional conviene tratar de definir lo que la palabra región significa, debido a que se habla casi indistintamente de áreas, regiones y zonas, siendo difícil de distinguir con claridad entre los tres conceptos. Así, se dice que existen regiones que a su vez comprenden zonas de menor tamaño y, en otras ocasiones se habla de zonas que comprenden regiones<sup>1</sup>.
- . Si bien es cierto lo que algunos autores señalan en cuanto a que la región no es más que un concepto subjetivo que constituye un artificio para estudiar los diversos fenómenos de la naturaleza, también es cierto que existen áreas que guardan una relativa homogeneidad para determinados fenómenos, ya sean físicos, culturales, demográficos, económicos, etc.,

---

1 Stern, C. 1966. *Las Regiones de México y sus niveles de desarrollo socio-económico*. Tesis. UNAM.

y que en última instancia a estas áreas se les puede dar el nombre de regiones<sup>2</sup>. Es decir, que la región tiene como característica principal a la homogeneidad.

- La región homogénea se basa entonces en la diferenciación espacial de un territorio determinado según cierta o ciertas características previamente determinadas<sup>3</sup>. Es en la determinación de las características a tomar en cuenta como criterios para una regionalización, donde aparentemente se puede presentar cierta subjetividad. Así, por ejemplo, si se intenta llevar a cabo una regionalización de una área determinada, tomando en cuenta sus características naturales, siendo los factores de homogeneidad la geología y el relieve del lugar, o bien, tomando en cuenta a estos dos pero incorporando otros como clima, edafología e hidrología; las áreas resultantes de utilizar cualquiera de los dos sistemas se consideran homogéneas, debido a que en definitiva va a depender del tipo de análisis que se intente realizar. Así, en el desarrollo de una metodología para determinar regiones fisiográficas con fines de planeación del uso del suelo, al tener como meta principal ser un marco de referencia, endonde

---

2 Dickinson, E.E. 1956. *City, Region and Regionalism*. Routledge and Kegan Paul. London. p. 7.

3 Prothin, A. 1968. El Concepto de Región en sus Relaciones con la Planificación Territorial. *Revista Mexicana de Sociología*. Vol. XX. No. 3. México.

Bassols, E.A. 1972. *México: Formación de Regiones Económicas*. UNAM.

se puedan inferir los tipos de utilización de una región dada, ésta debe contemplar aquellos criterios indicadores de los diferentes tipos de uso existentes.

- En definitiva se puede concluir que toda regionalización se ve enfrentada al problema de la delimitación de las regiones independientemente del concepto de región que se tenga. Sin embargo, ésta trata de fijar límites precisos a fenómenos que por lo general no presentan discontinuidades tajantes y fácilmente discernibles, y aunque siempre habrá una área donde no sea posible distinguir con claridad si la influencia de los factores determinantes es mayor hacia una región u otra, los factores determinantes del criterio de homogeneidad buscado deben ser tales que mediante una comparación entre las diversas regiones, se pueda observar claramente los índices de diferenciación<sup>4</sup>.

#### 1.1.2 La regionalización concebida como un marco de referencia en el uso potencial del suelo.

- El concepto de regionalización, desde un punto de vista geográfico, ha tenido una larga y compleja historia, pero siempre ha tenido como objetivo principal el de dividir al mundo entero en regiones naturales, utilizando para ello diversos criterios, como configuración, clima, vegetación, etc.

---

<sup>4</sup> Prothón, A. Op. cit.

A su vez, los investigadores de otras ciencias han buscado esquemas universales basados en regiones con características únicas, que al ser más concretas, les permiten conocer regionalizaciones específicas. Así, tenemos por ejemplo, el trabajo elaborado por Dice<sup>5</sup> sobre patrones de distribución animal, lo cual denominó como provincias bióticas; durante este mismo periodo, la clasificación climática en Norteamérica, de Thornthwaite<sup>6</sup>, a la vez que varios intentos de elaboración de regiones fisiográficas, principalmente por Fenneman<sup>7</sup>. Asimismo, en México se han llevado a cabo investigaciones de este tipo, como por ejemplo, el trabajo de García<sup>8</sup>, sobre la distribución regional de los climas en México; los trabajos de Rzedowski<sup>9</sup>, sobre la distribución de la Flora en la Cuenca del Valle de México y el trabajo de Miranda F. y Hernández X.<sup>10</sup>, sobre la distribución de los tipos de vegetación en la República Mexicana, entre otros.

Aunque si bien es cierto que se puede llevar a cabo una regionalización de un espacio dado, tomando en consideración

- 
- 5 Dice, L.R. 1943. *The Biotic Provinces of North America*. University of Michigan Press, Ann Arbor. 77 pp.
  - 6 Thornthwaite, C.W. 1931. *The Climates of North America according to a new Classification*. *Geog. Rev.* 21:633-655.
  - 7 Fenneman, N.M. 1928. *Physiographic division of The United States*. *Ann Assoc. Am. Geog.* 18:261-353.
  - 8 García, E. 1964. *Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la Rep. Mex.)*. Pub. Inst. Geogr. Mex. 1:171-191 Offset Larico, México, D. F.
  - 9 Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. México, D. F.
  - 10 Miranda F. y Hernández X.E. 1963. *Los tipos de vegetación de México y su Clasificación*. *Bol. Soc. Bot.* 28:29-179. México.

ya sea criterios climáticos de vegetación u orográficos, existen entre ellos ciertas similitudes, en cuanto a que unos pueden estar dados en función del resto. Así, como lo menciona García que... "los principales factores que determinan el Clima, determinan a su vez la distribución sobre la tierra de las principales agrupaciones de plantas superiores y de otros seres vivientes"<sup>11</sup>; mientras Miranda F. y Hernández X. apuntan al respecto que... "la variedad de la Flora Mexicana refleja en cierto modo, la increíble diversidad de climas y suelos, causada por la accidentada topografía y la compleja estructura geológica del suelo"<sup>12</sup>, lo cual Pianka describe como... "el clima se considera uno de los factores determinantes en la distribución de la vegetación, incluso los climatólogos algunas veces consideran a la vegetación como el mejor indicador del Clima. A su vez ambos, el Clima y la Vegetación, afectan considerablemente el desarrollo de los tipos de suelo y determinan el tipo de fauna que puede existir"<sup>13</sup>.

. En función a esto, y al observar que un sistema de clasificación de provincias basado exclusivamente en datos

---

11 García, D. *op. cit.*

12 Miranda F. y Hernández X.E. *op. cit.*

13 Pianka, E.S. 1978. *Evolutionary Ecology*. Harper and Row, Publishers. N.Y. pp. 41-42.

orográficos, da como resultado la división de un terreno dado en regiones geográficas de las cuales no se pueden hacer mayores inferencias, se ha visto la posibilidad de integrar este sistema a los propósitos de planeación, por medio de considerar otros factores que sean capaces de delimitar regiones con características homogéneas, que estén actuando como un marco de referencia en la planeación del uso del suelo para una región dada<sup>14</sup>. Para este efecto se ha elaborado una clasificación que incluye unidades fisiográficas más pequeñas, es decir, en base a la regionalización fisiográfica elaborada para la República, se utilizan las provincias fisiográficas delimitadas como los grupos más generales a partir de los cuales se sigue una subdivisión hasta llegar a la unidad fisiográfica, de la cual se puede inferir posibilidades de uso del suelo<sup>15</sup>. Los factores que se están considerando para llevar a cabo la subdivisión, dentro de la clasificación, son mencionados en el siguiente apartado.

- En concreto, se puede decir que si bien la regionalización fisiográfica, persigue establecer la geomorfología existente en un terreno dado, una regionalización basada en

---

14 Godfrey, E.A. 1977. A *Physiographic Approach to Land Use Planning*. Askley National Forest, Vernal, Utah. 86072.

15 Comunicación personal proporcionada por el Biólogo Conrado Lara (DETENAL).

otros criterios y enfocada a los estudios regionales, persigue establecer patrones espaciales, que sirven como marco de referencia al estar integrando los procesos físicos y biológicos que aportan un conocimiento de los recursos acerca de los cuales se quiere hacer referencia sobre su posible utilización.

- . De hecho a este tipo de regionalización, se le ha denominado de muy variadas formas, pero siendo el enfoque principal en la elaboración de *regiones ecológicas*. Estos estudios han estado basados, más bien en zonas climático-florísticas, que en comunidades animales, al considerar que la vegetación está combinada con los efectos de los patrones ambientales como clima, suelo y topografía. De esta manera, Clement y Shelford denominaron a una vegetación climax, con su fauna asociada, *Tipos o Zonas Bióticas*<sup>16</sup>. Así, las regiones que se encuentran caracterizadas por un tipo biótico, al estar dominando geográficamente a ésta, se les denominó Regiones o Provincias Biogeográficas. Estas han sido localizadas a escala mundial por Dasmann<sup>17</sup>, siendo más tarde perfeccionadas

---

16 Clements, F.E. and U.E. Shelford. 1939. *Biogeology*. John Wiley, New York, 425 p.

17 Dasmann, R.F. 1972. *Towards a System for Classifying Natural Regions of the World and their representation by the National Parks and Reserves*. Biol. Conserv. 4:247 - 255.

por Udvardy<sup>18</sup>. De igual manera, a nivel continental, Crowley<sup>19</sup> delimitó estas provincias para el caso de Canadá y Bailey<sup>20</sup> para Estados Unidos.

Asimismo, a estas regiones ecológicas las han denominado de otras formas variadas, como es el caso de Wertz y Arnold<sup>21</sup> que las mencionan como *Sistemas Terrestres*; y por otra parte, estas mismas clasificaciones han sido utilizadas principalmente por Lacate<sup>22</sup> para elaborar lo que denominó como *regiones biofísicas*. En este trabajo se puede observar una tendencia más clara hacia una total integración de las formas terrestres con los factores litológicos, de relieve, clima y edáficos. Sin embargo, la tendencia a elaborar un sistema de clasificación que sea capaz de identificar unidades homogéneas del suelo, utilizando para ello la integración de sistemas aislados, se puede observar claramente

- 
- 18 Udvardy, M.B.F. 1975. *A Classification of the Biogeographical Provinces of the World*. International Union for Conserv. Of Natural Resources, Morges, Switzerland. IUCN. OCCAS. Pap. 18, 48p.
- 19 Crowley, J.M. 1967. *Biogeography*. *Can. Geog.* 11: 312-326.
- 20 Bailey, R.G. 1976. *Ecoregions of the United States (Map)*. USDA For. Serv., Intermountain Region, Ogden, Utah.
- 21 Wertz, W.A., J.F. Arnold. 1972. *Land System Inventory*. USDA For. Serv., Intermountain Region, Ogden, Utah. 12 p.
- 22 Lacate, O.J. 1969. *Guidelines for Bio-physical land classification for classification of forest lands and associated wildlands*. Can. For. Serv. 1264, Ottawa. 51p.

en el trabajo elaborado por Corliss<sup>23</sup>, el cual las expresó como *Ecoelases*. En sí, el trabajo de Corliss, consistió en llevar a cabo la integración de una clasificación de vegetación potencial y un sistema de regionalización del suelo, para definir unidades ecológicas del suelo. Estas unidades establecen las relaciones entre la vegetación y los sistemas terrestres (ver fig.1.1.2 (a)).

Finalmente, esta clasificación, consistente en la integración de sistemas diferentes, ha estado siendo enfocada a las necesidades de manejo del suelo, principalmente por Davis y Henderson<sup>24</sup>, los cuales la denominaron como *Ecosym*. Es decir, que esta clasificación fue desarrollada con la finalidad de definir unidades regionales a partir de las cuales se pudiera inferir las necesidades de manejo del suelo o de los recursos, según el propósito particular del investigador.

- La clasificación integrativa, descrita anteriormente ha tenido buenos resultados en la evaluación de los recursos

---

23 Corliss, J.C. 1974. *Ecoelases. A Method for Classifying Ecosystems*. Foresters in Land-use Planning. Proc. 1973. Nat. Conservation Soc. Am. For., Washington, D.C. 254 - 271 p.

24 Davis, L.S., and J.A. Henderson. 1978. *Ecosym - a Classification and Information System for Management of Wildland Ecosystems: the conceptual framework*. Utah State Univ., Logan. 56p.

SISTEMA FLORISTICO

SISTEMA TERRESTRE

SISTEMA ACUATICO

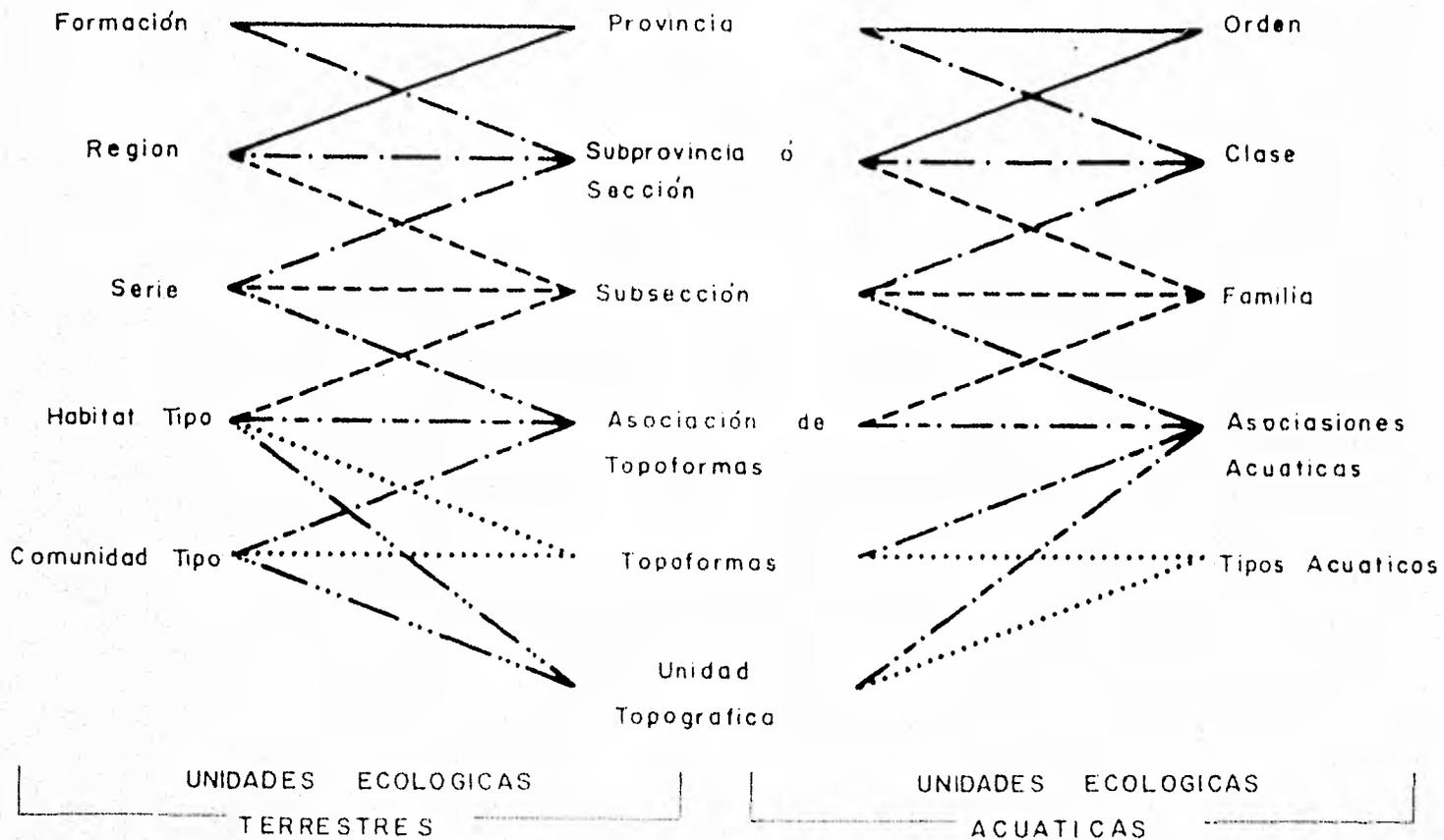


Fig 11.2 (a) SISTEMAS BASICOS EN EL METODO DE ECOCLASES

forestales en Estados Unidos, al presentar unidades homogéneas de tipos de vegetación en un área geográfica dada, a partir de las cuales se puede inferir su posible utilización. Sin embargo, al querer evaluar una región dada, en una gama de posibilidades de uso, la clasificación debe integrar a más de dos sistemas, por lo que se ha considerado otro concepto de integración. Bailey, Henderson y Pfister<sup>25</sup>, lo conciben como una regionalización multifactorial, es decir, que involucran un uso alternativo de componentes para la diferenciación de los niveles sucesivos, dentro de la clasificación.

Los criterios de diferenciación de los niveles superiores son generales, es decir que se caracterizan por tener una fuerza integradora, mientras aquéllos que forman los niveles inferiores son más específicos y precisos, confiriéndoles una fuerza selectiva<sup>25</sup> (fig. 1.1.2 (b)).

En conclusión, se puede decir que actualmente se han utilizado numerosas clasificaciones de los recursos naturales, con diferentes finalidades y criterios. Algunos de ellos utilizan factores únicos y otros son considerados

---

<sup>25</sup> Bailey, G.E., Henderson, A.J., Pfister, D.E., 1978. *Nature of Land and Resource Classification*. *Journal of Forestry*. October. pp 650 - 655

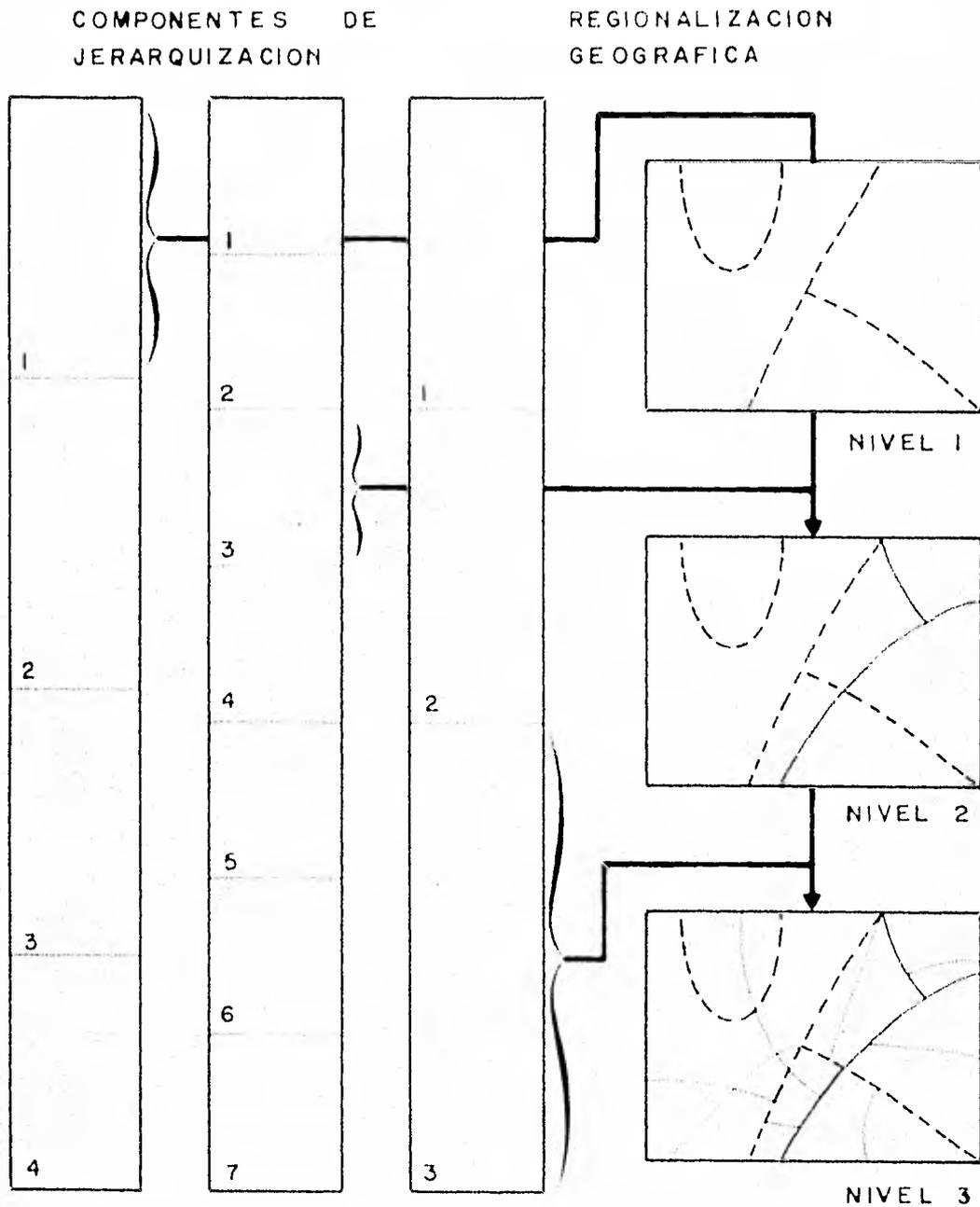


Fig 1.1.2 (b) ESQUEMA DE REGIONALIZACION MULTIFACTORIAL A PARTIR DEL USO ALTERNATIVO DE COMPONENTES JERARQUICOS, PARA LA DIFERENCIACION DE NIVELES SUCESIVOS

multifactoriales; algunos utilizan escalas mundiales y otros regionales<sup>\*</sup>. El problema, en el caso particular de la evaluación del manejo del suelo, consiste en especificar la información que se requiere, por lo que existe una necesidad urgente de integración interdisciplinaria entre planeadores y clasificadores; porque una cosa es clasificar y otra diferente el evaluar. El mundo natural es tan complejo que no se puede evitar el utilizar clasificaciones en el manejo del suelo y de los recursos naturales, pues por medio de agrupar objetos similares dentro de clases, se puede llevar a cabo generalizaciones de manejo del suelo y a la vez, se puede reducir el número de objetos a tomar en cuenta, lo que facilita su utilización<sup>26</sup>.

---

26 Bailey, G.R., Henderson, A.J., Pfister, D.R., 1976. op. cit.

\* Existe mayor información sobre el efecto de escala, en la delimitación de regiones en: Hammond A.N., Macinko, C. y Fairchild, B.W. 1978. *Sourcebook on the Environment*. The University of Chicago Press, Chicago.

### 1.1.3 Breve resumen histórico de la regionalización fisiográfica en México

- . El presente apartado consiste en describir de una manera general, la forma en como han ido evolucionando los distintos conceptos fisiográficos que se han tenido en el país y a la vez, el de analizar cuales han sido las características fundamentales, que los diversos autores han tomado en cuenta para la elaboración de sus clasificaciones fisiográficas\*.
- . La visión morfológica que se ha tenido acerca de nuestro país no ha sido la misma pues el conocimiento fisiográfico se ha ido enriqueciendo al pasar el tiempo. Las primeras investigaciones de esta naturaleza fueron realizadas, según Tamayo<sup>27</sup>, por el matemático Antonio de Ulloa (1792) al incluir en sus descripciones de la Nueva España los aspectos físicos del Territorio Mexicano. Durante el siglo XVIII, el Padre Antonio Alzate elaboró una carta orográfica, representando al territorio conquistado con una sola cordillera central. Asimismo, durante el siglo XIX, Alejandro de Humboldt en su "Ensayo Político de la Nueva España", no

---

27 Tamayo, L., 1941. *Morfología de la República Mexicana y División Regional de la misma*. Revista Geográfica del Instituto Mexicano de Geografía e Historia. Tomo I. No. 2-3 México.

\* De hecho existe toda una evolución histórica acerca de estas clasificaciones geomorfológicas a nivel mundial y, que aquí no se menciona por tratarse tan solo de un análisis a nivel nacional, al respecto véase: Bertrand, G. 1972. *La Géographie physique contre nature?* CIMA. ERA. 427, CNRS: Institut de Géographie, Toulouse. pp. 77-96.

solo narra y sintetiza acontecimientos socioeconómicos y políticos, sino que también describe detalladamente las características físicas de nuestro país, las cuales presenta en un mapa orográfico. Se considera que esta fue la visión fisiográfica que se tuvo en México, hasta las dos primeras partes del siglo XIX, y que además, la única característica que se tomó en cuenta para definir regiones fisiográficas fue la del relieve. Durante 1926, Osorio Mondragón propone una división regional del país a la que denominó "Sistema Pentagráfico"<sup>28</sup>; se considera que este trabajo es prácticamente el primero en mostrar una síntesis del relieve nacional, dando una delimitación casi exacta de las provincias más importantes y con un conocimiento aproximado de sus dimensiones reales. No obstante, su obra es sólo una aproximación de la Fisiografía de México, ya que el conocimiento actual que se tiene de ésta, se considera que está basado en investigaciones extranjeras realizadas principalmente por Thayner (1916) y Freudenberg (1921), entre otros<sup>29</sup>. Así tenemos, que las primeras clasificaciones de Provincias Fisiográficas en México, fueron realizadas por Thayner (1916), Freudenberg (1921), Ordóñez (1941) y Vivó (1958)<sup>30 y 31</sup>.

28 Tamayo, L., 1941. op. cit.

29 Vivó, A.J., 1958. *Geografía de México*. Fondo de Cultura Económica. 480 pp.

30 Ordóñez, E. 1941. *Las Provincias Fisiográficas de México*. Rev. Geografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Tomo I. No. 2 y 3. México.

31 Vivó, A.J. 1958. op. cit.

Del análisis de estos trabajos se puede advertir que dichos autores consideraron al relieve como factor fundamental para llevar a cabo sus correspondientes clasificaciones; con la excepción de los trabajos de Thayner, Freudenberg y Ordoñez, que al mencionar a una de las provincias como "Desierto de Sonora" implicó el considerar datos de vegetación, así como el aspecto externo que presenta la capa más superficial de la corteza terrestre. A su vez, en estos trabajos se puede observar que las diferencias principales están basadas en la manera que los autores incluyen o excluyen ciertas regiones de una a otra provincia (ver Tabla 1.1.3 (a) y figs. 1.1.3 (a), 1.1.3 (b), 1.1.3 (c) y 1.1.3 (d). Se considera que esto es debido principalmente, a la evolución del conocimiento morfológico que se ha tenido en el país.

En la actualidad por el hecho de contar con una serie de adelantos técnicos, como fotointerpretación, fotogrametría, geodesia, imágenes de satélite, etc. se ha logrado conocer más a fondo la complejidad del relieve nacional. Así, en 1964, Erwin Raisz, basado principalmente en fotografías aéreas, vuelos especiales y viajes por tierra, llevó a cabo la elaboración de un mapa que denominó "Topoformas de México"<sup>32</sup>, Raisz, aunque consideró primordialmente el relieve para llevar a cabo su clasificación, incorporó a su

<sup>32</sup> Raisz, E. 1964. *Landforms of Mexico*. Rama de Geografía de la Oficina de Recursos Navales. Segunda Edición corregida. Cambridge, Mass. (mapa).

TABLA 1.1.3 (a) COMPOSICION DE LAS DIFERENTES CLASIFICACIONES FISIOGRAFICAS ELABORADAS PARA LA REPUBLICA MEXICANA, DESDE 1916 HASTA 1958

THAYNER 1916	FREUDENBERG 1921	ORDÓÑEZ 1941	VIVO 1958
I LLANURA COSTERA DEL GOLFO DE MEXICO	I LLANURA COSTERA DEL GOLFO DE MEXICO	I FAJA COSTERA DEL GOLFO DE MEXICO Y PENINSULA DE YUCATAN	I LLANURA COSTERA DEL GOLFO DE MEXICO
II MESETA DESERTICA DE ANAHUAC	II SIERRA MADRE ORIENTAL Y BOLSONES	II SIERRA MADRE ORIENTAL MESETA CENTRAL DEL NORTE	II SIERRA MADRE ORIENTAL
III SIERRA MADRE OCCIDENTAL	III SIERRA MADRE OCCIDENTAL	III SIERRA MADRE OCCIDENTAL	III SIERRA MADRE OCCIDENTAL
IV DESIERTO DE SONORA	IV A) SIERRAS Y DEPRESIONES B) GOLFO DE CALIFORNIA C) PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA	IV DESIERTO DE SONORA	IV LLANURAS DE SONORA, SINALOA Y NAYARIT
V VOLCANICA	V ANAHUAC	V FAJA COSTERA DE SINALOA Y NAYARIT VI GOLFO DE CALIFORNIA VII MESETA CENTRAL DEL SUR VIII CUENCA DEL BALSAS	V GOLFO DE CALIFORNIA VI PENINSULA DE CALIFORNIA VII ALTIPLANICIE DEL NORTE Y DEL SUR (SIERRA VOLCANICA TRANSVERSAL) VIII DEPRESION DEL BALSAS
VI SIERRA MADRE DEL SUR	VI SIERRA MADRE DEL SUR	IX SIERRA MADRE DEL SUR	IX SIERRA MADRE DEL SUR
VII TEHUANTEPECANA	VII TEHUANTEPECANA	X TEHUANTEPEC	

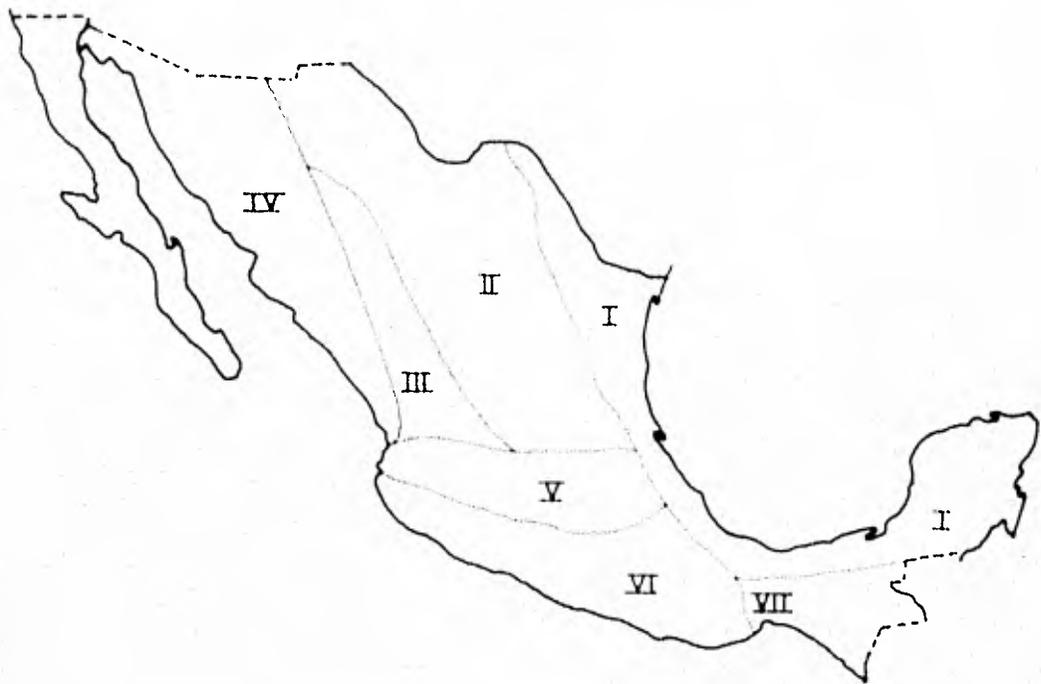


Fig II.3 (a) PROVINCIAS FISIOGRAFICAS  
THAYNER (1916)

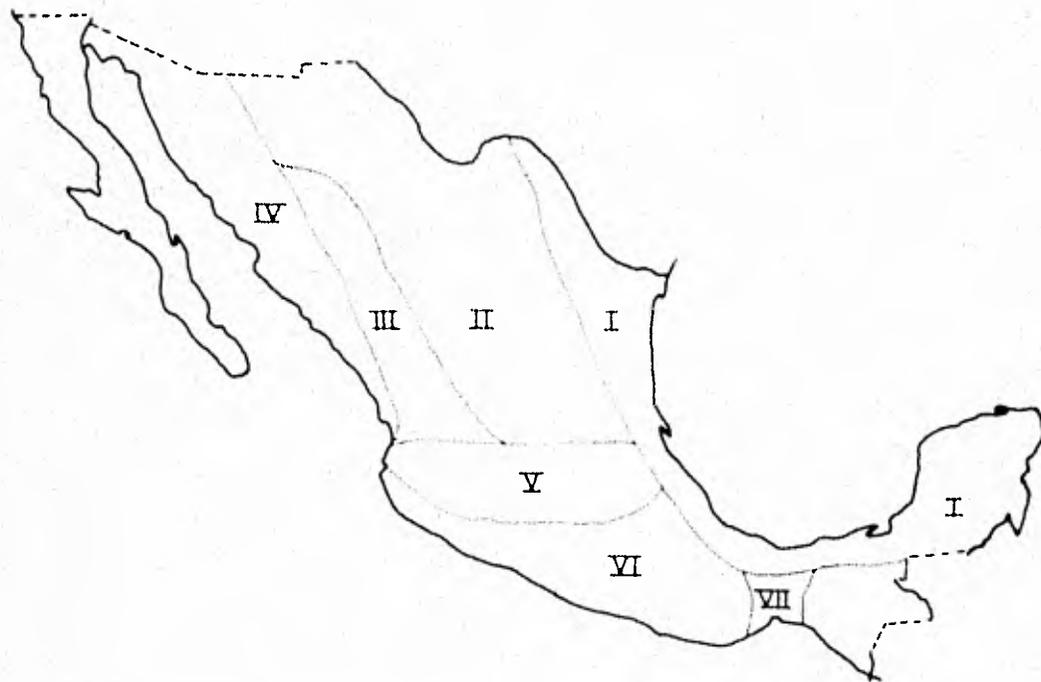


Fig II.3 (b) PROVINCIAS FISIOGRAFICAS  
FREUDENBERG (1921)

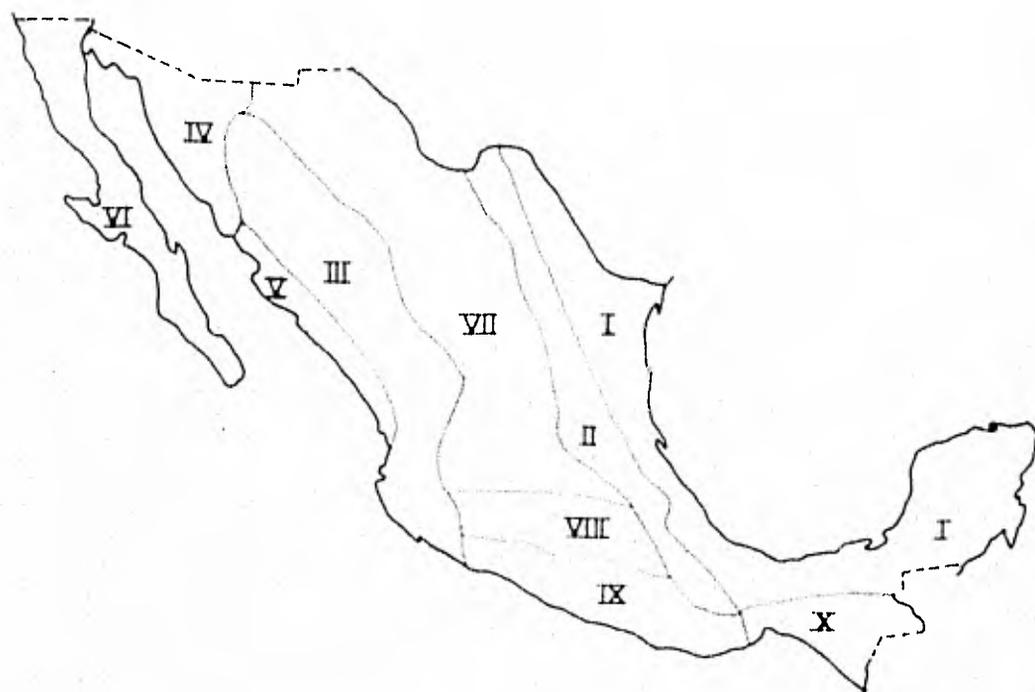


Fig 11.3 (c) PROVINCIAS FISIOGRAFICAS  
ORDOÑEZ (1941)

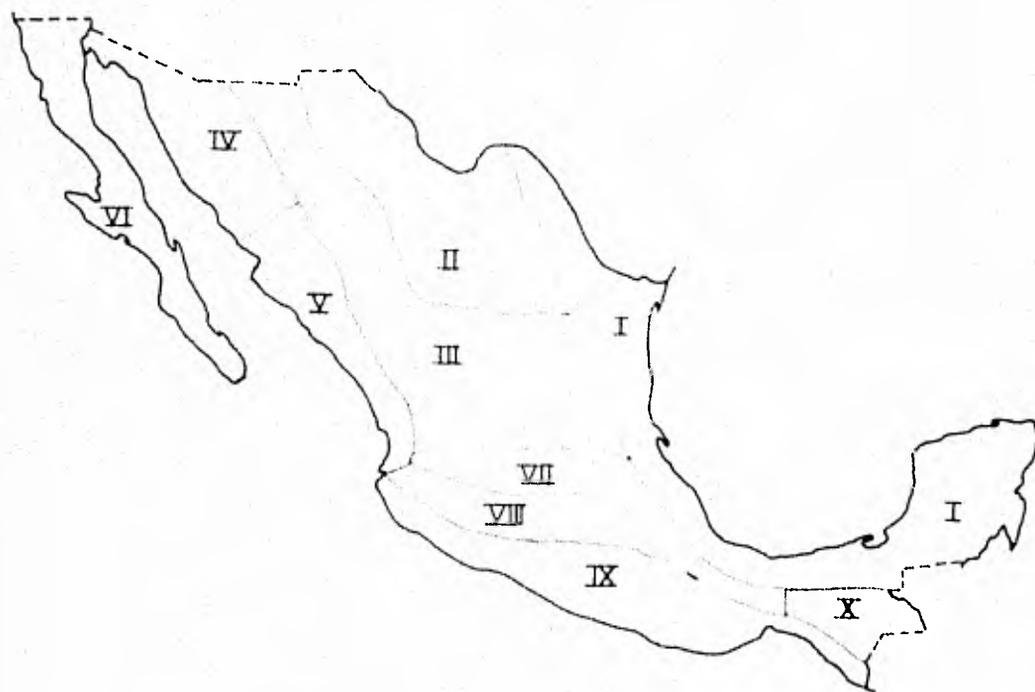


Fig 11.3 (d) PROVINCIAS FISIOGRAFICAS  
VIVO (1958)

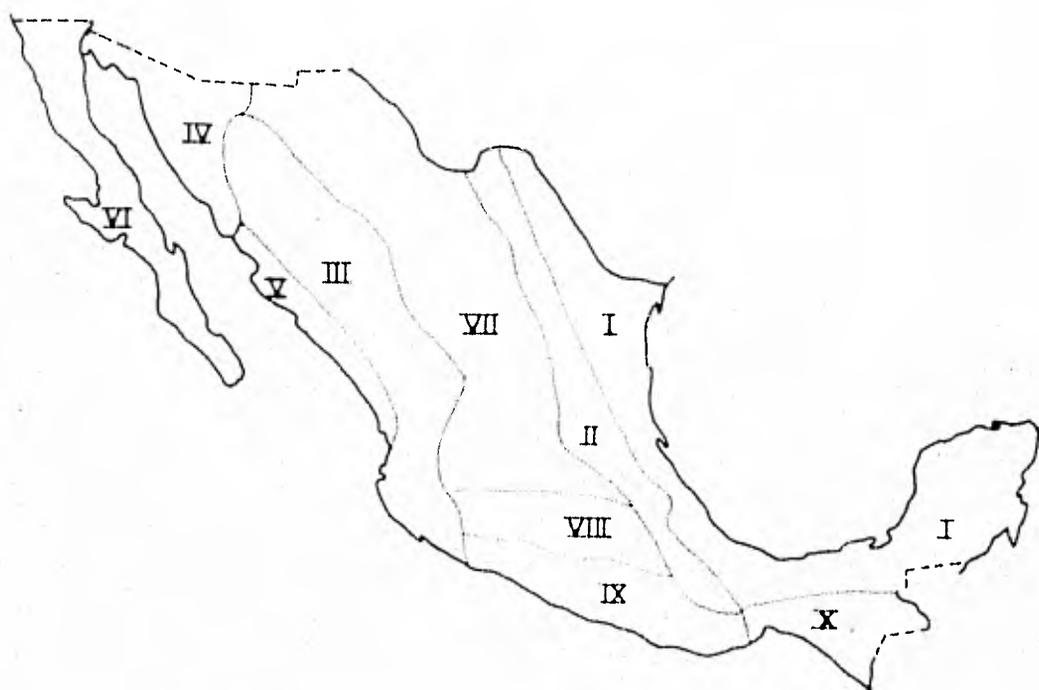


Fig 11.3 (c) PROVINCIAS FISIOGRAFICAS  
ORDOÑEZ (1941)

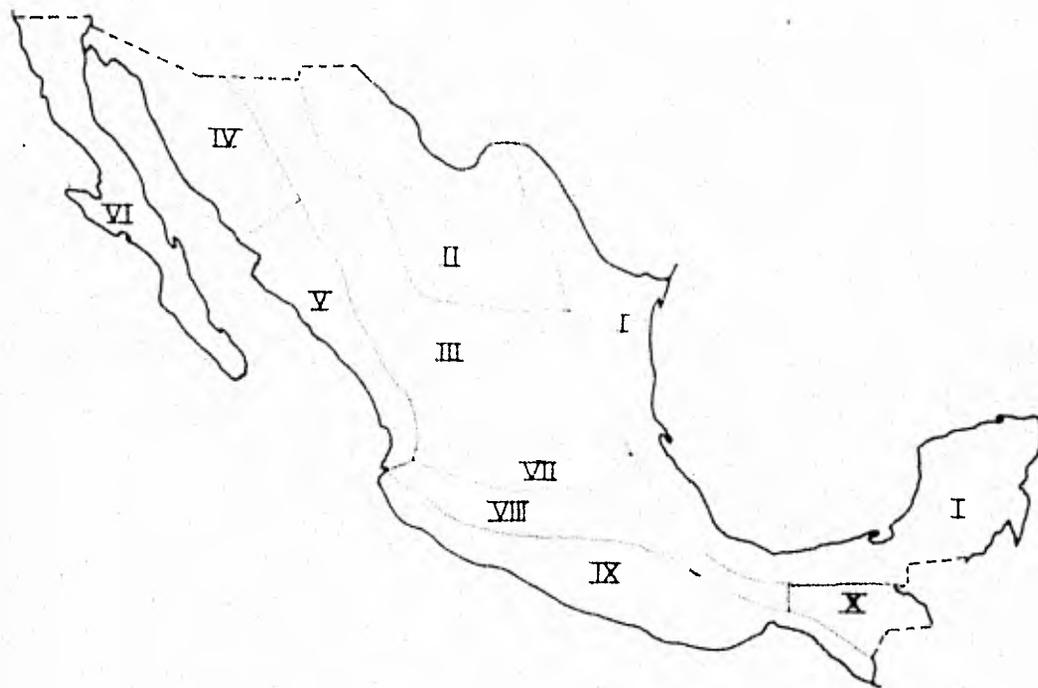


Fig 11.3 (d) PROVINCIAS FISIOGRAFICAS  
VIVO (1958)

vez características geológicas; sus resultados se presentan en la Tabla 1.1.3 (b) y fig. 1.1.3 (e). El trabajo de Raisz se puede considerar una modificación de los estudios de Ordóñez y Vivó<sup>33</sup>, aunque también hace referencias de otros autores como E.H. Hammond, Paul B. King, R. Robles Ramos, Pedro C. Sánchez y Jorge L. Tamayo.

Finalmente, en 1980, se llevó a cabo la elaboración de un marco fisiográfico de la República Mexicana, por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL)<sup>34</sup>. Este trabajo se puede considerar a su vez, como una modificación de las regionalizaciones fisiográficas que se han hecho para la República Mexicana, principalmente la elaborada por Raisz. Cabe señalar que este marco fisiográfico, estando basado en las técnicas modernas (fotointerpretación, imágenes de satélite y geodesia), da una visión casi exacta del relieve nacional. A su vez, para la determinación de las provincias fisiográficas, a diferencia de otros autores DETENAL se basó en cuatro aspectos: origen geológico; morfología; el concepto de alteración macroclimática por morfología continental y; litología<sup>35</sup>.

33 Ordóñez, E. 1941. op. cit.  
Vivó, A.J. 1958. op. cit.

34 DETENAL 1980. *Marco Fisiográfico de la República Mexicana*. Departamento de Edafología. Oficina de Fisiografía. Mapa inédito.

35 DETENAL 1980. *Sistema de Clasificación y Levantamiento Fisiográfico*. Oficina de Edafología. Departamento de Edafología. Publicación inédita.

TABLA 1.1.3 (b) PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE MEXICO

RAISZ	DETENAL
I Península de Baja California	I Península de Baja California
II Llanura Costera del Pacífico	II Desierto Sonorense
III Sierra Madre Occidental	III Llanura Costera del Pacífico
IV Sierras y Cuencas	IV Sierra Madre Occidental
V Sierra Madre Oriental	V Sierras y Llanos del Norte
VI Península Costera del Golfo	VI Sierra Madre Oriental
	VII Gran Llanura Norteamericana
	VIII Llanura Costera del Golfo Norte
	IX Llanura Costera del Golfo Sur
VII Meseta Central	X Mesa del Centro
	XI Eje Neovolcánico
VIII Sierra Madre del Sur	XII Sierra Madre del Sur
	XIII Cordillera Centroamericana
IX Sierras de Chiapas-Guatemala	XIV Sierras de Chiapas
X Península de Yucatán	XV Península de Yucatán

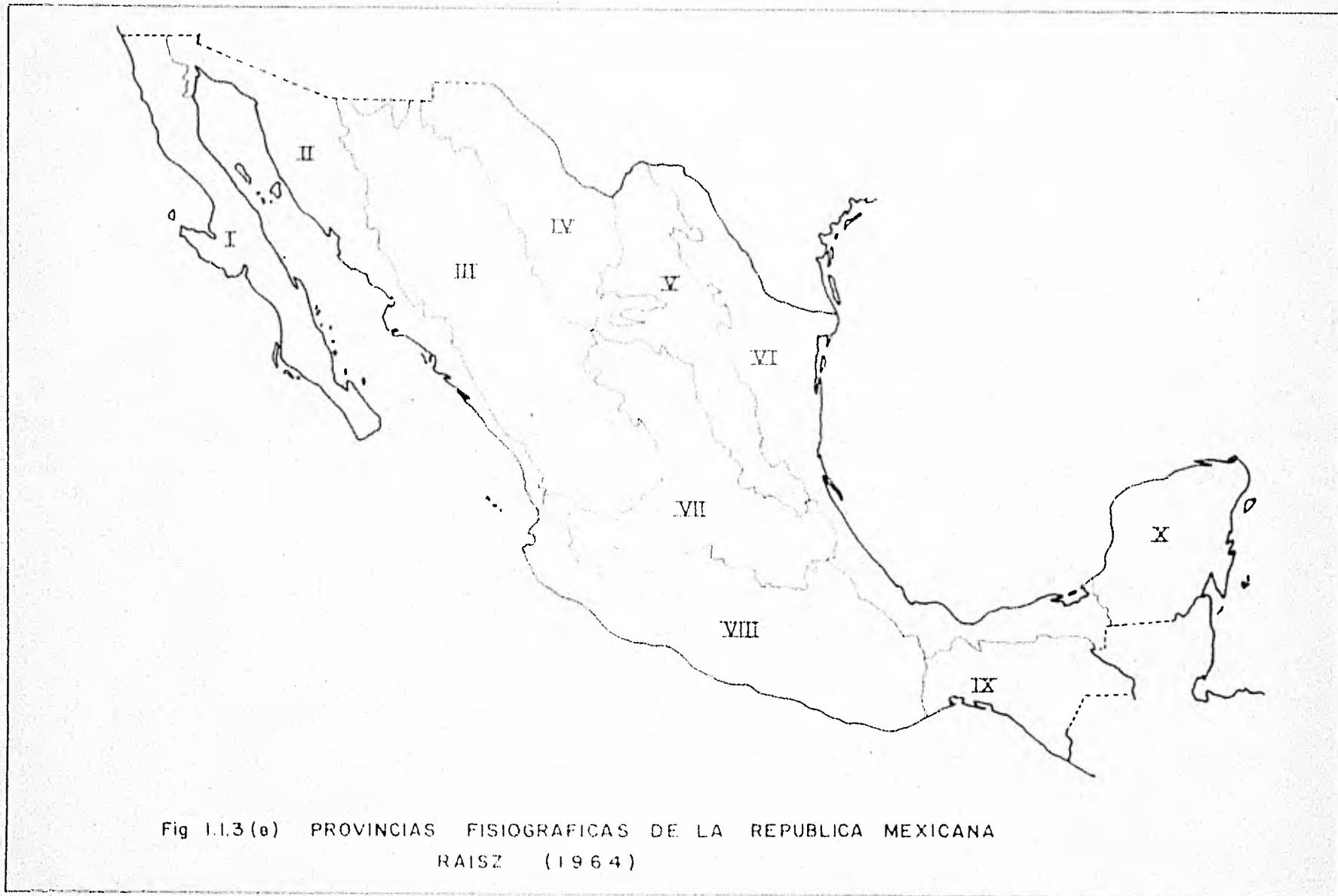


Fig 1.1.3 (a) PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA  
RAISZ (1964)

La regionalización de DETENAL se presenta en la Tabla 1.1.3 (b) y en la fig. 1.1.3 (f).

En general, las principales diferencias que marca DETENAL están basadas en que considera a los macizos montañosos de la República como la continuación de las existentes en Norteamérica y Sudamérica; además, la inclusión del concepto de alteración climática da una justificación a la delimitación de las provincias, porque al manejar únicamente el relieve, se puede considerar como provincias a regiones más pequeñas, que en realidad, no son más que parte de otra y que, al compartir factores de homogeneidad como geología, patrones hídricos y topoformas características, da como resultado a la delimitación de regiones parecidas, en provincias distintas, siendo que la característica principal de la provincia es el hecho de ser una extensión homogénea con características distintivas.

Para fines del presente trabajo, la regionalización fisiográfica de DETENAL se utiliza como marco de referencia, a partir de la cual se definirán los niveles sucesivos, mediante la clasificación multifactorial.

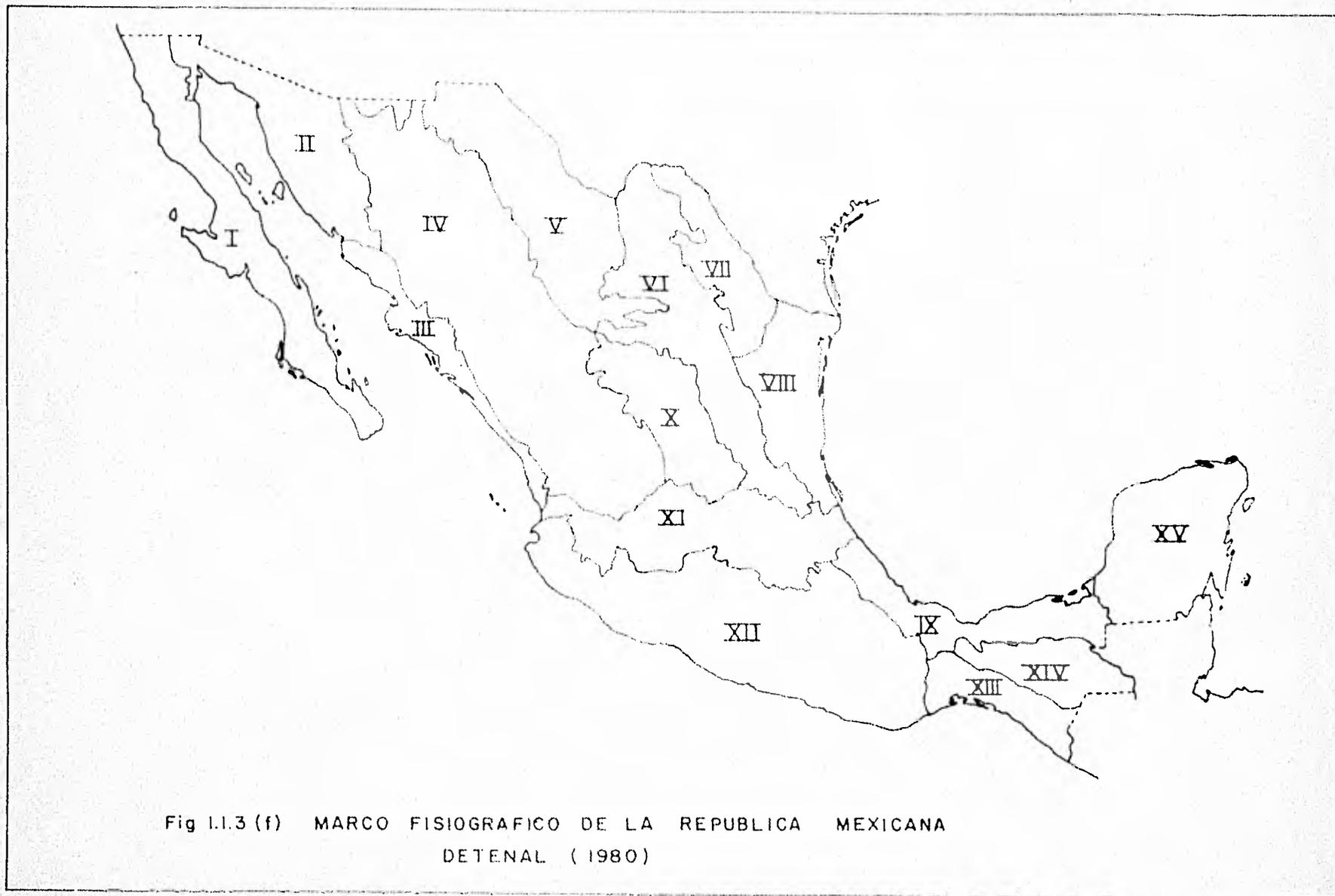


Fig 1.1.3 (f) MARCO FISIOGRAFICO DE LA REPUBLICA MEXICANA  
DETENAL (1980)

1.1.4 Metodología propuesta para la determinación de regiones fisiográficas, enfocada a la planeación del uso del suelo.

El sistema de clasificación fisiográfico, al estar concebido como un marco de referencia en la planeación del uso del suelo, pretende incluir aquellos factores físicos y biológicos que nos permitan dar, desde lo más general, las características de homogeneidad de un espacio dado, a partir del cual se pueda inferir su posible utilización. Para este fin, la metodología incluye:

- A) Definir los criterios físico-biológicos que se van a utilizar.
  - B) Aplicar estos criterios al paisaje y esquematizar líneas divisorias propuestas.
  - C) Proponer la descripción de las clases (unidades de mapeo o "regiones"), incluyendo un resumen de las características básicas.
- A) La clasificación está basada en una subdivisión o jerarquización de un área geográfica dada, por medio de un sistema multifactorial<sup>36</sup>. Dicho sistema consiste en el uso alternativo de características físicas y biológicas

---

36 Bailey R., Pfister R., Henderson, J. 1978. *op. cit.*

que diferencian los niveles sucesivos, a partir de los cuales se pueda hacer inferencia de su posible utilización desde un nivel nacional, regional o local. De esta manera los criterios a tomar en cuenta serán aquellos que permitan establecer el tipo de recurso que pueda ser encontrado en un área dada. La jerarquización de estos criterios es, de lo más general a lo particular:

- 1) Fisiografía y patrones de distribución hídrica
- 2) Geología
- 3) Clima
- 4) Suelo
- 5) Vegetación y cambios topográficos

Al respecto existen numerosos autores que confirman el hecho de estos criterios, como factores determinantes en la presencia de los recursos acerca de los cuales se quiere hacer referencia sobre su posible utilización. Así, Cuanalo de la Cerda<sup>37</sup> afirma al respecto..."la disposición espacial de los climas, las formas terrestres y los organismos se expresan mediante la diferenciación operacional de *Habitat*, por eso es que éstos están siempre expresados en términos de un espacio físico y al mismo

---

37 Cuanalo de la Cerda H., Fonce Badz. F. 1979. *Agrohabitat y Agrosistema*. II Seminario de Análisis de los Agrosistemas de México. Colegio de Postgraduados. UACH.

tiempo se expresan generalmente en base a la condición ambiental predominante o promedio", complementariamente agrega que..."cuando, por ejemplo, se habla de una selva alta perennifolia, se refiere a los rangos de variación de los promedios de temperatura y precipitación; a las formas terrestres, a los suelos y a todo factor ambiental que permita su establecimiento o permanencia". Odum<sup>38</sup> se refiere a estos criterios como..."podemos pensar que el clima (temperatura, humedad, luz, etc.) y el sustrato (fisiografía, suelo, etc.) son dos grupos de factores que juntamente con las interacciones de la población deciden la naturaleza de las comunidades y de los ecosistemas terrestres". Asimismo, Ruhe<sup>39</sup> asegura que..."los elementos que afectan las comunidades vegetales son, en parte, el nivel freático y la pendiente y utiliza el término *catena de suelos* para aplicarlos a una serie de cambios relativos de un suelo a lo largo de un transecto que va acompañado por los correspondientes cambios de vegetación". El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF)<sup>40</sup> complementa lo anterior al mencionar que...

38 Odum, E.P., 1972. *Ecología*. Nueva Editorial Interamericana. México.

39 Ruhe, V.H. 1975. *Geomorphology*. Houghton Mifflin Co.

40 INIF. *Un intento de Clasificación de Suelos para uso forestal en la Península de Yucatán*. 1979. Manuscrito inédito.

"una catena de suelos puede ser dividida a su vez en un número de subcatenas de suelos y vegetación, los cuales comprenden pequeñas áreas que dependen del relieve y las clases de suelos que se presentan y en los cuales los grupos de especies vegetales se repiten en condiciones similares". Sarukhán<sup>41</sup> en relación con los factores edáficos que tienen influencia primaria sobre los diferentes tipos de vegetación en la zona cálido-húmeda de México considera que..."las variaciones fisonómicas de la vegetación responden primeramente a variaciones edáficas o topográficas y que el clima marca tan solo diferencias muy generales; dentro de un ecosistema, en cualquier parte de la distribución de dicha unidad florística cabe esperar una fuerte homogeneidad ecológica". Tricart<sup>41</sup> menciona que es común, dentro de los edafólogos, incluir en la descripción de los suelos elementos tales como la geología, clima, vegetación y a veces hidrología, pero que al no integrarlos, no tienen la validez para inferir su posible utilización. La clasificación propuesta, al estar involucrando una regionalización que va de lo general a lo particular, pretende que los primeros criterios presenten una fuerza

<sup>41</sup> Sarukhán, J. 1968. *Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálido-húmeda de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y P.A.O. México.

Tricart, J. 1975 *Vocations des terres, ressources ou contraintes et développement rural*. Ann. de Géogr. LXXXII.

integradora, mientras que los siguientes tengan una selectiva, de tal manera que la unidad del sistema presente una fuerte homogeneidad en cuanto a las características físicas y biológicas que se han tomado en cuenta (Fig. 1.1.2 (b)).

En relación a esto, cabe señalar que al estar los factores físicos íntimamente relacionados entre sí, no es raro encontrar que generalmente los patrones fisiográficos van acompañados tanto de una distribución hídrica y geológica característica y que estos a su vez determinan la distribución macroclimática de una región; o se puede presentar diferencias geológicas en una misma región macroclimática. Con esto se quiere decir que si bien el orden de los criterios considerados los más generales pueden sobreponerse o invertirse en el nivel propuesto en la clasificación, estos siguen siendo generales e integradores, a la vez que sucederá lo mismo con los criterios selectivos (edafología, comunidades vegetales y topografía). Esto será claramente observado en la descripción de las clases propuestas dentro de la clasificación fisiográfica.

- B) Tomando en consideración que los niveles de clasificación no son más que unidades constituidas por una porción de terreno concreta y única a la cual corresponde una designación geográfica específica<sup>42</sup> se toman en cuenta, para esta finalidad, a cinco niveles de regionalización

<sup>42</sup> Bailey, R., Pfister R., Henderson V. 1978. *op. cit.*

fisiográfica propuestos por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional<sup>43</sup>, que si bien tienen referencia más bien orográfica, en estos pueden ser distinguidos también factores físicos y biológicos que a su vez los están caracterizando. Dichos niveles están resumidos en la Tabla 1.1.4 (a) .

Así, considerando como nivel más general a la provincia fisiográfica -por el hecho de ser grandes unidades, con origen y morfología propias- que se caracterizan por ser componentes estructurales esenciales del sistema continental de alteración macroclimática\*, el nivel dos se diferenciará por la fisiografía y la distribución hídrica existente, denominándose subprovincia; el nivel tres estará definido por la geología prevaeciente y se le denominará Sistema de Topoformas; el cuarto nivel se diferenciará por el clima predominante y constituirá a la Topoforma, finalmente el quinto nivel se obtendrá a partir de la distribución edáfica y la vegetación existente,

43 DETENAL. 1980. *Sistema de Clasificación y Levantamiento Fisiográfico*. op. cit.

\* Definición dada por DETENAL, 1980. *Sistema de Clasificación y Levantamiento Fisiográfico*, en donde citan a Mosinó (1974) para explicar lo que se entiende por *alteración macroclimática...* se refiere a aquellos macizos montañosos que son capaces de alterar los factores latitudinales de los cinturones de altas y bajas presiones atmosféricas, las fajas de los vientos y la circulación térmica, que en el conjunto se generan climas diferentes a los que resultarían únicamente de su ubicación latitudinal y altitudinal.

TABLA 1.1.4 (a). SISTEMA DE REGIONALIZACION FISIOGRAFICA

NIVELES	CLAVE
1) Provincia Fisiográfica	
2) Subprovincia Fisiográfica ó Discontinuidad Fisiográfica	Números Romanos (I, II, III, etc.)
3) Sistema de Topoformas	Letras Mayúsculas (A, B, C, etc.)
4) Topoformas	Números Arábigos (1, 2, 3, etc.)
5) Elemento	Letras Minúsculas (a, b, c, etc.)

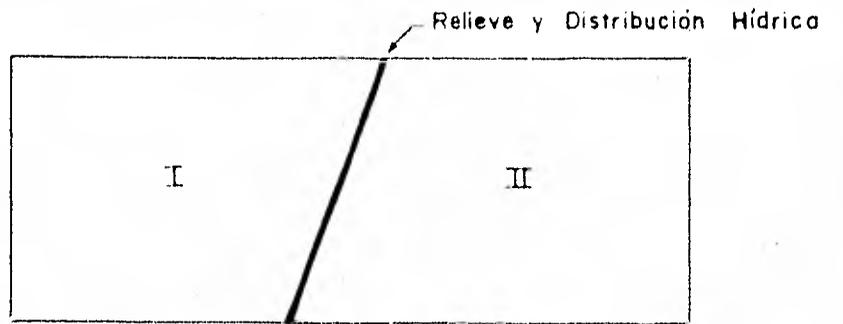
Fuente: DETENAL. *Sistema de clasificación u levantamiento Fisiográfico*. Departamento de Ideología, DETENAL, 1980.

considerando también el cambio de pendiente y se le denominará Elemento Topográfico (Fig. 1.1.4 (a)).

De hecho, a estas regiones se les podrían haber nombrado, al igual que otros autores como ecoregiones, ecoclases, sistemas terrestres o unidades ecológicas; debido a que éstas, al estar caracterizando a porciones geográficas bien definidas, incluyen una gran homogeneidad ecológica. Así, si por ejemplo consideramos a la provincia fisiográfica, se espera encontrar, dentro de una clasificación ecológica, a una biomasa o formaciones características; si se considera a la subprovincia se espera encontrar un ecosistema definido; si se trata de un sistema de topoformas, éstos incluirán una serie de habitats tipo; en el caso de la topoforma se diferenciarán los componentes de un habitat tipo y si se trata de un elemento topográfico, éste se caracterizará por una comunidad tipo<sup>44</sup> (Fig. 1.1.2 (a)). Sin embargo, esta clasificación al utilizar el sistema multifactorial propuesto, caracteriza a las clases no solo por las comunidades bióticas que abarcan sino también por sus demás características, por lo que se ha preferido mantener las denominaciones propuestas por la clasificación

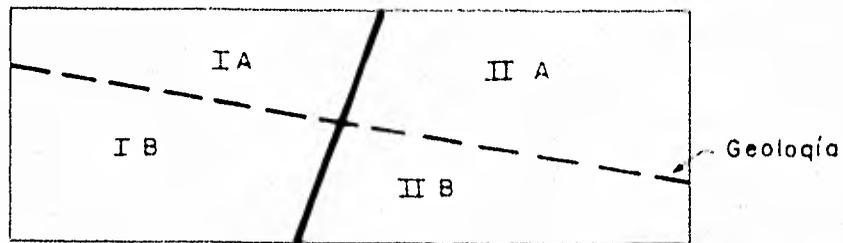
---

44. Corliss, 1974. *op. cit.*



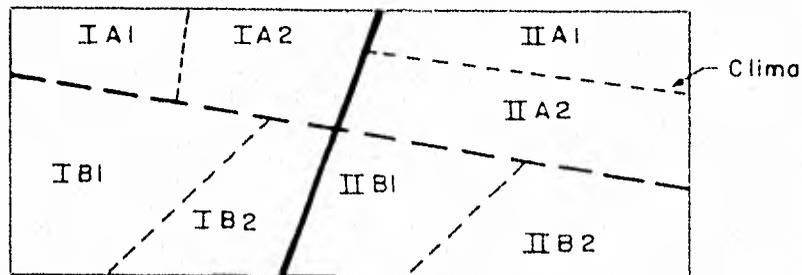
NIVEL 1

(Subprovincia Fisiográfica)



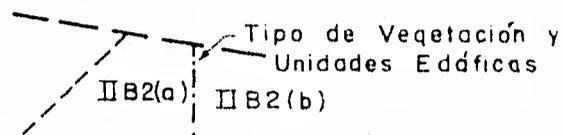
NIVEL 2

(Sistema de Topoformas)



NIVEL 3

( Topoforma )



NIVEL 4

(Elemento Topográfico)

Fig 1.1.4(a) SISTEMAS DE CLASIFICACION MULTIFACTORIAL

fisiográfica. Al caso vendría también aclarar que la clasificación no esta de ninguna manera pretendiendo caracterizar regiones biogeográficas, debido a que como menciona Barrera<sup>45</sup> que ... "una provincia biótica se define por su composición faunística y florística de tal modo que su distribución geográfica es característica de la geología, fisiografía, climática, edafología, etc. prevaeciente; del tal modo que en el análisis de una población deberían de eliminarse especies ubicuistas, panantrópicas y cosmopolitas carentes de significación biogeográfica"; pero para fines de planeación, se está reconociendo, el hecho de que en los componentes del paisaje pueden ocurrir ciertos patrones que afectan los procesos físicos y biológicos que usualmente caracterizan a una región, tales como erosión, sucesión vegetacional o áreas de cultivo y que al estar ocupando un área geográfica, éstos también pueden ser considerados como "regiones homogéneas". De hecho Toledo<sup>46</sup> reconoce a estas regiones homogéneas, como *unidades ambientales* pertenecientes a un medio ambiente transformado.

---

45 Barrera, A., 1962. *La Península de Yucatán como Provincia Biótica*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, sección de Graduados. Revista de la Soc. Mex. de Hist. Nat. Tomo XXIII.

46 Toledo, V. H., et. al. 1978. *El Uso Múltiple de la Selva Baja basado en el conocimiento tradicional*. Estudio Botánico y Ecológico de la Región del Río Uxpanapa, Veracruz. No. 7. BIOTICA, Vol. 3 No.2. Xalapa, Ver. México.

- C) A continuación se pretende mencionar las características básicas de las cinco clases o niveles que contempla la clasificación fisiográfica propuesta:

*PROVINCIA FISIOGRAFICA.* Se considera a aquellas grandes unidades con un origen y morfología propias en las superficies continentales, siendo la primera y más amplia definición, dentro del sistema. La provincia fisiográfica debe contar con los siguientes requerimientos<sup>47</sup>:

- 1) Origen Geológico unitario sobre la mayor parte de su área
- 2) Morfología propia y distintiva
- 3) Extensión suficiente para ser componente estructural esencial del sistema continental de alteración macroclimática (en este nivel es importante mencionar que existen regiones geográficas que pueden ser consideradas provincias, al cumplir con todos los requisitos, pero al no tener una extensión suficiente no forma parte significativa de este sistema por lo que se les da el nombre de DISCONTINUIDADES FISIOGRAFICAS).
- 4) Litología distintiva por: a) un solo patrón litológico en toda su extensión ó b) un mosaico litológico complejo pero que resulte del origen unitario de la provincia.

---

<sup>47</sup> Definición dada por DETENAL. *Sistema de Clasificación y Levantamiento Fisiográfico.* op. cit.

Cada provincia presenta un marco estructural distintivo; en cuanto a sus características morfológicas y geológicas que en la mayoría de los casos se traducen en un marco estructural general de características distintivas de clima, distribución hídrica y vegetación por lo que esta categoría puede ser utilizada para una planeación del uso del suelo a nivel nacional o regional general; incluyendo con este a grandes cuencas de ríos, unidades políticas o grupos de estados y zonas climático-florísticas principales u otras subdivisiones continentales importantes<sup>48</sup>.

*SUBPROVINCIA FISIOGRAFICA.* Se considera a la división que se le puede hacer a una provincia cuando: 1) los geofomas que lo integran, aunque son típicos de la provincia, varían en su frecuencia o magnitud, ó 2) presentan los geofomas característicos de la provincia pero ahora asociados con otras que no aparecen en el resto de ésta. La subprovincia muestra entonces una fisiografía y patrones hídricos que la caracterizan, aunque mantienen la estructura propia de la provincia; los patrones geológicos, de vegetación, climáticos y de altitud son relativamente homogéneos para cada uno de estos grupos por lo que se considera, dentro de la clasificación, el nivel más general en el cual se puede describir y localizar

---

48 Wertz, W.A. and Arnold. 1972. op. cit.

geográficamente, con razonable exactitud, las relaciones del recurso suelo. Sin embargo la aplicación de la información es básicamente descriptiva ya que se puede, con ésta, llevar a cabo investigaciones detalladas tan solo a partes específicas de la subprovincia que, en general, no dan información de la subprovincia como un todo .

*SISTEMA DE TOPOFORMAS.* Se considera a las porciones de áreas que resultan de la división de una subprovincia o de una discontinuidad fisiográfica al considerar los patrones estructurales, hídricos y geológicos que están determinando un mayor grado de uniformidad paisajística. Esta área presenta entonces, una presumible homogeneidad geológica, geomorfológica y procesos climáticos a la vez que descansa en una estructura y litología similares.

Un sistema de topoformas puede ser relativamente simple: una planicie o un risco o bien más compleja: un área de cordilleras o cañón.

Dado que los sistemas de topoformas contienen únicamente una o algunas topoformas distintivas, éstas pueden ser claramente identificadas en mapas o fotografías aéreas. Un mapa escala 1:250 000, es útil para esta finalidad, en cuanto a que el tamaño de un sistema de topoformas va a estar usualmente medido

en décimas de  $\text{Km}^{2.9}$ . No es probable que un solo sistema de topofomas pueda ser visto desde un punto ventajoso en la tierra; sin embargo, las topofomas dominantes, sí son aparentes.

Los sistemas de topofomas no siempre se presentan como unidades geográficas continuas, pues bajo ciertas circunstancias otras pueden intervenir entre segmentos de un mismo sistema de topofomas.

Esta categoría de la clasificación es la más útil en la planeación regional. El sistema de topofomas no es tan grande como para concretizarse a una descripción general y a la vez no son tan pequeñas como para perderse en numerosos datos específicos y locales que no servirían en este nivel. Las variaciones de los factores físicos y biológicos (clima, suelo y vegetación) pueden ocurrir en un sistema de topofomas, pero la escala de variación es limitada, facilitando la cuantificación y el rango. Así, en este nivel se puede inferir por ejemplo, la productividad de una determinada comunidad biótica o localizar áreas recreativas, urbanas, de conservación, ubicación de distritos de riego, etc.

---

49 Godfrey, A.E., 1977. *op. cit.*  
Hammond, A.K., Madinhe, G. y Fairchild, B.W. 1978.

**TOPOFORMAS.** Son aquellos geoformas que se encuentran integrando a los sistemas de topoformas, y se distinguen por el hecho de que siempre van a estar constituidos por los mismos elementos topográficos (Fig. 1.1.4 (b)). Las topoformas es la categoría, más general, donde se presenta una fuerte homogeneidad en cuanto a su fisiografía, geología, patrones hídricos y rangos climáticos y donde la distribución edáfica y de vegetación muestra ya patrones bien definidos.

Estos sistemas constituyen el nivel más general que puede ser visto en su totalidad desde un punto en la tierra: colinas, valles, cañones, abanicos aluviales, son todos ejemplos de topoformas (Figs. 1.1.4 (c) y 1.1.4 (d)).

Este nivel, al estar representando regiones con un alto grado de homogeneidad paisajística son consideradas muy específicas para ser utilizadas en planeación regional, pero si se considera el nivel óptimo a un nivel local o en ciertos tipos de planeación de algún nivel de proyecto regional.

Así, una vez que se ha asignado un área para un uso específico, entonces la información que muestran las topoformas es utilizada para seleccionar las localidades potencialmente favorables para esta finalidad, pues muestran las bondades o limitaciones más generales de un área geográfica dada.

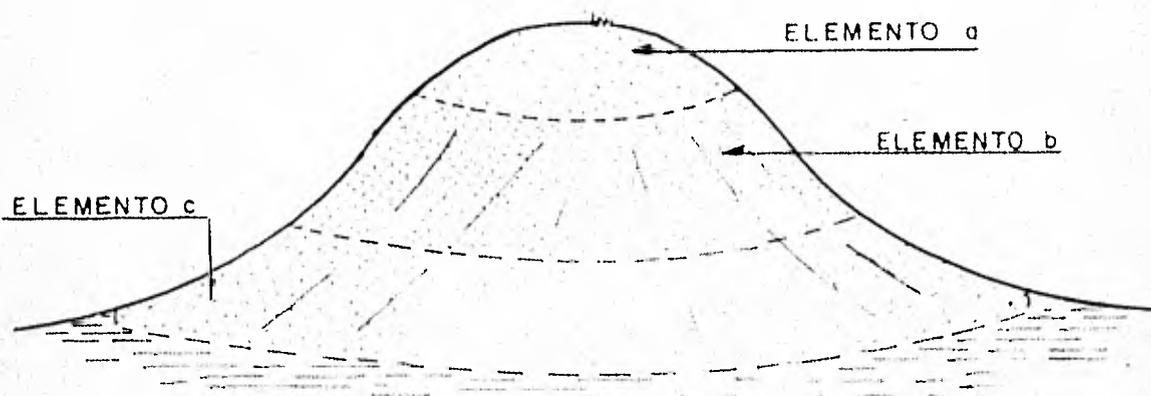
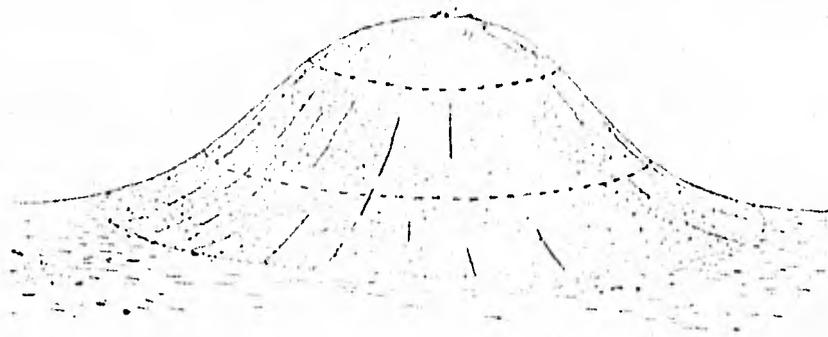
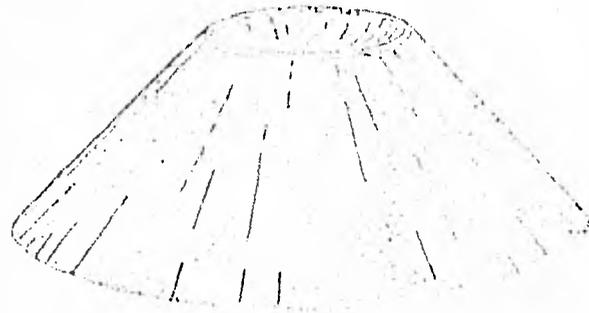


FIGURA 1.14 (b)  
ELEMENTOS TOPOGRAFICOS  
CONSTITUYENTES DE UNA TOPOFORMA



COLINA DOMICA

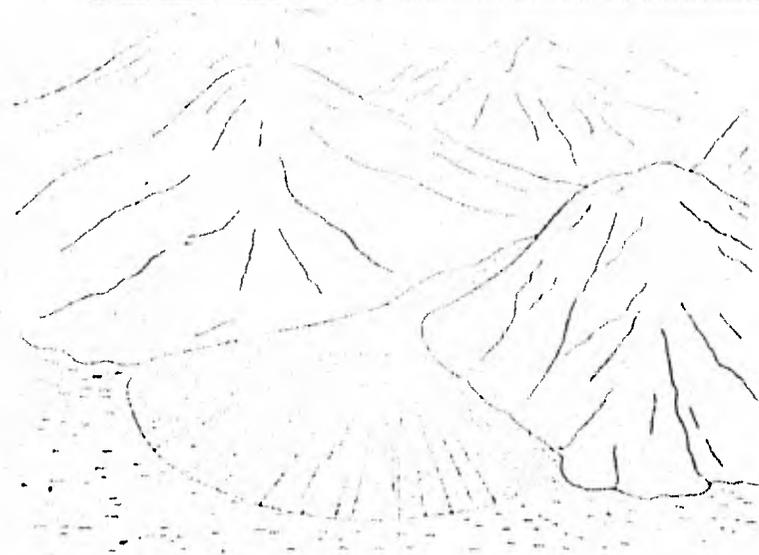


CONO CINERITICO



INSELBERG

Fig: II.4 (c) TOPOFORMAS CARACTERISTICAS



ABANICO ALUVIAL



DOLINA



DUNA BERJAN

Fig: I.I.4 (d) TOPOFORMAS CARACTERISTICAS

ELEMENTO TOPOGRÁFICO. Este nivel se considera el ladrillo fundamental en la clasificación, dado a que éste está representando una *unidad homogénea* en cuanto a sus características geológicas, topográficas, hídricas, edáficas y de vegetación, a partir del cual se puede inferir su potencial de uso. A diferencia de otras metodologías para determinar regiones homogéneas, se le ha denominado de esta manera, pues se considera que es en el cambio de pendiente o relieve donde estas características pueden o no presentar variaciones.

Así, a esta unidad, dentro del sistema fisiográfico se le ha descrito como ... "una superficie terrestre de características homogéneas cuyos límites son dados por cambios en el tipo de curvatura superficial (cóncavo, llano y convexo), en sentido vertical, horizontal o ambos; o bien por cambios bruscos de pendiente"<sup>50</sup>. Asimismo se reconocen, en la combinación de estas alternativas cuatro principales elementos topográficos:

- 1) Plano horizontal (carente de relieve y pendiente)
- 2) Plano e inclinado respecto a su horizontalidad
- 3) Convexo, tanto en sentido horizontal como vertical, también descrito como "elemento cóncavo positivo" y
- 4) Cóncavo, tanto en sentido horizontal como vertical ó "elemento cóncavo negativo" (Fig. 1.1.4 (e)). De hecho la

---

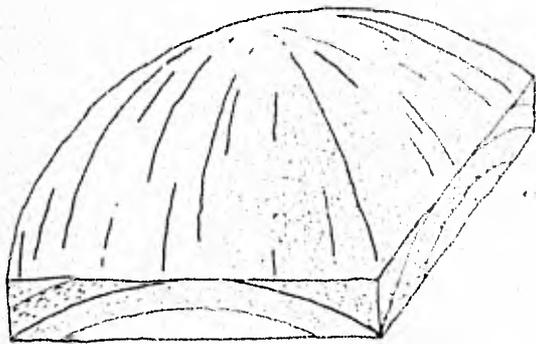
50 Definición dada por DETENAL, *Sistema de Clasificación y Levantamiento Fisiográfico*, op. cit.



ELEMENTO 1



ELEMENTO 2



ELEMENTO 3

ELEMENTO

4

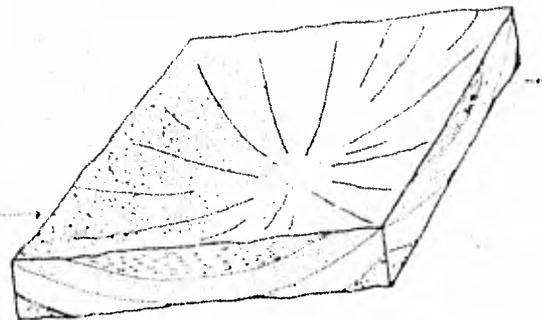


Fig:1.1.4 (e) PRINCIPALES ELEMENTOS TOPOGRAFICOS

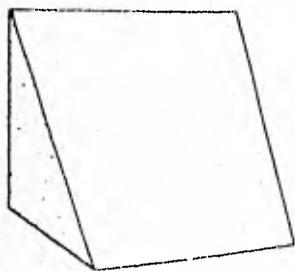
combinación del carácter recto, cóncavo o convexo con respecto a la horizontalidad o verticalidad, pueden dar origen a más de estas alternativas. R.V. Ruhe<sup>51</sup> las representa como "las nueve geometrías básicas de laderas" (Fig. 1.1.4 (f)). Sin embargo, al respecto resta por decir, que la determinación de dicho elemento se considera cualitativa debido a que el sistema no incluye áreas ni pendientes cuantificadas ni cambios en grado de concavidad o convexidad, sino que, como ya se mencionó, la determinación de éstos esta también en función de las demás características. Así, es posible encontrar una extensa área plana, pero donde es posible que se presente un cambio significativo en sus unidades edáficas o dentro de la comunidad vegetal que la ésta caracterizando, por efecto de algún cambio ambiental local, éstos cambios ocasionarían la diferenciación de esta unidad, en dos diferentes.

Los elementos topográficos, debido a su pequeño tamaño (a veces de unas cuantas hectáreas) y a la uniformidad que presentan -pues soportan un rango limitado de tipo de suelo y vegetación-, hacen que estos tengan un carácter restringido en lo que se refiere a proyectos de planeación. Este mismo hecho les confiere la posibilidad de ser utilizados en la

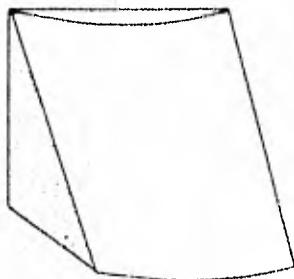
---

51 Ruhe, F.V. 1975. *op. cit.*

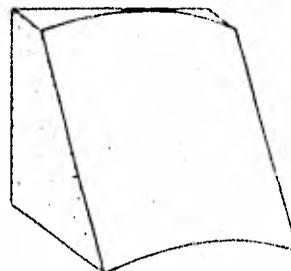
GEOMETRIAS BASICAS DE LADERA



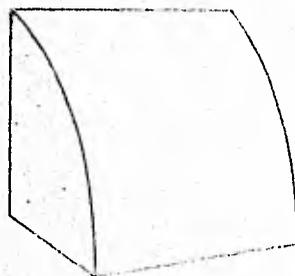
1



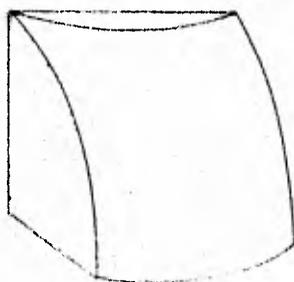
2a



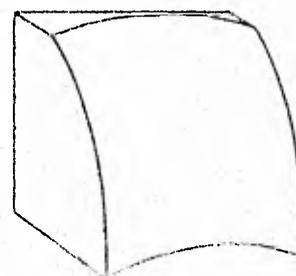
2b



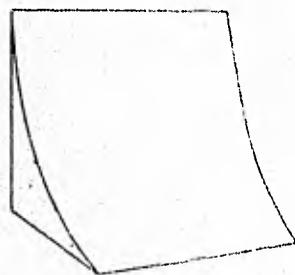
2c



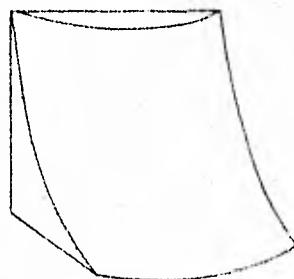
3a



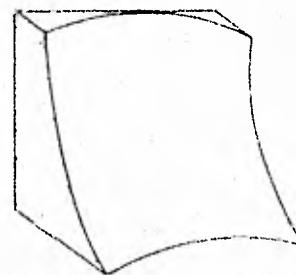
3b



2d



3c



3d

Fig: 11.4(f) LAS NUEVE GEOMETRIAS BASICAS DE LADERA

determinación de su potencial de uso. Así, si el nivel superior aporta ya las limitaciones o posibilidades de uso, el elemento topográfico aporta los datos necesarios a evaluar, mediante la metodología apropiada, para determinar las alternativas de uso en éste, o sea, su uso potencial.

Finalmente, cabe señalar que el sistema de clasificación descrito está aportando una manera de caracterización de un sitio a diferentes niveles, o sea, que cada uno difiere entre sí en el área cubierta, escala y grado de especificidad. Asimismo, la escala de identificación de éstos puede variar, según los fines del planificador, lo cual debe ser previamente especificado. Así, por ejemplo, se puede trabajar en una escala 1:50 000 en la determinación de áreas homogéneas o elementos topográficos que si luego se tratan de identificar a una de 1:25 000 vuelven a presentar heterogeneidad en sus características físicas y/o biológicas. Las dos regiones definidas, en esta escala, son útiles en la determinación de uso potencial de suelo, pero diferirán en precisión<sup>52</sup>.

---

52 Apreciación personal corroborada por el Biol. Conrado Lavra, Jefe del Departamento de Uso Potencial de la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL).

## 1.2 Uso potencial del suelo

### 1.2.1 Marco de referencia conceptual que se propone para la clasificación de uso potencial del suelo

. La revisión de los estudios sobre la determinación del potencial de uso de los recursos naturales para fines agropecuarios y forestales, pone de manifiesto que en análisis de este concepto entraña profundas dificultades técnicas y metodológicas, lo cual obstaculiza la obtención de conclusiones que puedan ser aceptadas como principios universales. Duch<sup>53</sup> considera que tal situación es el resultado de tres aspectos fundamentales:

- 1) El término potencial de uso implica una amplia gama de aspectos biológicos, agronómicos y socioeconómicos que se deben considerar de manera conjunta y hasta simultáneamente,
- 2) Se han generado diferentes interpretaciones tanto técnicas y científicas acerca de la orientación y aplicaciones prácticas del concepto de potencial de uso al tratar de ofrecer soluciones a los problemas concretos que se presentan y,
- 3) Como consecuencia de los diversos esquemas de evaluación elaborados en países que se caracterizan por presentar

---

53 Duch, Gary J. 1980. *Proposiciones metodológicas para la determinación del Potencial de uso agrícola de las Tierras*. Seminario sobre Producción Agrícola en Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH).

condiciones ambientales, tecnológicas, socio-económicas e históricas distintas a las que se presentan en México y que sin embargo, éste último ha adoptado.

- . Por esta razón, es conveniente incluir como parte del trabajo a realizar, que es el de proponer una metodología para determinar el uso potencial del suelo, una serie de conceptos que permitan darle una estructura coherente, que sirva como marco de referencia dentro del cual se puedan detectar las bondades e imprecisiones de esta metodología.
- . Por principio es importante decir que la aplicación más importante de la evaluación de la tierra reside en la planificación adecuada del uso del suelo; y que, debido a esto existe una gran necesidad de formular una metodología de evaluación ecológica que proporcione soluciones alternativas que abarquen una variedad de posibilidades técnicas de desarrollo dentro del marco nacional, o bien, de una determinada región. Estas soluciones deben de tomar en cuenta los métodos de manejo más factibles localmente, en vista de las necesidades y las condiciones socio-económicas prevaletientes<sup>54</sup>; sin

---

54 Benema, J. 1972. *Evaluación de Tierras para fines Rurales*. Consulta de Expertos. Wageningen, P. Bajos. Boletín Latinoamericano sobre Fom. de Suelos y Aguas No. 4.

embargo, en vista de que dicha metodología debe estar fundamentada en base al conocimiento de las condiciones ambientales, es éste el que puede determinar el mejor tipo (s) de utilización (es) de la tierra; siendo las características socio-económicas prevalecientes las que en un momento dado definan la alternativa del uso más conveniente. A este respecto se considera que la evaluación de la tierra que se está contemplando, es capaz de proporcionar la información necesaria para decidir donde podría establecerse el uso que más convenga en un momento dado. Sin embargo, las consideraciones para determinarlo estarán, necesariamente apoyadas en información proveniente de otras fuentes que dicha metodología no contempla.

La metodología para la evaluación de uso potencial del suelo está basada en la interpretación que se hace de las llamadas *unidades de suelo*, las cuales constituyen la piedra angular del sistema. Ya dentro del sistema de regionalización fisiográfica estas unidades se habían denominado *elementos topográficos*, las cuales tienen la característica de abarcar todos los atributos del paisaje que son relativamente estables o predeciblemente cíclicos, incluyendo aquellos componentes de la atmósfera y la corteza terrestre como son el suelo, las rocas subyacentes, la

hidrología superficial y subterránea, la vegetación, el clima y los patrones más estables de topografías. Son unidades relativamente homogéneas en cuanto a aquellos atributos que tengan relevancia sobre las alternativas de uso de suelo, presentes y futuras, que pueda hacer el hombre.

Ahora bien, se entiende por *uso del suelo* a la expresión concreta de un proceso de producción de bienes materiales. Un proceso productivo organizado y dirigido por el hombre, con la finalidad primordial de procurarse, mediante la transformación de los componentes y atributos ambientales que encuentra en la naturaleza que lo rodea, una serie determinada de productos que le permitan asegurar su supervivencia.<sup>55</sup>

Los usos que contempla el sistema, agrícola, pecuarios y forestal, son actividades que forman parte del proceso global de producción en que se desenvuelve la sociedad en su conjunto, los cuales, se distinguen por el carácter de los productos obtenidos. A este respecto es importante decir que no es posible llevar a cabo la evaluación potencial

---

55 Definición tomada de: Centro Regional Tropical Puntacento. 1977. *Los sistemas agrícolas en la región lacandona*. Edición provisional. Teapa, Tab. Méx., (UACH).

de un área geográfica dada, si no se tiene un tipo de utilización definido. Así como lo menciona Beek y Bennema <sup>56</sup> que " la tierra, una unidad de terreno, debería clasificarse solo sobre la base de su valor para un fin específico, ya que no hay un valor de la tierra que sea absoluto y de aplicación general para todo propósito de utilización que se pretenda establecer ". Así una unidad de tierra será buena, o será mala, según la alternativa de utilización que pretenda hacerse de ella, por lo que existe un valor diferente para cada propósito de uso. Los *tipos de utilización* seleccionados por el sistema deben ser aquellos que reflejen las condiciones ambientales existentes así como las condiciones socioeconómicas prevalecientes, en una región geográfica dada. La primera consideración es en cuanto a que existe una correlación entre los requerimientos de un determinado tipo de aprovechamiento de los recursos naturales y las características propias que estos últimos presentan; y la segunda en cuanto a la aplicación de las técnicas de producción disponibles dentro del contexto de las posibilidades económicas, sociales y culturales dominantes y los objetivos de producción que se pretenden.

---

56 Beek, F.J. Bennema, J. 1973. *Evaluación de las Tierras para la Planificación Agrícola*. Bol. Lat. de Pom. de Suelos y Aguas No. 3.

Ahora bien, con el objeto de poder determinar las posibilidades de uso de la tierra, expresados como se mencionó, en términos de los diferentes tipos de utilización considerados, es necesario conocer los *factores ambientales* que satisfacen los requerimientos biológicos y técnicos para un determinado uso. Estos factores generalmente se les ha denominado *factores limitantes*; sin embargo se considera que en un área determinada, conformada por una combinación particular de condiciones ambientales, éstas no necesariamente se comportan como factores que limitan el uso de la tierra. Así, una condición ambiental puede, en un momento dado, constituir un cierto grado de limitación para el establecimiento de un tipo específico de utilización de la tierra, mientras que para otro puede ser más bien adecuado. Es en este sentido que las condiciones ambientales deben manejarse, en una metodología de evaluación de tierras, por grupos, conforme a la influencia que muestran sobre los diferentes tipos de utilización. A este conjunto de condiciones que permiten el establecimiento de un tipo de utilización específico, pueden ser denominadas como *condiciones ecológicas fundamentales*, que no son más que *cualidades de la tierra* para un uso específico. Beek y Bennema<sup>57</sup> definen a una

---

57 Beek, R.J., Bennema, J. 1973. *op. cit.*

cualidad de la tierra como "un atributo de la tierra que actúa como un factor separado en el desarrollo de cierto uso".

- . Al grado en que las condiciones ambientales satisfacen las exigencias de cada tipo de utilización considerado, se le conoce como *aptitud de la tierra*; por lo que se considera que éste es un valor relativo que presenta una determinada área de terreno hacia cada uno de los tipos particulares de utilización considerados. Duch<sup>58</sup> define a la aptitud como "una medida del grado en que las condiciones ambientales satisfacen los requerimientos de las alternativas de uso que muestran la posibilidad de ser establecidas en un área de terreno, es decir, la intensidad con que pueden ser llevados a la práctica". Este concepto no debe ser confundido con otro que es el de *capacidad de uso de la tierra*, debido a que éste se refiere más bien a la cualidad que presenta un área determinada de terreno para permitir el establecimiento de un cierto número de tipos alternativos de utilización de la tierra. Esta capacidad de uso será tanto mayor cuanto más amplia sea la gama de alternativas que sea posible llevar a cabo en cada terreno; por lo que no está

---

58 Duch, G. J. 1960. op. cit.

implicando si las condiciones del terreno imponen dificultades o no para el establecimiento de éstas, que es exactamente a lo que se está refiriendo la aptitud del suelo.

- Precisamente a partir de los conceptos de *capacidad de uso del suelo* y *aptitud del suelo* se define el término de *uso potencial del suelo*. Así, éste ha quedado definido como "el indicador que engloba, por un lado, el tipo o tipos de utilización agrícola, pecuarios y forestales que muestran la posibilidad de ser establecidos en él, y por otro el grado en que los requerimientos técnicos y biológicos de cada tipo de utilización pueden satisfacerse por el conjunto de condiciones ambientales del terreno. Es decir, es indicador de la relación entre capacidad de uso de la tierra y la aptitud que ella presenta frente a cada alternativa de uso" (fig. 1.2.1 (a)). La definición permite entender el hecho de que el potencial de uso no se refiere a la capacidad productiva del suelo, que frecuentemente se asocia a la potencialidad del suelo con el concepto de *uso óptimo* o de *máximo aprovechamiento* en el sentido de una alta productividad. Es en este sentido donde la metodología de evaluación para uso potencial ha de dejar asentado que cuando un área de terreno

---

59 DEYENAL, 1980. *Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía del Uso Potencial de las Tierras.* op. cit.

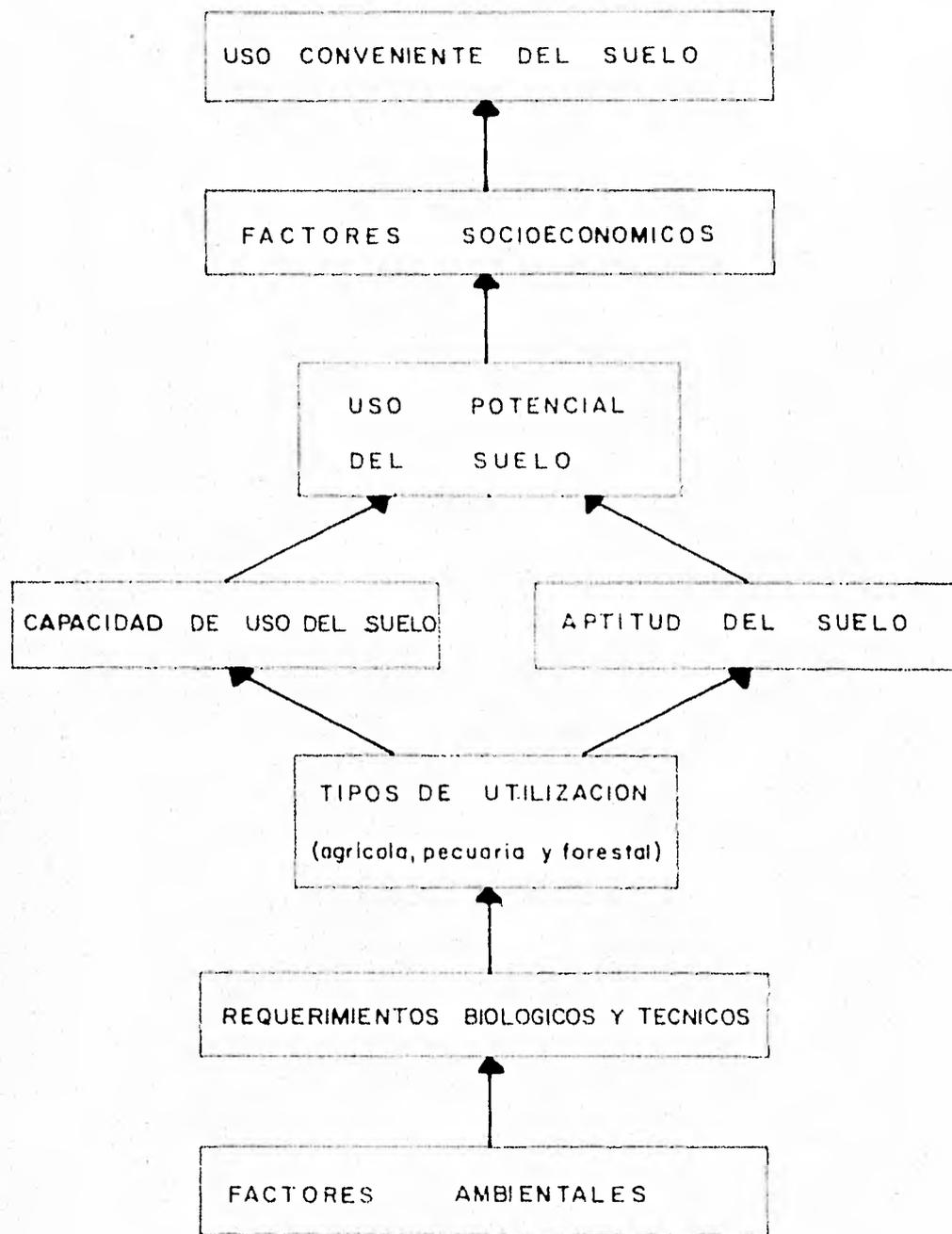


Fig:1.2.1 (a) REPRESENTACION GRAFICA DEL CONCEPTO DE USO POTENCIAL DEL SUELO

queda evaluada como "potencialmente alta", se espera que ésta presenta una amplia gama de alternativas de utilización, independientemente de que presente un alto rendimiento para alguna (s) de las alternativa (s) consideradas. Esto se fundamenta en el hecho de que el aprovechamiento máximo que se obtiene de un tipo específico de utilización tiene más bien implicaciones de orden económico, social y cultural que, obviamente, no dependen exclusivamente del conjunto de condiciones ambientales que conforman a los terrenos. Así, una alta productividad en las cosechas se mantiene mediante los grandes suministros de energía que tienen lugar a través del cultivo, como son la irrigación, la fertilización, la selección genética y el control de los insectos. Estos subsidios de energía tienen a reducir el costo del automantenimiento interno del ecosistema y aumenta la cantidad de otra energía susceptible de ser convertida en producción<sup>60</sup>. Sin embargo, si bien se concluye por lo expuesto anteriormente que el índice de productividad de la tierra no es función única de las propiedades que caracterizan a las condiciones ambientales preexistentes, y que por lo tanto no puede actuar como un indicador de la potencialidad de un terreno, este sí está actuando como un

---

60 Odum, P. E. 1972. *Ecología*. op. cit.

valor que es proporcional a la aptitud que presenta un terreno en el establecimiento de un determinado uso. Esto se fundamenta en el hecho de que si bien la aptitud es el grado en que las condiciones ambientales satisfacen los requerimientos técnicos<sup>#</sup> y biológicos para un uso específico; dichas condiciones deben ser aquellas consideradas como subsidios naturales que estén actuando como suministradores de energía que refuerzan a la productividad; así mismo cuando se habló de factores limitantes se está refiriendo a aquellas condiciones que están contribuyendo a la pérdida de energía, reduciendo así la productividad.

En tanto el hombre esté actuando como el suministrador de estos subsidios de energía que en un momento dado le impliquen ya sea altos costos o que sean superiores al rendimiento obtenido, esto será un indicador de la *baja aptitud* de un terreno para la utilización que se le está pretendiendo dar. Esto permite sugerir, aunque de hecho la metodología propuesta no lo contempla, que al ser la *aptitud* un concepto cuantitativo y la productividad un índice indirecto de ésta, la posibilidad de que la aptitud se evalúe por medio del *índice de eficiencia energética* o, como la

---

# Se considera a los aspectos técnicos en el sentido en que las condiciones ambientales permitan la implementación de maquinaria agrícola, riego, etc., sin que se tenga que llevar a cabo ningún tipo de mejoramiento.

cita Caballero,<sup>61</sup> *Índice de eficiencia tecnambiental*, el cual se define como el cociente entre la ganancia y la inversión de energía en las labores agrícolas y de la explotación en general de los ecosistemas.

Concluyendo se puede decir que en la metodología de evaluación, el índice de productividad es un concepto, al igual que la aptitud, que solo se puede evaluar cuando se está considerando un uso específico y que éste no puede ser un indicador indirecto del uso potencial del suelo, pues éste último concepto está englobando una gama de alternativas de uso. En última instancia la productividad natural se puede considerar como un elemento importante en la decisión de la alternativa de uso que se pretende dar en un momento dado. Un ejemplo claro de esto es el caso de las selvas tropicales. Estas comunidades se caracterizan por presentar una alta productividad primaria, lo cual es indicador de la aptitud alta de este terreno para sostener dicha vegetación; cuando se considera, dentro de la evaluación otros tipos alternativos de uso como el agrícola o pecuario no se puede esperar que también

---

61 Caballero, H.J. 1978. *Estudio Botánico y Ecológico de la Región del Río Uxpanapa, Veracruz. El uso agrícola de la selva. Biótica. Vol. 3 No. 2 - Xalapa, Ver.*

deban presentar una alta productividad, en vista de que los requerimientos para su implantación pueden o no estar satisfechos por las condiciones ambientales existentes. Así, la productividad primaria de una comunidad natural solo está indicando la "aptitud" que presenta dicho terreno para ese uso específico y si los demás usos presentan una productividad pobre, entonces se puede hablar de que el *potencial de uso* de ese terreno es bajo en cuanto a que las alternativas de uso son limitadas.

- . El concepto de *uso potencial del suelo* como ha quedado definido, no debe ser interpretado como la estrategia de *uso múltiple del suelo*. A este respecto cabe hacer hincapié que el uso potencial únicamente pretende mostrar las alternativas de uso que son susceptibles de ser implementadas en un terreno dado; por lo que difiere de este otro concepto en el hecho de que el uso múltiple se refiere a la compatibilidad que existe entre dos o más usos, dentro de los tipos de utilización que se están considerando. En todo caso el uso múltiple del suelo es considerado como una alternativa que resulta ser la más conveniente, como se podrá observar a continuación.
- . Así, cuando se está tratando de seleccionar la alternativa de utilización más adecuada, en una determinada área, en razón a su mejor adaptación de las condiciones

técnicas, económicas y sociales de la producción prevalecientes, se está hablando de un *uso conveniente del suelo*. Duch<sup>62</sup> ha definido al uso conveniente como "la alternativa de uso que brinda las mejores posibilidades económicas en un momento dado". En base a esto, es evidente que el uso seleccionado depende más de las condiciones sociales que de las ambientales. (Fig. 1.2.1 (a)).

. Finalmente a manera de resumen, a continuación se enumeran los supuestos básicos que sostienen la estructura del esquema de evaluación que se pretende desarrollar, basados en los conceptos básicos expresados con anterioridad:

a) una determinada área de terreno puede ser destinada, en diferentes momentos, para el establecimiento de una o varias alternativas de utilización, en razón de que dentro del conjunto particular de condiciones ambientales que la conforman, aparecen elementos que pueden ser componentes de distintos sistemas de producción agrícola, pecuaria y forestal, aunque su comportamiento, una vez en marcha el proceso productivo, sea diferente

---

62 Duch, G. J., 1980. *op. cit.*

- b) La tierra, una unidad de terreno, no posee por sí misma de manera intrínseca, un valor absoluto que sea de aplicación general para todo propósito de utilización que se pretenda establecer. Una unidad de tierra será buena o será mala, según la alternativa de utilización que pretenda hacerse de ella. Es decir, existe un valor diferente para cada propósito de uso.
- c) Las alternativas de utilización agrícola, pecuaria o forestal, en términos de sistemas de producción, no se pueden seleccionar en atención a los deseos de quien en un momento dado tenga la responsabilidad de producir, ni en función de las características que presentan las condiciones ambientales. Son las condiciones sociales, las necesidades de mercado, el grado de desarrollo de las fuerzas productivas, los determinantes de la elección de tipos de utilización de la tierra, y de sus componentes.
- d) El potencial de uso de la tierra no expresa una condición de uso óptimo, máximo rendimiento o alto nivel de productividad. El concepto se refiere a la amplitud de la gama de alternativas de utilización que permite establecer una determinada área de terreno y el grado de restricción o dificultad que cada una de las alternativas

posibles tiene que enfrentar, a causa de las características que presentan las condiciones ambientales del área considerada.

- e) El potencial de uso de la tierra; es decir, la amplitud de alternativas de utilización de la tierra y las restricciones que impone el terreno para su establecimiento, no está determinado por las condiciones ambientales. En todo caso depende de los tipos de utilización de la tierra que se puedan organizar en las diversas etapas del desarrollo histórico de la sociedad.
- f) El índice de productividad de la tierra no es función única de las propiedades que caracterizan a las condiciones ambientales preexistentes en una determinada área de terreno. Este depende, en última instancia, de la interacción que ocurre entre tales condiciones, por un lado y el tipo de tecnología y el objetivo de la producción que se pretenda, por el otro.
- g) En tanto los modelos para establecer las alternativas de utilización de la tierra que se consideren en el esquema de evaluación, no representen la variación de los sistemas de producción que aparecen en el territorio nacional, el potencial de uso de la tierra no podrá

mostrar toda la gama de posibilidades de utilización de la tierra.

- h) Las unidades de terreno se clasifican en función de lo que ellas presentan internamente. No se toma en cuenta la ubicación del terreno en el ámbito geográfico, y no importan como criterio de evaluación del potencial de uso: Las vías de comunicación, los centros de mercadeo y otros atributos estrictamente humanos. Ello es un aspecto relacionado con la determinación del uso conveniente.
- i) El sistema supone que su aplicación es válida a nivel nacional. Pero al mismo tiempo reconoce la necesidad de ajustarlo en la medida en que el trabajo mismo permita conocer las particularidades de cada región geográfica de México.

### 1.2.2 Descripción y análisis de las metodologías utilizadas para determinar uso potencial del suelo en México.

- . La descripción y análisis que se presenta en este inciso, está referido fundamentalmente a los sistemas de evaluación de tierras, cuyos planteamientos han servido de base a la Carta de Uso Potencial que elabora la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DETENAL). El hecho de analizar únicamente las metodologías que contempla DETENAL se debe a que es la institución en México que más ha trabajado en este tema, por lo que otras dependencias preocupadas en el manejo del suelo han basado sus estudios en dichos sistemas. Cabe aclarar que en evaluaciones de un uso específico del suelo, dichas dependencias han llevado estudios más precisos o mejor fundamentados que los que contempla DETENAL, sin embargo, no han aportado cambios relevantes a sus sistemas de evaluación. Este es el caso del Instituto de Geografía de la Universidad Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF).
- . DETENAL ha elaborado este documento cartográfico de Uso Potencial del Suelo, desde su creación en el año de 1968. En general, puede afirmarse que el papel histórico que se le ha asignado a dicho documento es el de instrumento

auxiliar para aquellas instituciones dedicadas al manejo de los recursos naturales; ya que la información que proporciona es una representación de las condiciones ambientales y en especial las condiciones del suelo, expresadas en términos de clases y subclases, según el grado en que se manifiestan algunos factores considerados limitantes del uso agropecuario y forestal.

- Así, a lo largo de estos 12 años, la elaboración de la carta de uso potencial de DETENAL ha estado basada en dos sistemas de evaluación de tierras, los cuales están fundamentados en el Sistema Estadounidense conocido con el nombre de Land Capability Classification, propuesto por Klingebiel y Montgomery<sup>63</sup>. La primera clasificación, utilizada de 1968 a 1974, no presenta grandes diferencias respecto al Sistema Estadounidense, salvo algunos aspectos relacionados con el número y naturaleza de los factores limitantes considerados. La segunda clasificación surgió como consecuencia de una revisión exhaustiva de la primera, teniendo como principal objetivo expresar con precisión las bases fundamentales del sistema, por medio de definir mejor sus factores limitantes e inclusive incorporar otro más, el de fijación de fosforo. Sin embargo, los conceptos referentes a las clases de uso

---

63 Klingebiel y Montgomery. 1967. *Land Capability Classification*. Hand Book 210 USDA.

contenidos en el sistema anterior fueron conservados sin cambios fundamentales. Esta segunda clasificación se utilizó desde 1975 hasta la fecha. Actualmente, en 1980, DETENAL llevó a cabo una revisión de estas dos metodologías, debido a que empezaron a ser inoperantes. Al respecto, DETENAL<sup>64</sup> lo expresa de la siguiente manera: "La actual metodología presenta serios problemas, unos heredados todavía del sistema norteamericano y, otros, han sido producto de la propia modificación que no alcanzó los objetivos que la originaron, introduciendo serias imprecisiones conceptuales y metodológicas".

- . En general se puede decir que, la causa principal de las serias deficiencias metodológicas de que adolecen consiste en la forma ambigua en que describen las clases y subclases del suelo que manejan ambas clasificaciones. Esto impide la facultad de expresar con claridad las posibles alternativas de uso del terreno conforme a los sistemas actuales de producción agrícola que se practican en México.
- . La metodología aplicada durante 1968-1974 reconoce ocho clases de capacidad de uso jerarquizadas en base a los riesgos de daños al suelo o limitaciones en su uso. Los suelos

---

64 DETENAL. 1980. *Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía de Uso Potencial de las Tierras*. op. cit.

en las primeras 4 clases se consideran agrícolas, las cuales se distinguen una de otra por la adición de un grado de limitaciones o riesgos cuando se implanta una agricultura permanente. Los suelos en las clases V, VI y VII son adecuados para plantas nativas bien adaptadas, o bien, algunos de la clase V o VI pueden producir cultivos agronómicos y de hortalizas bajo prácticas intensivas de manejo. Los suelos en la clase 8 no se considera que pagan los gastos de manejo para cultivos, pastos o árboles, por lo que se consideran improductivos para las 3 formas de utilización que contempla el sistema. Las limitaciones que reconoce dicho sistema para esta jerarquización son: erosión, humedad disponible, profundidad efectiva del suelo y clima. A partir de esto se ubican los terrenos en las diferentes clases de capacidad de uso, dando información sobre las principales prácticas de manejo para sostener el rendimiento a lo largo del tiempo y evitar el deterioro del recurso (Tabla 1.2.2 (a)).

La clasificación utilizada durante 1975-1979, conservó sin cambios fundamentales los conceptos referentes a las clases de uso que maneja el sistema anterior, especificando que los factores limitantes no son necesariamente los mismos en climas diversos, a la vez que determinan los parámetros para cada clase de uso, justificando su influencia para cada uno de ellos. Sin embargo, tanto los parámetros como su justificación están basados sobre un solo modelo de utilización, la

TABLA 1.2.2 (a) CLASIFICACION POR CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS, APLICADA DURANTE 1968-1974

Clase de Capacidad	PRINCIPALES CARACTERISTICAS	PRINCIPALES LIMITANTES	CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	PRINCIPALES PRACTICAS DE MANEJO
I	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suelos profundos, bien drenados y de fácil manejo; buena capacidad de retención de agua y bien provistos de nutrientes.</li> <li>2. Casi planos</li> <li>3. Muy pequeños problemas de erosión</li> <li>4. No están sujetos a inundaciones</li> <li>5. Presentan un clima local favorable para el desarrollo de muchos cultivos agronómicos comunes.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clima</li> <li>2. Ligeras pendientes.</li> <li>3. Ligeras acumulaciones de sales solubles</li> <li>4. Ligera erosión únicamente cuando estas limitaciones pueden ser corregidas, estos suelos podrán permanecer en esta clase.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agrícola (toda clase de cultivos agronómicos).</li> <li>2. Pecuaria (intensivo y extensivo).</li> <li>3. Forestal, vida silvestre y cubierta vegetal</li> </ol>	<p>Prácticas de manejo ordinarias para mantener su productividad, fertilidad y textura, como:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Fertilizantes y encalado</li> <li>b. Abonos verdes, aplicación de estiércol y residuos de cosechas anteriores</li> <li>c. Secuencia adecuada de cultivos adecuados.</li> </ol>
II	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suelos no muy profundos, ligeros problemas de drenaje y manejo; bien provistos de nutrientes</li> <li>2. Pendientes suaves</li> <li>3. Moderada erosión</li> <li>4. Afectados por inundaciones periódicas</li> <li>5. Clima que puede ocasionar ligeros problemas en el uso y manejo del suelo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pendientes suaves</li> <li>2. Susceptibilidad moderada a la erosión</li> <li>3. Profundidad menor a la de un suelo ideal</li> <li>4. Problemas moderados de labores</li> <li>5. Contenido de sales o sodio moderado, con probabilidades de aparecer si se corrige</li> <li>6. Problemas moderados por inundación</li> <li>7. Limitaciones ligeras por clima</li> <li>8. Problemas ligeros por drenaje</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agrícola</li> <li>2. Pecuaria (intensivo y extensivo)</li> <li>3. Forestal, vida silvestre y cubierta vegetal</li> </ol>	<p>Sistemas especiales de cultivos, prácticas de manejo conservacionistas y control del agua:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Terrazas</li> <li>b. Cultivos en faja o contorno</li> <li>c. Rotación de cultivos</li> <li>d. Salidas de agua empastada</li> <li>e. Encalado</li> <li>f. Cobertura de abonos verdes, fertilización y estiércol.</li> </ol>
III	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poca profundidad del suelo; moderados problemas de drenaje y pocos nutrientes disponibles.</li> <li>2. Pendientes moderadamente elevadas</li> <li>3. Susceptibilidad alta a la erosión</li> <li>4. Frecuentemente afectados por inundaciones periódicas</li> <li>5. Moderadas limitantes climáticas en el uso y manejo del suelo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pendientes moderadamente elevadas</li> <li>2. Alta susceptibilidad a la erosión</li> <li>3. Frecuentes inundaciones</li> <li>4. Baja fertilidad</li> <li>5. Problemas de moderados a severos en drenaje</li> <li>6. Poca profundidad del suelo</li> <li>7. Moderada salinidad o sodio</li> <li>8. Moderadas condiciones climáticas limitantes</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agrícola Únicamente para algunos cultivos mixtos - Cierta tipo de especies cultivadas - Cierta época de siembra, laboreo y cosecha</li> <li>2. Pecuaria (extensivo)</li> <li>3. Vida silvestre y cubierta vegetal</li> </ol>	<p>Requieren prácticas de manejo, difíciles de aplicar y mantener:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Lavados periódicos para bajar las concentraciones de sal y sodio</li> <li>b. En terrenos que son casi planos, requieren drenaje y sistemas de cultivo que mejore la estructura y laboreo del suelo</li> <li>c. Incorporar materia orgánica y evitar laboreo cuando están húmedos</li> </ol>
IV	<p>Mixtas características que suelos de clase III, pero con un deterioramiento mayor</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pendientes muy pronunciadas</li> <li>2. Susceptibilidad severa a la erosión</li> <li>3. Severos efectos de pandas erosiones</li> <li>4. Suelos superficiales</li> <li>5. Baja capacidad para retener erosión</li> <li>6. Frecuentes inundaciones</li> <li>7. Drenaje deficiente</li> <li>8. Concentraciones altas de sodio y sales</li> <li>9. Moderados efectos adversos del clima</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cultivos agrícolas en forma ocasional a. Únicamente 2 o 3 cultivos comunes</li> </ol>	<p>Cuando se trata de un uso agrícola se deben llevar a cabo prácticas para prevenir la volatilización de los suelos, la conservación de la humedad y mantener la productividad del suelo, así como labores extraordinarios con el propósito de mantener el suelo durante años de precipitaciones bajas. A su vez, también se consideran las prácticas mencionadas en la clase III, pero deben ser aplicadas más frecuentemente o más intensamente que en éstas.</p>

TABLA 1.2.2 (a) (Continuación)

Clase de Capacidad	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	PRINCIPALES LIMITANTES	CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	PRINCIPALES PRÁCTICAS DE MANEJO
V	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pueden ser suelos casi planos, muy húmedos o inundados</li> <li>2. Pedregosidad superficial</li> <li>3. Clima considerado como severo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Frecuentes inundaciones</li> <li>2. Pedregosidad en la superficie</li> <li>3. Pueden presentar un relieve cóncavo</li> <li>4. Drenaje inconveniente para prácticas agrícolas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agrícola (muy restringido)</li> <li>2. Uso pecuario (pastos)</li> <li>3. Lotes de árboles</li> <li>4. Vida silvestre</li> <li>5. Cubierta vegetal</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prácticas de manejo consideradas no factibles para la implantación del uso agrícola</li> <li>2. El uso pecuario puede ser mejorado y beneficiado por prácticas comunes de manejo:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Siembra</li> <li>b. Encalamiento</li> <li>c. Surcos en contorno</li> <li>d. Drenaje</li> </ol> </li> </ol>
VI	Los caracterizan precisamente los factores limitantes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pendientes muy pronunciadas</li> <li>2. Severa erosión</li> <li>3. Efectos de erosión pasada</li> <li>4. Pedregosidad</li> <li>5. Poca profundidad del suelo</li> <li>6. Escasa humedad o humedad</li> <li>7. Baja capacidad de retención de humedad</li> <li>8. Problemas de salinidad o sodio</li> <li>9. Factores climáticos severos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso pecuario (pastos)</li> <li>2. Lotes de árboles</li> <li>3. Vida silvestre</li> <li>4. Se han llegado a practicar algunos cultivos, generalmente poco comunes o especiales</li> </ol>	Aplicación de las mismas prácticas de manejo señaladas para la clase V, en un uso pecuario
VII	Sus principales características son los factores limitantes, los cuales no pueden ser corregidos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pendiente muy pronunciada</li> <li>2. Erosión</li> <li>3. Suelos superficiales</li> <li>4. Piedras</li> <li>5. Suelo mojado</li> <li>6. Sodio o sales</li> <li>7. Clima desfavorable</li> <li>8. Otras limitaciones que hacen de estos suelos inadecuados para los cultivos agrícolas comunes</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso pecuario (extensivo)</li> <li>2. Lotes de árboles</li> <li>3. Vida silvestre</li> <li>4. Cubierta vegetal</li> </ol>	<p>Las aptitudes de uso solo son posibles cuando se aplican prácticas de manejo.</p> <p>Algunas áreas necesitan ser sembradas o plantadas para proteger el suelo y para prevenir el daño a áreas vecinas</p>
VIII	Los caracterizan factores muy severos como suelos delgados, obstrucción interna y superficial; muy húmedos o inundados y altas concentraciones de sales y/o sodio. Generalmente se distribuyen en climas muy severos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erosión o peligro de ser erosionado</li> <li>2. Clima severo</li> <li>3. Suelo mojado</li> <li>4. Pastos</li> <li>5. Baja capacidad de retención de humedad</li> <li>6. Salinidad o sodio</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recreación</li> <li>2. Vida silvestre</li> <li>3. Abastecimiento de agua</li> <li>4. Otros propósitos estéticos</li> </ol>	En aquellas zonas desérticas es necesario dar alguna protección y manejo para crecimiento de plantas. Para el desarrollo de vida silvestre, protección de cuencas y recreación se podrán aplicar técnicas de manejo que si son reducidas.

FUENTE: Kingebl y Montgomery, 1967. Land Capability Classification. Hand Book 210, USDA.

agricultura comercial (Tabla 1.2.2 (b)).

Por otra parte consideran que el país puede ser dividido en 6 regiones climático-fisiográficas, dentro de las cuales jerarquizan sus factores limitantes como se indica en la Tabla 1.2.2 (c).

- . Finalmente, para las cuatro clases agrícolas incluyen una serie de tablas, donde se listan los cultivos aptos en regiones áridas y semiáridas, subhúmedas, húmedas con estación seca y húmedas todo el año, así como aquellos cultivos que son tolerantes a condiciones limitantes o bien que necesitan estos factores restrictivos para su adecuado desarrollo. En lo que respecta a los pastizales, reportan una serie de tablas de especies forrajeras recomendables e indican la tolerancia de éstas a ciertas limitantes. Con respecto a la vegetación natural, ésta la agrupan en tres categorías, en base a su índice de aprovechabilidad relativa, lo cual se muestra en la tabla 1.2.2 (d). En cuanto a los bosques y selvas consideran que su valor potencial está en función de los volúmenes de madera que son capaces de producir. Al respecto, presentan una tabla donde clasifican a este recurso desde el punto de vista de su importancia económica en México (Tabla 1.2.2 (e)).
- . El sistema de clasificación de uso potencial que se desarrolló durante 1979, y que actualmente está en revisión, para



TABLA 1.2.2 (C) REGIONES CLIMATICO FISIOGRAFICAS Y LA  
JERARQUIZACION DE SUS LIMITANTES

REGION CLIMATICO FISIOGRAFICA	FACTORES LIMITANTES
I. Áridas y Semiáridas	Disponibilidad de agua Profundidad efectiva del suelo Pendiente Sodicidad-alcalinidad Salinidad Obstrucciones Erosión Inundación Fijación de fósforo Drenaje interno
II. Regiones húmedas y subhúmedas templadas-no montañosas	Disponibilidad de agua Pendiente Profundidad efectiva del suelo Obstrucciones Inundación Sodicidad-alcalinidad Salinidad Acidez Erosión Fijación de fósforo Drenaje interno
III. Regiones montañosas húmedas y subhúmedas templadas y semifrías	Disponibilidad de agua Pendiente Profundidad efectiva del suelo Erosión Obstrucciones Acidez Fijación de fósforo Drenaje interno
IV. Regiones cálidas húmedas y subhúmedas	Disponibilidad de agua Pendiente Inundación Profundidad efectiva del suelo Acidez Erosión Obstrucciones Fijación de fósforo Sodicidad-alcalinidad Salinidad Drenaje interno
V. Cansos (cualquier clima)	Disponibilidad de agua Pendiente Profundidad efectiva del suelo Obstrucciones Acidez Fijación de fósforo Drenaje interno
VI. Litorales y zonas de esteros (cualquier clima)	Disponibilidad de agua Inundación Sodicidad-alcalinidad Salinidad Drenaje interno Obstrucciones Erosión Profundidad efectiva del suelo Pendiente Fijación de Fósforo Acidez

Fuente: DETENAL, 1973. *Clasificación de Tierra para Uso Potencial*. Departamento de Estudios Especiales, México.

TABLA 1.2.2 (d) ABUNDANCIA RELATIVA EN ESPECIES  
SILVICOLAS O ESPECIES APETECIBLES PARA EL GANADO

CATEGORIA	TIPOS DE VEGETACION
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Matorrales desérticos</li> <li>b) Crasirosulifolios con candelilla, quayule o lechuguilla</li> <li>c) Izotales asociados con pastos o con matorrales con dominancia de gobernadora, junco, morita o abrojo.</li> <li>d) Nopaleras de duraznillo, cuijo, cardón o cardenche.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Matorrales submontanos</li> <li>b) Otros crasirosulifolios</li> <li>c) Nopaleras de rastrero y tapón</li> <li>d) La mayoría de las sabanas tropicales</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cardonales</li> <li>b) matorrales desérticos micrófilos con dominancia de gobernadora, junco, morita o abrojo.</li> <li>c) Otras nopaleras</li> <li>d) Matorrales tropicales</li> <li>e) Algunas sabanas tropicales</li> </ul>

FUENTE: DETRIAL 1373. *Clasificación de Tierras para Uso Potencial*.  
Departamento de Estudios Especiales.

TABLA 1.2.2 (e) FORMACIONES FORESTALES EN ORDEN DE LA  
 IMPORTANCIA DE SU PRODUCCION EN MEXICO

CATEGORIA	TIPOS DE VEGETACION
1	a) Bosques de pinos y oyameles incluyendo bosques mixtos, con encinos pero con predominancia de coníferas. b) En zonas tropicales, selvas altas y medianas perennifolias, subperennifolias; selvas altas subcaducifolias.
2	a) Bosques mixtos de encinos y coníferas con predominancia de encinos; bosques de encinos bien conformados. b) En zonas tropicales, selvas medianas subcaducifolias, selvas medianas en yaxhomales; bosques caducifolios.
3	a) Bosques de encinos mal conformados, bosques de enebros; bosques de galería; selvas bajas; manglares.

FUENTE: DETENAL 1975. *Clasificación de Tierras para uso Potencial*.  
 Departamento de Estudios Especiales.

mostrar su funcionalidad en el campo, ha aportado cambios sustanciales, basados principalmente en el planteamiento de la Consulta de la FAO sobre Evaluación de Tierras para Fines Rurales que se realizó en Wagenigen en 1972. En primer término, la metodología establece un marco teórico que sustenta a la estructura del sistema, para lo cual, incluye una definición clara y precisa de todos aquellos conceptos en los que está basado este sistema, y que son: tierra; uso de la tierra; uso potencial; tipo de utilización; capacidad de uso; aptitud; y uso conveniente. En función de este marco conceptual concluyen, a grandes rasgos, que el uso potencial del suelo es un indicador que engloba la gama de posibilidades de su utilización, en un área dada, y el grado en que las condiciones ambientales satisfacen los requerimientos técnicos y biológicos de cada tipo de utilización considerado. En segundo término establecen que los tipos de utilización agrícola, pecuaria y forestal deben de reflejar las necesidades de producción que caracterizan a México, en vista de su situación económica y social actual. Los tipos de utilización de la tierra se encuentran fundamentados en criterios diferentes según se trate de actividades agrícolas, pecuarias o forestales. Los criterios que consideran para el tipo de utilización agrícola son: el procedimiento de labranza, que contempla desde el acondicionamiento y prepa-

ración del terreno, hasta la última labor requerida para obtener el producto agrícola y; el suministro de agua, que considera la fuente que aporta toda o la mayor parte de la cantidad de agua que requieren las plantas durante el desarrollo de su ciclo biológico. La labranza puede ser *meccanizada, de tracción animal y manual*; el suministro de agua puede ser *de riego, de temporal y de humedad*. De las combinaciones posibles entre estos seis componentes técnicos, se establecen 9 tipos agrícolas de utilización de la tierra. Los criterios que se toman en cuenta para el tipo de utilización pecuario son: las posibilidades de establecimiento de pastizal cultivado, los cuales contemplan el grado de dificultad de introducción de especies forrajeras utilizando maquinaria y la aplicación de riego cuando es necesario; posibilidades de aprovechamiento del pastizal natural, las cuales están en función del número de especies forrajeras en un pastizal y el índice de cobertura que ocupan; posibilidades de aprovechamiento de otros agostaderos, las cuales contemplan el índice de cobertura de las especies forrajeras en asociaciones vegetales diferentes de pastizal y; accesibilidad en el pastoreo, lo cual se refiere a las limitantes del terreno como topografía, obstrucción o componentes de la vegetación para el pastoreo del ganado. A partir de estos criterios se establecen 4 tipos de uso pecuario de la tierra:

*Pastoreo en praderas artificiales bajo riego; pastoreo en praderas artificiales de temporal, pastoreo extensivo en pastizales naturales y pastoreo extensivo en otros agostaderos.* Los criterios utilizados para el establecimiento de los tipos forestales son: el propósito de la explotación, referido hacia la orientación económica de los productos y; el carácter de los productos, que están en función de la vegetación natural dominante. La explotación forestal puede ser de orientación *industrial, comercial y doméstico* y el carácter de los productos *maderables y no maderables*. A partir de los distintos criterios indicados se definen 6 tipos forestales de utilización de la tierra.

El sistema de evaluación contempla para cada tipo de utilización, un grupo de condiciones ambientales, que se consideran son las que ejercen una influencia específica sobre el desarrollo particular de cada uno de los tipos. Sin embargo, estas condiciones las ordenan de manera general conforme a la influencia que muestran sobre la utilización de la tierra: disponibilidad de agua, topografía, profundidad efectiva, obstrucciones, erosión, inundación, hidromorfismo, drenaje interno, salinidad, sodicidad, acidez, fijación de fósforo, inestabilidad, tipo de vegetación y condición de vegetación. El grado que estas condiciones ambientales satisfacen las exigencias de cada tipo de utilización, determina la aptitud del terreno para cada tipo,

la cual la definen como *aptitud alta, media, baja u nula*.

Finalmente, las clases de capacidad de uso agrícola, pecuaria y forestal que contempla el sistema están basadas en los tipos de utilización factibles y están ordenadas, desde aquella clase que presenta la mayor amplitud de alternativas de uso hasta aquella que no permite ninguna. En la Tabla 1.2.2 (f) se presentan las clases y subclases de capacidad de uso que contempla el sistema.

En las Tablas 1.2.2 (g), 1.2.2 (h) y 1.2.2 (i) se muestran los parámetros de las condiciones ambientales que significan los requerimientos técnicos y biológicos necesarios para la implementación de las clases de uso. Cabe señalar, que las subclases están representando la aptitud del terreno a características específicas, técnicas o biológicas, en la implementación de una determinada clase de uso.

Esta metodología contempla, al igual que la anterior, la posibilidad de mejoramiento del terreno, así como la susceptibilidad de deterioro de éste, en el sentido de el riesgo que existe de perder su aptitud original. En el primer caso indican el factor ambiental que puede ser modificado y el grado de dificultad que tal modificación representa; en el segundo caso indican la naturaleza y la magnitud del riesgo.

Las primeras dos metodologías solo permiten evaluar a los

TABLA 1.2.2 (I) CLASES Y SUBCLASES DE CAPACIDAD AGRICOLA, PECUARIA Y FORESTAL

CAPACIDAD DE USO AGRICOLA CLASES DE USO	CAPACIDAD DE USO PECUARIO CLASES DE USO	CAPACIDAD DE USO FORESTAL CLASES DE USO
<p>A1 Agricultura mecanizada continua.</p> <p>A2 Agricultura de traccion animal continua Agricultura mecanizada estacional</p> <p>A3 Agricultura de traccion animal estacional</p> <p>A4 Agricultura manual continua</p> <p>A5 Agricultura manual estacional</p> <p>A6 No aptos para uso agrícola</p>	<p>P1 Praderas cultivadas o artificiales</p> <p>P2 Vegetación natural de pastizal</p> <p>P3 Vegetación natural, diferente de pastizal, aprovechable por el ganado.</p> <p>P4 Equivaler tipo de vegetación, con algunas especies forrajeras</p> <p>P5 No aptos para uso pecuario</p>	<p>F1 Uso forestal de carácter industrial</p> <p>F2 Uso forestal de carácter comercial</p> <p>F3 Uso forestal de carácter domestico</p> <p>F4 No aptos para uso forestal</p>
<p>SUBCLASES DE USO</p>	<p>SUBCLASES DE USO</p>	<p>SUBCLASES DE USO</p>
<p>a. Desarrollo de los cultivos</p>	<p>a. Desarrollo de los espacios forrajeros</p>	<p>4. Características de la vegetación</p>
<p>(a) Cuando la aptitud para el desarrollo de cultivos es alta</p> <p>(c) Cuando la aptitud para el desarrollo de cultivos es media</p> <p>C Cuando la aptitud para el desarrollo de cultivos es baja</p> <p>(C) Cuando el terreno no es apto para el desarrollo de cultivos</p>	<p>f. Aptitud alta</p> <p>(f) Aptitud media</p> <p>F Aptitud baja</p> <p>(F) No apto</p>	<p>e. Vegetación con excelentes condiciones</p> <p>(e) Vegetación con buenas condiciones</p> <p>F. Las condiciones de la vegetación apenas permiten llevar a cabo un uso forestal</p> <p>(F) Terrenos sobreexplotados o desmontados.</p>
<p>b. El procedimiento de labranza</p>	<p>5. Posibilidades de establecimiento de pastizal cultivado</p>	<p>n. Cobertura de la Vegetación</p>
<p>I Cuando la aptitud para el procedimiento de labranza que define a la clase es alta</p> <p>(I) Cuando la aptitud para el procedimiento de labranza que define a la clase es media</p> <p>L Cuando la aptitud para el procedimiento de labranza que define a la clase es baja</p> <p>(L) Cuando el terreno no es apto para la labranza.</p>	<p>m. Aptitud alta</p> <p>(m) Aptitud media</p> <p>M Aptitud baja</p> <p>(M) No apto</p>	<p>1X Más del 75 % de la vegetación puede ser utilizada para la industria.</p> <p>2X Entre el 20 y 50 % de la vegetación puede ser utilizada para la industria.</p> <p>3X Entre el 1 y 20 % de la vegetación puede ser utilizada para la industria</p> <p>4X La cobertura utilizada en la industria cubre menos del 1 %.</p> <p>1X' Más del 50 % de la vegetación es aprovechable mediante transformación industrial, manual o sin transformación.</p> <p>2X' Entre el 20 y 50 % de la vegetación es aprovechable en productos comúnmente útiles.</p> <p>3X' Entre 1 y 20 % de la vegetación es aprovechable en productos que satisfacen las necesidades del hombre urbano.</p> <p>4X' Las especies útiles comercialmente cubren menos del 1 %.</p> <p>1X'' Más del 50 % de la vegetación es aprovechable localmente.</p> <p>2X'' Entre el 20 y 50 % de la vegetación es aprovechable localmente.</p> <p>3X'' Menos del 20 % de la vegetación es aprovechable localmente.</p> <p>4X'' Menos del 1 % de la vegetación es aprovechable localmente.</p>
<p>c. La aplicación de Riego</p>	<p>6. Mordedad en el arra de pastores</p>	<p>c. Condición de la vegetación.</p>
<p>r Cuando la aptitud es alta en el establecimiento de riego</p> <p>(r) Cuando la aptitud es media para el establecimiento de riego</p> <p>R Cuando la aptitud es baja para el establecimiento de riego</p> <p>(R) Cuando el terreno no es apto para el establecimiento de riego</p>	<p>g. Aptitud alta</p> <p>(g) Aptitud media</p> <p>G Aptitud baja</p> <p>(G) No apto</p>	<p>IV Las características de la vegetación explotable son óptimas.</p> <p>2V Del 20 al 50 % de la vegetación explotable es media</p> <p>3V Menos del 20 % de la vegetación explotable es baja</p> <p>4V El recurso forestal no es explotable actualmente</p> <p>5V No existe el recurso forestal pero su establecimiento es factible.</p>
<p>d. Características de la vegetación natural aprovechable</p>	<p>7. Características de la vegetación natural aprovechable</p>	<p>d. Características físicas del terreno</p>
<p>v Cuando más del 25 % de la vegetación tiene un alto o regular valor forrajero</p> <p>(v) Cuando del 50 al 25 % de la vegetación tiene un alto o regular valor forrajero</p> <p>25 y 50 % de la cobertura vegetal corresponde a especies forrajeras de alto, medio y bajo valor</p> <p>(V) Menos del 25 % de la cobertura vegetal está formada por especies forrajeras de alto, medio y bajo valor.</p>	<p>h. Más del 25 % de la cobertura vegetal corresponde a especies forrajeras de alto, medio y bajo valor</p> <p>(h) Menos del 25 % de la cobertura vegetal está formada por especies forrajeras de alto, medio y bajo valor.</p>	<p>I. Las condiciones físicas del terreno no presentan restricciones en la obtención de los productos forestales.</p> <p>(I) Los factores físicos causan problemas moderados</p> <p>F Los factores físicos causan problemas fuertes</p> <p>(F) Las condiciones físicas del terreno impiden la extracción y el transporte de los productos forestales.</p>

FUENTE: DETERNAL, 1980. Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía del Uso Potencial de las Tierras. Oficina de cartografía, Departamento de Uso Potencial, México.

TABLA 1.2.2 (g) CLASES DE USO AGRICOLA

REQUERIMIENTOS	A1	AGRICULTURA MECANIZADA	A2 A3	AGRICULTURA TRACCION ANIMAL	A4 A5	AGRICULTURA MANUAL
TOPOGRAFIA		3 - 20 UNIFORME		1 - 70 % UNIFORME		1 - 70 % (UNIFORME)
		3 - 12 % IRREGULAR		3 - 20 % IRREGULAR		1 - 70 % (IRREGULAR)
PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO		90 - 20 cm		90 - 20 cm		90 - 10 cm
OBSTRUCCION SUPERFICIAL		5 - 35 % (piedras) 2 - 10 % (afloramientos rocosos)		5 - 35 % (piedras) 2 - 20 % (afloramientos rocosos)		5 - 35 % (piedras) 2 - 50 % (afloramientos rocosos)
OBSTRUCCION INTERNA		10 - 20 % (piedras) 5 - 15 % (gravas)		10 - 35 % (piedras) 5 - 25 % (gravas)		10 - 35 % (piedras) 5 - 25 % (gravas)
INUNDACION		11 - 21		11 - 21 (continua) 31 - 41 (estacional)		11 - 41
INESTABILIDAD		terrenos estables		terrenos estables		terrenos estables
SALINIDAD (mmhos/cm)		< 4 a 8 - 16		< 4 a 8 - 16		< 4 a 8 - 16
SODICIDAD (%, de Na intercambiable)		< 15 a 15 - 40		< 15 a 15 - 40		< 15 a 15 - 40

- 11 - Terreno libre de inundaciones
- 21 - Terreno inundado menos de 3 meses al año; afecta solo un ciclo agrícola.
- 31 - Terreno inundado de 3 a 6 meses por año; solo es posible un ciclo agrícola.
- 41 - Terreno inundado de 6 a 9 meses por año; el único ciclo agrícola se ve afectado.
- 51 - Terreno inundado más de 9 meses al año; la utilización pecuaria es prácticamente imposible, salvo casos que permitan el aprovechamiento de la vegetación.

FUENTE: DETENAL, 1980. *Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía del Uso Potencial de las Tierras*. Oficina de Agrología, Departamento de Uso Potencial, México.

TABLA 1.2.2 (h) CLASES DE USO PECUARIO

REQUERIMIENTOS	(P1) <sup>1</sup> PRADERAS CULTIVADAS	APROVECHAMIENTO DE VEGETACION NATURAL (P2 y P3) *	TERRENOS ACCESIBLES SOLO GANADO CAPRINO (P4) **	NO APTO PARA APROVECHAMIENTO PECUARIO (P5)
TOPOGRAFIA	< 3 - 30% Uniforme < 3 - 12% Irregular	< 3% - 40%	< 3% - 70%	> 70%
PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	> 90 - 20 cms	> 90 - 10 cms	> 90 - 10 cms	< 10 cms
OBSTRUCCION SUPERFICIAL	< 5% - 35% piedras < 2% - 10% afloramientos rocosos	< 5% - 70% piedras < 2% - 50% afloramientos rocosos	< 5% - 70% piedras < 2% - 50% afloramientos	> 70% piedras > 50% afloramientos
OBSTRUCCION INTERNA	< 10% - 35% piedras < 5% - 15% gravas	-	-	-
INUNDACION	11 - 41	11 - 41	11 - 41	51
INESTABILIDAD	terrenos estables	terrenos estables	terrenos estables	la inestabilidad no permite ningún tipo de aprovechamiento
VEGETACION	-	pastizal natural y otros agostaderos	cualquier tipo de vegetacion constituida al menos por algunas especies forrajeras aprovechables por ganado caprino	-

<sup>1</sup> Pueden ser terrenos con un uso agrícola actualmente; terrenos que sustentan pastizal natural o terrenos con vegetación aprovechable para el ganado, pero diferente de pastizal.

\* La vegetación natural puede estar representada por pastos (P2) u otros agostaderos (P3).

\*\* Se reserva para aquellos terrenos con pendientes de 40 a 70 %, cubiertos con cualquier tipo de vegetación aprovechables para el ganado.

TABLA 1.2.2 (i) CLASES DE USO FORESTAL

PARAMETROS	CLASES DE USO FORESTAL											
	F1 USO INDUSTRIAL GRADOS DE APTITUD			F2 USO COMERCIAL GRADOS DE APTITUD			F3 USO DOMESTICO GRADOS DE APTITUD			F4 NO APTOS PARA USO FORESTAL		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	Industrial	Comercial	Doméstico
Características de la vegetación	e	(e)	E	e	(e)	E	e	(e)	E	(E)	(E)	(e)
Cobertura de la vegetación	IX	2X	3X	IX'	2X'	3X'	IX''	2X''	3X''	4X	4X'	4X''
Condición de la vegetación	IV	2V	3 y 4V	1V	2V	3 y 4V	1V	2V	3 y 4V	5V	5V	5V
DAF (Diámetro del fusto a la altura del pecho)	Más de 60 cm	25-60 cms	15-25 cms	Más de 60 cms	25-60 cms	15-25 cms				Menos de 15 cms	Menos de 15 cms	
Características físicas del terreno	t	(t)	T	t	(t)	T				(T)	(T)	-
Topografía	< 3-12 %	12-40 %	40-70 %	< 3-12 %	12-40 %	40-70 %				> 70 %	> 70 %	-
Inundación	libre de inundaciones o inundado más de 3 meses al año	inundado de 3 a 9 meses al año	inundado más de 9 meses al año	libre de inundaciones o inundado más de 3 meses al año	inundado de 3 a 9 meses al año	inundado más de 9 meses al año						
Obstrucción Sup. de 7.5 a 50 cm.	< 5-15 %	15-50 %	50-70 %	< 5-15 %	15-50 %	> 50-70 %				> 70 %		
> 50 cm.	< 2-5 %	5-20 %	20-50 %	< 2-5 %	5-20 %	> 50 %				> 50 %		

\* Los cuatro primeros parámetros están indicados con las claves de las subclases de uso forestal marcadas en el Cuadro 1.2.1 (F).

FUENTE: DETENAL, 1980, *Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía del Uso Potencial de las Tierras*, Oficina de Agrología, Departamento de Uso Potencial, México.

terrenos desde el punto de vista agrícola y con menos precisión a los recursos pecuarios y forestales. La primera solo lleva a cabo una evaluación cualitativa, mientras la segunda aunque lo hace de una manera cuantitativa y considerando un rango mayor de factores limitantes, no elimina esta deficiencia, ya que simplemente caracteriza a los terrenos, sin establecer su capacidad de uso, que es el pretendido propósito. Además, solamente contemplan a la evaluación de las tierras con un solo modelo de utilización: la agricultura comercial, tecnológicamente avanzada y típica de los países de clima templado. Esto permite deducir que el hecho de adoptar un sistema norteamericano para la determinación del potencial de uso en México, impide considerar la amplia gama de sistemas de producción agrícola que se practican en nuestro país. Así por ejemplo, una agricultura para el autoconsumo no constituye un elemento a considerar dentro de un sistema de evaluación con propósitos netamente comerciales, con modelos tecnológicamente avanzados.

La metodología desarrollada durante 1980, basa sus principales modificaciones de los sistemas anteriores en: el hecho de manejar las clases de capacidad de uso en cuanto a la realidad social y económica de México, estableciendo cuales son las clases de uso agrícola, pecuario y forestal

que son factibles de llevar a cabo en el ámbito nacional; las clases de capacidad de uso son ordenadas, para cada tipo de utilización ya sea agrícola, pecuaria o forestal, desde aquella clase que presenta la mayor amplitud de alternativas de uso hasta aquella que no permite utilización alguna; la aptitud del terreno, al mismo tiempo, no es considerada como en la metodología anterior, o sea, de un decremento de la clase I a la VIII, en el establecimiento de una agricultura comercial, sino que es considerada como el grado en que un terreno puede satisfacer los requerimientos biológicos y técnicos para cada capacidad de uso; consideran que los factores ambientales no pueden ser agrupados en las regiones climático-fisiográficas en que se proponen, dado a que existe todavía un desconocimiento de cuales son los factores que influyen en cada región, y aunque con la experiencia de campo éstos podrán más tarde delimitarse, actualmente se concretan a agruparlos según la influencia que presentan para cada capacidad de uso; el hecho de que las clases de capacidad de uso no indican máxima productividad o rendimiento, sino que se agrupan en base a la alternativa de usos que se permiten establecer e; incorporación del concepto de uso conveniente, el cual consideran que, dentro de la alternativa de usos que proponen, es el más adecuado no solo sobre las bases físicas del terreno sino también sobre consideraciones socioeconómicas.

- . La metodología actual para la elaboración de la Carta de Uso Potencial de DETENAL, se considera efectiva para la planeación del desarrollo básico agropecuario y forestal a nivel regional y nacional; por ello para este fin la cartografía está siendo elaborada para todo el territorio nacional a escalas 1:250,000; 1:500,000 y 1:1000 000. Sin embargo, DETENAL está consciente de la necesidad de elaborar cartografía, que aunque cubra una extensión menor, se tuviera reportada a una escala 1:50 000, de tal manera que pueda ser útil en estudios más específicos como sería la planificación agrícola y su manejo, la rehabilitación y recuperación de los suelos, el control de erosión en áreas forestales y agropecuarias, la planificación de obras de ingeniería civil, sanitaria o hidráulica y hasta la planificación del crecimiento urbano.
- . Con la misma finalidad, también puede existir la alternativa de elaborar una metodología menos pretenciosa que abarque tan solo regiones específicas, que podría llevarse a cabo, como de alguna manera se ha planteado, por medio de regiones climático-fisiográficas. Esto tendría la ventaja de reducir el número de factores ambientales a considerar y de lograr especificar con alta precisión los tipos de utilización agrícola, pecuario y forestal en un ámbito local. Existe, asimismo, la alternativa de elaborar sistemas de evaluación de la tierra considerando un solo recurso o sistema de pro-

ducción, en vista de que es más manejable la información <sup>65</sup>.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el sistema de evaluación que se propone en el siguiente apartado -aunque conserva los supuestos básicos de la última metodología de DETENAL- alcanza un mayor grado de especificidad. En primer lugar, se piensa que es factible incorporar, tomando en cuenta los mismos factores ambientales que maneja DETENAL, otros tipos de utilización del suelo. Dentro de estos figuran aquellos recursos bióticos considerados también como sistemas de producción, como la minería y la extracción de materiales; aquellos que tienen más bien importancia ecológica, como la vida silvestre, la conservación de la flora y la recarga de acuíferos y por último aquellos que más bien tienen implicaciones socioeconómicas, como la recreación, el uso urbano e industrial y otros sitios que representan valores culturales <sup>\*\*</sup>. En segundo término se propone llevar a cabo el análisis de los factores ambientales (topografía, geología, clima, edafología y vegetación) utilizando cartografía escala 1:50 000, con la correspondiente verificación de campo, la cual puede ser evaluada luego por medio del sistema de uso potencial. En tercer término se propone que la gama

65 Comunicación personal proporcionada por Cuernavaca de la Cerda.

\* Cabe aclarar que el recurso pesquero no se toma en cuenta debido a que se considera que la metodología está diseñada para evaluar ecosistemas terrestres únicamente.

de posibilidades de utilización contemple a la vez todas las clases de uso agrícolas, pecuarios, forestales, urbanos, etc., para un mismo terreno; ya que el sistema que maneja DETENAL tan solo considera esta gama, por clases. Finalmente es importante presentar este documento apoyado por supuestos ecológicos, que fusione esta ciencia básica con el conocimiento tecnológico, principalmente agronómico, que se necesita para su elaboración.

### 1.2.3 Metodología propuesta para determinar el uso potencial del suelo, para fines de planeación

. La metodología de uso potencial del suelo se considera un instrumento de la adecuada planeación del suelo y, como tal, tiene a su cargo los siguientes objetivos:

- Recabar, analizar y ordenar la información relativa a las condiciones ambientales que conforman una determinada superficie territorial.
- Interpretarla en términos de alternativas de uso agrícola, pecuario, forestal y urbano y, de la intensidad de su aprovechamiento.
- Representarla mediante la elaboración de documentos cartográficos que muestren los resultados de manera clara y explícita.

Para lograr este primer objetivo se procede, en primera instancia a reconocer áreas de terreno que puedan ser consideradas relativamente homogéneas en sus componentes. Para esta finalidad se está utilizando el sistema fisiográfico propuesto, considerando que la unidad fundamental de éste presenta esta característica de relativa homogeneidad. Este procedimiento, como ya se ha indicado se lleva a cabo mediante la sobreposición cartográfica de los recursos individuales,

a fin de identificar unidades integrativas <sup>66</sup>. De hecho, es necesario mencionar que, ya que la finalidad de este procedimiento es el de reconocer *unidades ecológicas* que permitan observar las interacciones que se presentan en estos recursos como realmente son: componentes inseparables de la tierra; los métodos para delimitarlas pueden ser variados, como es el caso de la matriz-catálogo que propone el Grupo de Estudios Ambientales (GEA), <sup>67</sup> en la cual confrontan las relaciones que se pueden dar dentro y entre los factores ecológicos y sociales, en una región dada; así como otros sistemas climático-geomorfológicos, o fisiográficos, usualmente utilizados.

Así, una vez delimitadas estas unidades, el análisis de éstas y su ordenación estará en función de la caracterización de cada una de ellas, con respecto a las condiciones ambientales que las conforman. Como ya se ha expresado en apartados anteriores, las condiciones ambientales a tomar en cuenta están en función de los tipos de utilización que el sistema está considerando, omitiendo aquellas que no tienen relevancia en la implementación de éstos.

---

66 Como lo proponen I. Mc Harg en su libro *Design with Nature*, 1969 y De Von Nelson et. col. en su artículo *Land and Resource Classification*, 1978.

67 Grupo de Estudios Ambientales, A.C. 1976. *Manual metodológico para el Estudio de una Región*. México 21, D. F.

El segundo objetivo que es el de interpretar estas unidades en términos de la alternativa de usos agrícola, pecuaria, forestal y urbana; se lleva a cabo mediante la clasificación que se hace de éstas, utilizando la metodología propuesta. La aplicación de la metodología está de hecho confrontando la capacidad de uso del terreno con la aptitud de éste a los tipos de utilización que se permiten establecer, representándolo como la potencialidad de uso, para cada unidad. En este sentido el uso potencial, no está discriminando ninguna alternativa factible debido a que son las condiciones socioeconómicas las que en un momento dado determinan el uso conveniente, discriminando las demás si éste resulta ser excluyente de las otras alternativas.

El tercer y último objetivo, que es el de presentar los resultados mediante la utilización de documentos cartográficos, tiene como principal finalidad representar a un espacio geográfico dado en términos de su potencial de uso, permitiendo al planificador o a las personas relacionadas con el manejo de los recursos naturales observar de manera objetiva las bondades y restricciones que presenta dicho lugar, al establecimiento de ciertos usos, sobre todo cuando se tienen en mente objetivos predeterminados. <sup>68</sup>

---

<sup>68</sup> Sterling B. 1977. *Land-The Far Horizon*. Amer. J. Agr. Econ. December: pp. 1037-1044.

- . A continuación se pretende presentar la metodología que se propone para la Clasificación del uso potencial del suelo, utilizando como base la propuesta por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional elaborada en 1979. Por principio es conveniente hablar de los diferentes tipos de utilización (agrícola, pecuario, forestal y urbano), por separado para después poder integrarlos en un mismo sistema de clasificación. Esto permite concebir a la naturaleza como un complejo de recursos múltiples, que permita tomar decisiones con objetivos, también múltiples <sup>69</sup>.

#### 1.2.3.1 Uso Agrícola

- . El tipo de utilización agrícola se refiere al aprovechamiento de los terrenos que se caracteriza por la sustitución de la vegetación natural, generalmente con poco o ningún valor para el hombre, por un conjunto de especies vegetales domesticadas que varían según la región climática <sup>70</sup>. Hernández X. et. al. (1978) <sup>71</sup> definen a la producción agrícola primaria como "la energía orgánica obtenida por el esfuerzo del hombre a partir de la

69 Nelson D.V., Harris G.A. y Hamilton, T.D., 1978. *Land and Resource Classification - Who cares?* Journal of Forestry, October, pp. 644-646.

70 Definición tomada de: *Sistema Evaluación de Tierras para la Cartografía de Uso Potencial*, elaborada por DETENAL, op. cit.

71 Hernández, X. et. al. 1978. *Sistemas primarios de Producción Agrícola: Características Ecológicas, Tecnológicas y Socioeconómicas y consideraciones preliminares para su Clasificación*. Seminarios Regionales sobre Agrosistemas con énfasis en el Estudio de Tecnología agrícola Tradicional. C.S.A.T. H. Cárdenas, Tab.

conversión de la energía solar a energía orgánica por las plantas a través del proceso de fotosíntesis". Cuauhtlali y Ponce (1979)<sup>72</sup> definen a la producción agrícola como "la transferencia de energía entre el ambiente y las comunidades de organismos, en donde el hombre condiciona el establecimiento y permanencia de las comunidades mediante trabajo". Es decir, el uso agrícola de la tierra es un proceso de transformación parcial o total de algún ecosistema, por la cultura del hombre, dando lugar a uno transformado, lo cual numerosos autores<sup>73</sup> han denominado agroecosistemas, mediante la introducción de factores culitativos y cuantitativos que no se dan en el ecosistema natural.

De esta manera la utilización agrícola, como sistema de producción, implica una adaptación de la actividad humana al medio ecológico, en donde dicho proceso involucra a saber tres importantes aspectos<sup>71</sup>: a) el desarrollo de las especies cultivadas b) las características tecnológicas de la producción y c) las condiciones socioeconómicas prevaletentes. Las dos primeras consideraciones son en relación a como los factores ambientales imponen limitantes o bien favorecen a la actividad productiva agrícola

---

72 De la Cerda, C., Ponce, H.R. 1979. *Agrohábitat y Agroecosistema*, op. cit.

73 Turrent, F. A. 1976. *Escritos sobre la Metodología de la Investigación en Productividad de Agroecosistemas*. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. UACH.

Hernández, X., et. 1981. op. cit. De la Cerda, C., y Ponce, H. A., op. cit.

primaria; estando la tecnología de la producción enfocada hacia la eliminación de los factores limitativos del ambiente. Sin embargo, la tercera consideración se fundamenta precisamente en el hecho de que el medio socioeconómico, en el que la comunidad se encuentra inmersa, es el que determina en última instancia el desarrollo cultural de la producción agrícola.

- . La presente metodología tan solo pretende considerar los aspectos biológicos y técnicos involucrados en el proceso agrícola de producción, limitándose solamente a mencionar cuales son los factores socioeconómicos involucrados en dicho proceso:

El desarrollo de las especies cultivadas- Involucra a aquellos factores ambientales que se encuentran íntimamente relacionados con el crecimiento vegetal de los cultivos. A este respecto, Hernández X. et. al.<sup>74</sup> han señalado que los factores más importantes para dicho crecimiento son en orden de importancia, el clima (tipos climáticos) y los edáficos (topografía, drenaje, presencia de piedras en el perfil del suelo, presencia de sales y otras características edáficas que deben ser indicadas según las condiciones de la región bajo estudio). Así, estos factores están representando a aquellas condiciones ambientales que muestran alguna influencia sobre

<sup>74</sup> Hernández X. et. al. 1978. *Sistemas Primarios de Producción agrícola*. op. cit.

el desarrollo de los procesos fisiológicos que le son inherentes al componente biológico (en este caso las plantas cultivadas), las cuales, a grandes rasgos están representadas por factores que son inherentes al suelo y, por otros más bien externos a la morfología de éste y a los procesos que en él ocurren.

Factores tecnológicos - Los factores tecnológicos son aquellos que se refieren a los métodos e instrumentos que se emplean para llevar a cabo la producción agrícola. Se puede decir que estos tienen como principal finalidad la eliminación de los factores limitativos del ambiente, en el establecimiento de prácticas agrícolas; por lo que se ven manifestadas en el grado en que modifican el medio ecológico para lograr el establecimiento de dichas prácticas. Es evidente que la tecnología de producción refleja los niveles económicos de las comunidades. De esta manera pueden reconocerse como principales factores tecnológicos a: los instrumentos de labranza, la aplicación de riego, el combate de plagas, el proceso de selección de calidad de semilla o propágulos vegetales y la fertilización del suelo. El procedimiento de labranza contempla desde el acondicionamiento y preparación del

---

\* El *suelo* se refiere al factor edáfico, concebido como un recurso que presenta características propias; así cuando se habla de *tierra*, se refiere a una unidad ecológica con los factores ambientales (geología, clima, suelo, agua, etc.) que ésta involucra.

terreno, hasta la última labor requerida para obtener el producto agrícola (preparación del terreno, siembra, combate de las arvenses, protección del sembradío, cosecha, etc.). Los procedimientos generales de la labranza que se incluyen son entonces: la labranza mecanizada, de tracción animal y manual. Sin embargo, no se excluye la posibilidad de tomar en cuenta procedimientos de carácter particular si la región en estudio así lo exige. La aplicación de riego se refiere al suministro de agua como fuente de aprovisionamiento de la humedad que requieren las plantas cultivadas durante el año; debido a que las plantas pueden aprovechar la humedad proveniente de muchas fuentes, este tipo de suministro de agua es importante cuando está aportando la mayor parte de la cantidad de agua que las plantas necesitan durante el desarrollo de su ciclo vegetativo. De la misma manera la disponibilidad de agua puede ser satisfecha por el régimen climático prevaleciente.

Factores Socioeconómicos- Estos factores como ya se ha expresado son aquellos que en última instancia determinan el desarrollo cultural de la producción agrícola; es decir que este proceso de producción depende de como éste se puede organizar en las diversas etapas de desarrollo histórico de la sociedad. De manera general se podrían

citar como principales factores socioeconómicos a: el nivel de comercialización de los productos, el tipo de tenencia de la tierra, la extensión cultivable disponible al agricultor, las condiciones de mano de obra utilizada y la política gubernamental aplicada sobre el proceso de producción.

Para la determinación de los tipos de utilización agrícola que es factible establecer en una región determinada, es necesario confrontar los valores de las condiciones ambientales contra los requerimientos de cada tipo de utilización agrícola que se puedan considerar. Dichos requerimientos ya han sido descritos como aquellos factores biológicos y técnicos que se encuentran involucrados en el proceso de producción agrícola, siendo los biológicos: el desarrollo de especies cultivadas, adaptadas climáticamente a la región considerada, y las técnicas en cuanto a: los procedimientos de labranza y la aplicación de riego en las áreas de terreno que así lo requieran. Los valores de las condiciones ambientales son entonces aquellos que permiten llevar a cabo dichos requerimientos. Así, se han definido seis tipos de utilización agrícola, atendiendo a la situación actual de esta producción en México:

CLASE A<sub>1</sub>. Agricultura Mecanizada, continua

En esta clase de capacidad de uso se agrupan aquellos terrenos que muestran la posibilidad de establecer agricultura mecanizada, durante al menos dos ciclos agrícolas o permanentemente, independientemente de la forma de suministro de agua y sin importar que ellos presenten diversos grados de aptitud para llevar a cabo este tipo de labranza, la aplicación de riego y el desarrollo de los cultivos adaptados.

CLASE A<sub>2</sub>. Agricultura de Tracción Animal, continua

CLASE A<sub>3</sub>. Agricultura de Tracción Animal o Mecanizada, estacional

En estas clases de capacidad de uso se agrupan terrenos cuyas condiciones ambientales ya no permiten la agricultura mecanizada, sino solo implementos de tracción animal, ya sea en forma continua (generalmente en cualquier régimen de humedad) o de forma estacional, o sea la utilización del terreno únicamente en un solo ciclo agrícola (generalmente en climas subhúmedos y semisecos); o bien, terrenos cuyas condiciones ambientales sí permiten el uso agrícola mecanizado pero tan solo de forma estacional.

CLASE A<sub>4</sub>. Agricultura Manual, continua -

CLASE A<sub>5</sub>. Agricultura Manual, estacional -

Estas clases de capacidad de uso agrupan a terrenos en donde el procedimiento de labranza es de carácter

exclusivamente manual, de manera continua si el régimen de humedad corresponde a climas húmedos y estacional cuando son subhúmedos y semisecos; ya que éstos terrenos ya no permiten la aplicación de riego (ya que son terrenos generalmente con una pendiente del 40% cuya profundidad es de 20 cm).

CLASE A<sub>6</sub>. Sin capacidad de uso agrícola - En esta clase se agrupan aquellos terrenos que no son adecuados para llevar a cabo ningún tipo de agricultura, o aquellos donde las prácticas agrícolas son de carácter especial y difícilmente pueden considerarse dentro de este esquema general.

De esta manera estas clases de capacidad de uso están definidas por los diferentes procedimientos que pueden ser utilizados para llevar a cabo la labranza del suelo, siendo la aplicación de riego, el desarrollo de los cultivos y los mismos tipos de labranza, factores indicativos del grado de aptitud que muestra el terreno para la producción agrícola. Así las condiciones ambientales que se están considerando para la determinación de las clases son, en orden de importancia: topografía, profundidad efectiva del suelo, obstrucción superficial e interna, inundación y drenaje. Estos mismos factores se están considerando en la aplicación de riego.

Asimismo los factores que se contemplan en el desarrollo de los cultivos son: disponibilidad de humedad, profundidad efectiva del suelo, drenaje, inundación, hidromorfismo, salinidad, sodicidad, acidez y fijación de fósforo. Los parámetros de las condiciones ambientales, para los diferentes tipos de utilización se mostraron en relación a las otras clases de uso que está contemplando la metodología. Las condiciones ambientales señaladas se describen a continuación, haciendo énfasis en su importancia biológica y técnica:

a) Disponibilidad de humedad - Se define en términos de las posibilidades y restricciones que presenta el régimen climático para el establecimiento de la agricultura de temporal durante el año y, como contraparte, la necesidad de aplicar agua mediante riego. Así, este concepto muestra la posibilidad de ser aprovechada por la vegetación y la cantidad de agua que requieren las plantas cultivadas, quedando dicha relación englobada en el término de régimen de humedad.

b) Topografía - Se refiere a dos aspectos principales: la pendiente y la configuración del área. El primero se expresa en términos del grado de inclinación del terreno y el

segundo a la complejidad que muestra el relieve. Este factor limita, por una parte, el tipo de procedimiento de labranza. De hecho, los terrenos han sido evaluados en metodologías norteamericanas, en función de los tipos de tractores que pueden ser utilizados para diferentes grados de inclinación. A su vez el establecimiento de riego está en función, en gran parte por este factor, al considerar el costo de instalación que implica su establecimiento en relieves abruptos. Finalmente, se ha visto que a una pendiente mayor el desarrollo de cultivos se ve limitado, debido a la susceptibilidad de erosión que presentan los suelos, cuando estos se someten a este tipo de prácticas.

c) Profundidad efectiva del suelo- Se define como el espesor del suelo que comprende desde la superficie hasta el sitio donde aparece un estrato rocoso. Este factor es importante en el crecimiento radicular de las plantas así como en la penetración de los implementos agrícolas, en las labores de labranza. De hecho, la profundidad es indicador también de algunas propiedades edáficas (como almacenamiento de humedad y nutrientes) importantes para el crecimiento radicular.

d) Obstrucciones - Se refiere a la presencia de todos aquellos obstáculos físicos en la superficie del suelo y dentro de él, que pueden interferir en el desarrollo de las

actividades agrícolas y se define por el porcentaje de éstos en forma de piedras o rocas, que se encuentra ocupando el terreno.

e) Inundación - Es aquel factor que describe la frecuencia y duración con que un determinado terreno es afectado por la presencia de una cierta lámina de agua que cubre la superficie del suelo durante ciertas épocas del año. Este factor es importante en el desarrollo de las actividades agrícolas, tanto en la labranza, llegando incluso a impedirlos y en el desarrollo de los cultivos, restringiéndolos a especies adaptadas a estas condiciones.

f) Hidromorfismo - Se refiere a la presencia de un estrato en el perfil del suelo que se caracteriza por estar saturado con agua, en todo o la mayor parte del año. Esta condición está asociada con los suelos ubicados en terrenos bajos y planos, y se identifica por la ocurrencia de un horizonte gleyzado. Es un factor que afecta al desarrollo de los cultivos y a la labranza de la misma manera que el factor inundación.

g) Drenaje interno - Se define como la capacidad del suelo para desalojar de su interior los excedentes de humedad que recibe de fuentes externas. Este factor está condicionado a las características físicas del terreno como

textura, estructura y porosidad. Este factor afecta la labranza y el desarrollo de los cultivos como los dos factores arriba mencionados.

h) Salinidad - Se refiere a la concentración de sales solubles en el perfil del suelo, su efecto se refleja sobre la fisiología de las plantas cultivadas y se expresa en términos de conductividad eléctrica (mmhos/cm).

i) Sodicidad - Se refiere a la cantidad relativa de sodio que se encuentra ocupando posiciones en el complejo de intercambio catiónico del suelo. Su efecto también afecta el desarrollo fisiológico de las plantas cultivadas. Se mide en términos de porcentaje de sodio intercambiable respecto a la capacidad de intercambio catiónico total.

j) Acidez - Considera el valor de concentración de hidrógeno (pH) en el suelo. Su acción recae sobre el desarrollo de los cultivos, aunque no queda claro el mecanismo de esta acción.

k) Fijación de fósforo - Está indicando la capacidad de los suelos para retener en forma de compuestos insolubles, no asimilables por las plantas, el fósforo que contienen éstos en forma natural o en los fertilizantes fosfatados que se aplican. Bajo estas condiciones se hace evidente la deficiencia nutricional de los cultivos.

De hecho existen otros factores que afectan la producción agrícola, pero que dentro de la metodología se considera que deben de especificarse cuando están afectando la región que está en estudio. Este es el caso de la erosión, como perturbación del medio natural provocada usualmente por el establecimiento de actividades humanas; y la inestabilidad de los terrenos, lo que se refiere a movimientos del suelo que impiden totalmente el establecimiento de actividades agrícolas, lo que se presenta casi exclusivamente en zonas desérticas o litorales.

Finalmente así como lo menciona Krishnamurthy et. al.<sup>75</sup> es importante elucidar las diferencias que prevalecen entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas tradicionales y modernos, debido a que tal comparación es fundamental para el manejo de éstos últimos, en cuanto a lograr un rendimiento estable y sostenido. Así, se sabe que los sistemas "ecológicos" tienen estructura, organización y funcionamiento con un equilibrio dinámico, cuyas propiedades funcionales más importantes son: el flujo de energía, los ciclos de nutrientes e hidráulicos a diferentes tasas y

---

75 Krishnamurthy, L., García, E.R., Gliessman, S.S. 1978. *El impacto del Hombre al cambiar las propiedades funcionales. Los Agroecosistemas Tradicionales y Modernos*. Seminarios Regionales sobre Agroecosistemas con Énfasis en el Estudio de Tecnología Agrícola Tradicional. C.E.A.T. H. Cárdenas, Tabasco.

cantidades a través de especies distintas en el sistema (productores, consumidores y descomponedores), los cuales son únicos para cada ecosistema. Son en la manipulación de estas propiedades funcionales por el hombre, la característica predominante de los agroecosistemas; mientras que los subsistemas asociados al hombre (económico, político y social) determinan a su vez las propiedades funcionales de los agroecosistemas. De esta manera, el flujo de energía en los agroecosistemas es canalizada hacia el subsistema de productores, mediante la selección de cultivos, eliminación de malezas y controlando el subsistema de consumidores; siendo este flujo, en el ecosistema natural, a través de especies diferentes a tasas diferenciales, tanto a niveles tróficos de productores como de consumidores. El problema a este respecto radica que en el manejo del flujo de energía en los ecosistemas modernos origina el fenómeno de entropía, lo que trae como consecuencia reacciones que no son inmediatas, que más bien se pueden presentar de forma indirecta e inesperada. Si bien la eficiencia en la captación de la energía muestra un orden decreciente en ecosistemas, agroecosistemas tradicionales<sup>\*\*</sup> y agroecosistemas modernos<sup>\*\*\*</sup>, respectivamente; la eficiencia de la fotosíntesis, calculada como la relación producción neta sobre la energía radiante

\*\* Se entiende por agricultura tradicional a aquella actividad productiva que involucra las técnicas y aspectos culturales emanados del conocimiento empírico acumulado por las etnias rurales y, cuya producción se encuentra orientada fundamentalmente al autoconsumo.

\*\*\* La agricultura moderna es aquella actividad agrícola que involucra aquellas técnicas modernas de producción (implementación de riego, fertilización, etc.) y cuya producción generalmente es destinada a la comercialización.

interceptada por el ecosistema, es mayor en los agrosistemas<sup>76 y 77</sup> debido al subsidio de energía que el hombre lleva a cabo en estos sistemas, reduciendo así el costo de auto-mantenimiento. Sin embargo, este hecho no puede prolongarse indefinidamente, ya que la reserva de energía para mantener a los cultivos es finita. Es por esto que lo que sucederá a estos sistemas dependientes es actualmente impredecible. La eficiencia en el uso del agua, así como el ciclo de los nutrientes, se comportan de manera similar al del flujo de energía, en los agroecosistemas, mediante la domesticación de los cultivos a través del riego y el ingreso de fertilizantes. En este aspecto los agroecosistemas tradicionales mantienen cierta similitud con los ecosistemas, a través de cultivos de temporal y suministro de materia orgánica de sistemas vecinos, lo que les confiere mayor estabilidad. En consecuencia, lo que está sucediendo con los agroecosistemas modernos, al incrementar la tasa de circulación de biomasa al nivel de subsistema de productores, pero siendo ésta menor a la de sus consumidores (el hombre), es obvia si se interpreta en términos de crisis alimenticia. Ahora bien,

---

76 Ryszkowski, I. 1974. *Ecological effects of intensive agriculture*. Warsaw: Polish Scientific Poland.

77 Odum, P.E. 1971. *op. cit.*

se sabe que los efectos que ha causado el hombre en los ecosistemas por medio de los agroecosistemas modernos, no son exclusivas a él, como es el caso de la eutroficación, la tendencia al "monocultivo" natural por competencia, la homogeneidad en la estructura del ecosistema producida por territorialismo y otros comportamientos,<sup>78</sup> el problema radica entonces más bien en la tasa, variedad e intensidad de la actividad humana por lo que el uso agrícola debería estar encauzado al mantenimiento o el incremento de la habilidad de la capacidad de autorregulación del sistema; por lo que debería existir una oposición a cualquier práctica agrícola moderna que esté afectando la estabilidad del sistema.

#### 1.2.3.2 Uso pecuario

La utilización de la tierra para fines pecuarios ha quedado definido como "el aprovechamiento del terreno que se distingue por el uso de la vegetación natural, o por la sustitución de ésta por especies cultivadas, con el propósito de alimentar directamente sobre el terreno a herbívoros domésticos que son útiles al hombre".<sup>79</sup>

78 Jacobs, J. 1976. *Diversity, stability and maturity in Ecosystems influenced by human activities*. Unifying concepts in Ecology. Junk BV Publishers. The Hague. The Netherlands.

79 Definición tomada de: *Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía del Uso Potencial de las Tierras*. op. cit.

Otros autores <sup>80</sup> han ubicado a la actividad pecuaria como un subsistema secundario, dentro de un agroecosistema, al estar su producción dependiendo de los vegetales.

Asimismo, la actividad pecuaria, como un proceso de producción, incluye al igual que la producción agrícola, los mismos factores para su establecimiento. Es decir, los factores constituyentes del medio ecológico, aquellos relacionados a la tecnología de producción y las condiciones socio-económicas prevaletes:

Los factores constituyentes del medio ecológico son aquellos que influyen en a) el establecimiento de especies forrajeras, b) la cobertura y condición de la vegetación natural que es aprovechable por el ganado, y c) la movilidad del ganado dentro de los pastizales.

Los factores técnicos son aquellos que están relacionados con el establecimiento y preservación de las praderas, o sea, son todas aquellas labores y métodos para establecer y conservar el pastizal, incluyendo, si es indispensable, el suministro de agua. Dadas las características de los pastos, principalmente por las condiciones que impone la vegetación, la mayor parte de las labores que

---

80 Hernández X. et. col. (UACH) y Ortiz y Rivera (UACH) en: *Seminarios Regionales sobre Agroecosistemas con énfasis en el estudio de Tecnología Agrícola Tradicional*; Valdez Flores en: *Algunos aspectos de la Ganadería en México*, 1981. *Rev. Geog. Agric.*, Julio, México.

intervienen en el manejo de las praderas son de carácter manual, por lo que no es importante conocer el procedimiento de labranza del terreno, salvo en la preparación de éste para la siembra. Por lo que los aspectos técnicos más bien están encauzados a la forma de llevar a cabo el suministro de agua, la cual incluye la aplicación de riego en las regiones climáticas que así lo requieran.

Los factores socioeconómicos que intervienen en el desarrollo de la producción pecuaria, son esencialmente los que se han considerado para la producción agrícola.

Como se ha indicado anteriormente, la metodología solo está contemplando los factores biológicos y/o técnicos que influyen en este proceso productivo; los cuales están relacionados con las condiciones ambientales pre-valecientes, como ya se ha explicado:

a) Factores biológicos:

1) Establecimiento de especies forrajeras - el cual se refiere al desarrollo fisiológico de especies apetecibles para el ganado, adaptadas climáticamente a la zona. Los principales factores ambientales involucrados son entonces aquellos relativos al clima y a los edáficos: Dentro de los primeros se considera al régimen de humedad, como el concepto que engloba las posibilida-

des y restricciones que presenta el régimen climático para el establecimiento de esta vegetación, indicando, además, su desarrollo en pastizales artificiales de temporal o de riego. Dentro de los factores edáficos se consideran a: la profundidad efectiva del suelo, inundación, hidromorfismo, la presencia de sales y/o sodio, acidez, fijación de fósforo, inestabilidad y drenaje. Estos factores edáficos determinan las especies adaptadas, cuando alguno de estos factores esté actuando como limitante; por ejemplo a la deficiencia de drenaje, a altas concentraciones de sales y/o sodio o a la poca profundidad del terreno.

2) Cobertura y condición de la vegetación natural - Este factor se refiere al estado actual de la vegetación natural que está alimentando al ganado, en relación a la capacidad de ésta de sostener un número determinado con un peso, también definido de organismos a lo largo del tiempo. Las características de la vegetación para este propósito incluyen por un lado su composición, en lo referente al número de especies presentes que tienen un alto valor forrajero y, por otro lado la abundancia de éstos en un determinado terreno. El aprovechamiento de la vegetación natural para este proceso productivo, puede entonces llevarse a cabo en pastizales naturales

u otros agostaderos, en donde se puede observar claramente cuando la capacidad de carga del terreno ha sido rebasada, en el hecho de la notable disminución de especies dominantes, apetecibles por el ganado, y el consecuente incremento de aquellas que se caracterizan por su mal sabor. Finalmente, es necesario agregar que este tipo de vegetación se establece en grupos edáficos característicos, cuando éstos pueden considerarse maduros, ya que son respuesta de los efectos conjuntos de esta vegetación y el clima existentes, lo que no sucede en suelos considerados jóvenes o locales; o bien, su desarrollo puede ser debido a la perturbación de un ecosistema climax, estando considerados como una vegetación secundaria que luego puede ser mantenida a lo largo del tiempo, por el hombre.

3) Movilidad del ganado, en el área de pastoreo - Se refiere a las posibilidades físicas que muestra un terreno, en relación a la movilidad del ganado. Es decir, las facilidades o limitaciones que las condiciones del terreno presenta en el libre acceso de los animales. Así los factores ambientales que influyen en este hecho son: características inherentes al suelo, como la topografía, obstrucción superficial (como piedras o rocas), inestabilidad e inundación; así como algunos componentes

de la vegetación misma. De hecho, los rangos de estos factores ambientales varían según la especie animal de que se trate; por ej. se sabe que el ganado caprino es capaz de pacer en sitios más abruptos y hasta cierto punto inaccesibles para el ganado bovino.

b) Factores tecnológicos -

1) Establecimiento de pastizal cultivado - Esta posibilidad se está refiriendo al grado de dificultad que presenta un terreno en la introducción de una o varias especies forrajeras utilizando maquinaria e implementos agrícolas, así como la aplicación de riego en las regiones en donde sea necesario. Así, los factores ambientales involucrados en este proceso serán: la topografía, la profundidad efectiva del suelo, la obstrucción superficial e interna, el drenaje y la inundación.

Cabe aclarar que los factores ambientales considerados dentro de los requerimientos técnicos y biológicos para el establecimiento de la actividad pecuaria, ya han sido previamente definidos.

Una vez descritos los requerimientos biológicos y técnicos para el desarrollo de la producción pecuaria; es decir, en atención a las condiciones topográficas, edáficas y de disponibilidad de agua que ofrecen los

terrenos, así como a la vegetación natural que sustentan, se pueden definir cinco clases de capacidad de uso pecuario en el territorio nacional:

CLASE P<sub>1</sub>. Uso Pecuario en Praderas cultivadas - En esta clase de capacidad de uso se agrupan aquellos terrenos que permiten el establecimiento de praderas cultivadas o artificiales, contemplando la aplicación de riego en las regiones donde sea necesario. Los terrenos susceptibles a este tipo de utilización pueden encontrarse en las siguientes condiciones:

- a) terrenos que actualmente presentan agricultura,
- b) terrenos en los cuales actualmente existe pastizal natural y c) terrenos que sostienen vegetación aprovechable por el ganado, pero ésta es diferente del pastizal. Es obvio, que este tipo de uso pecuario es capaz de soportar una mayor carga animal por unidad de superficie como producto de los subsidios aportados por el hombre.

CLASE P<sub>2</sub>. Uso Pecuario en Pastizales Naturales -

CLASE P<sub>3</sub>. Uso Pecuario en otros agostaderos - Estos tipos de utilización pecuaria del terreno se caracterizan por el hecho de que ya no permiten el establecimiento de praderas cultivadas. La diferencia que guardan es el hecho de que la primera está integrada por

terrenos que sustentan pastizal aprovechable por el ganado, mientras la segunda agrupa terrenos cuya vegetación natural dominante es diferente del pastizal. En tales circunstancias resulta obvio suponer, que ambas clases muestran mayores grados de dificultad para llevar a cabo este tipo de utilización de la tierra, al considerar que los subsidios que el hombre aporta son mínimos.

CLASE P<sub>4</sub>. Uso Pecuario restringido al Ganado Caprino - Esta clase de capacidad de uso pecuario se refiere a terrenos, que por sus características físicas y biológicas, solo permiten el sustento del ganado caprino. Así, estos terrenos generalmente se ubican en áreas de pendientes pronunciadas que sostienen cualquier tipo de vegetación, constituido por lo menos con algunas especies forrajeras solo aprovechables por este ganado.

CLASE P<sub>5</sub>. Terrenos no aptos para el uso Pecuario - En esta clase se ubican aquellos terrenos que no son adecuados para llevar a cabo ningún tipo de utilización pecuaria de la tierra, salvo algunos que por su manejo particular, no se están considerando dentro de la estructura general de este sistema de evaluación.

- . Finalmente, hay que hacer notar que las clases de uso pecuario definidas, aunque están representando adecuadamente las alternativas que podrían ser establecidas en las diferentes regiones geográficas de México, son de carácter general. En sí están representando dos tipos generales de utilización, los de carácter intensivo y aquellos correspondientes al pastoreo extensivo, donde dependiendo de la especie de pasto cultivado o del ganado bajo pastoreo, cada tipo de utilización mostrará diferencias regionales.
- . Desde un punto de vista ecológico, los sistemas de producción pecuaria presentan la misma problemática, que los señalados para los agrícolas, en cuanto a lo señalado sobre los sistemas modernos y tradicionales de producción. Así, el establecimiento de praderas cultivadas es equivalente a la agricultura mecanizada de riego; así como la utilización de la vegetación natural para uso pecuario lo es para los otros tipos de utilización agrícola señalados. Es por esto que no hace falta repetir la problemática que presenta, dentro de consideraciones ecológicas, la implementación de técnicas modernas de producción. Lo que sí es necesario es hacer hincapié es que el establecimiento de praderas cultivadas deberían ser tan solo un complemento, valioso por cierto, de la producción pecuaria y el pastoreo de vegetación natural, la fuente principal forrajera en la producción

ganadera del país, si se quiere mantener los valores ecológicos en los cuales descansa la preservación de los organismos en la Biosfera. En el adecuado aprovechamiento de la vegetación natural, son necesarias dos consideraciones a saber <sup>81</sup>: 1) la productividad, y 2) el porcentaje de la productividad neta que se puede extraer anualmente dejando la plantación con hierba suficiente para asegurar la productividad futura y presumiendo épocas de sequía. Así, se ha calculado que el consumo óptimo por el ganado debería ser aproximadamente menos de la mitad de la producción anual de las especies forrajeras, para la conservación de este recurso. Finalmente, puede decirse que el modelo de intensidad de pastoreo, tan solo aporta un pequeño beneficio temporal, a expensas de un daño de efectos prolongados sobre el medio.

#### 1.2.3.3 Uso Forestal

La utilización de la tierra, con fines forestales ha quedado definida como "la utilización selectiva de la vegetación silvestre, con el propósito de obtener una serie de productos y materias primas como son las maderas, las fibras, las resinas y los frutos, que son útiles al hombre en forma directa o mediante su transformación".<sup>82</sup>

81 Odum, P.E. 1972. *Ecología*. op. cit.

82 Definición tomada de: *Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía de Uso Potencial de las Tierras*. op. cit.

Esta definición contempla únicamente a aquella actividad silvícola en bosques de desarrollo natural, sin incorporar entonces aquella explotación forestal a partir de bosques artificiales o "cultivos de árboles", ya que esta actividad puede considerarse como una actividad agrícola; por lo que es necesario tomar en cuenta, como lo afirman algunos autores<sup>83</sup>, que el bosque al estar constituyendo un ecosistema primario, presenta otros usos importantes, como son el recreo, vertientes de aire y agua y hábitats de animales silvestres, que son importantes de incorporar en la adecuada planeación del suelo. Es evidente que dichos "usos" tienen una función sobre las demás necesidades ambientales del hombre y además pueden representar un valor ecológico, más que uno económico.

- . De esta manera, para la determinación de los tipos de utilización forestal que es posible definir, es importante concebir al bosque desde dos aspectos diferentes: como un sistema ecológico y como un recurso que forma parte de la actividad productiva, dentro de un sistema económico y social definido.
- . El bosque es un ecosistema primario, que desde el punto de vista ecológico está representado por formas

<sup>83</sup> Ver: Hinckley, D.A. 1976. *Applied Ecology. A Nontechnical Approach*. Macmillan Publishing Co. Inc. U.S.A.

Odum. 1972. op. cit.

de vida vegetales que reflejan por una parte los rasgos principales del clima y por otra parte, el carácter estructural del habitat para los diversos animales que se desarrollan en este medio. Por lo que se puede decir que, desde el punto de vista de la actividad productiva, el recurso forestal tan solo está formado por algunas unidades de vegetación, dentro de las comunidades que conforman este ecosistema, a partir de las cuales se puede obtener algún tipo de aprovechamiento por el hombre. De esta manera se pueden reconocer, dentro de un valor ecológico, la utilización de este recurso en la conservación; la cual se refiere a la preservación de la calidad de este ecosistema, lo cual incluiría: la recarga de acuíferos y la vida silvestre tanto de especies animales como vegetales; éstos también pueden ser útiles en la determinación de áreas de Investigación (se refiere a comunidades naturales inalteradas que puedan servir como "controles", que puedan ser representativos en diversas investigaciones). Al mismo tiempo este recurso puede ser utilizado para satisfacer otras necesidades ambientales del hombre, que directamente no constituyen tampoco un valor económico para éste, como lo es la recreación, lo cual se estaría refiriendo tanto a la caza deportiva, el campamento y que además pueden constituir áreas que sirvan para el estudio

de la naturaleza <sup>84</sup>.

Finalmente, como ya se mencionó, el bosque representa un recurso importante en la actividad productiva dentro de un sistema socioeconómico definido. Así al estar este recurso basado en la utilización selectiva de la vegetación silvestre, la producción forestal es concebida, a diferencia de la agricultura, como un aprovechamiento de esfuerzo acumulado del pasado. Es decir, que a medida que este "depósito" natural ha sido explotado, la actividad silvícola necesita adaptarse a la dependencia con respecto al crecimiento anual de las especies utilizadas. Para este fin, se pueden reconocer tres tipos forestales de utilización de la tierra, atendiendo a el propósito de la explotación, o sea, referido hacia la orientación económica que se pretende hacer con los productos que ofrece la vegetación natural: de orientación industrial, comercial y de consumo doméstico.

- En la evaluación para el manejo de los sistemas forestales, desde un punto de vista ecológico y económico, se considera que la erosión es un fenómeno natural que representa un indicador de las bondades y limitaciones que presenta un terreno en las diversas actividades silvícolas. A saber, la velocidad de erosión de un terreno,

---

84 Hinekley, D. A. 1976. *op. cit.*

es debida a la interacción de los siguientes factores ambientales: la topografía, el tipo de material edáfico, las condiciones macro y microclimáticas y la densidad y distribución de la vegetación<sup>85</sup>. En ecosistemas forestales, este fenómeno generalmente ocurre cuando ha sido removida la cubierta vegetal, exponiendo al suelo a la energía erosiva de la precipitación. Es importante distinguir entre el concepto de riesgo de erosión y el potencial de erosión: el primero está asociado con las características físicas del sitio, por lo que se considera un fenómeno inherente a él, mientras el segundo está relacionado con la modificación de las características de este sitio a través de las actividades silvícolas. Es evidente que el fenómeno de erosión, concebido en ambas formas, guarda estrecha relación con las actividades silvícolas que se pretendan establecer, y que esta relación se debe a la compleja interacción de los factores ambientales señalados.<sup>86</sup> De hecho, la metodología para la determinación de Ecoregiones elaborada por

---

85 *Silvicultural Activities and non-point pollution Abatement. A Cost Effectiveness Analysis Procedure*, 1977. Forest Service U.S. Def. of Agric. Of. of Research and Development. U.S. Environment Pollution Agency.  
Martin, G. G., Sanchez, A.L. 1980. *Planeación Ecológica del Uso de la Tierra y Evaluación de la Capacidad de Sustentación en la Región Xalapa*. INIREB. Xalapa, Ver.

86 *Silvicultural Activities and non-point pollution Abatement* op. cit.

Bailey (1978)<sup>87</sup> es una clasificación de unidades forestales para fines de manejo silvícola donde incorpora áreas homogéneas tomando en cuenta tanto los factores abióticos (clima, suelo y relieve) como los bióticos (fauna y flora), lo cual es el pretendido propósito de la clasificación fisiográfica expuesta en este trabajo y en la cual se sostiene que el tipo de vegetación existente es un resultado conjunto de estos factores abióticos. Relacionando lo dicho acerca del fenómeno de erosión y este hecho, se considera que para poder determinar las clases de uso forestal que pueden ser establecidas en un sitio determinado, es necesario conocer el tipo y características de la vegetación existente. En este punto ya es claro observar que a mayor intensidad de utilización silvícola, industrial, comercial y doméstico, en orden decreciente de este recurso, acompañado de una mayor erosión potencial, existe un decremento en la utilización de éste con fines de conservación y recreación, respectivamente con la consiguiente disminución de riesgo potencial. (fig. 1.3.2.3 (a)); sin embargo, la decisión entre la elección de estos diferentes tipos de "usos" forestales, que generalmente muestran incompatibilidades

---

87 Bailey, 1978. *op. cit.*

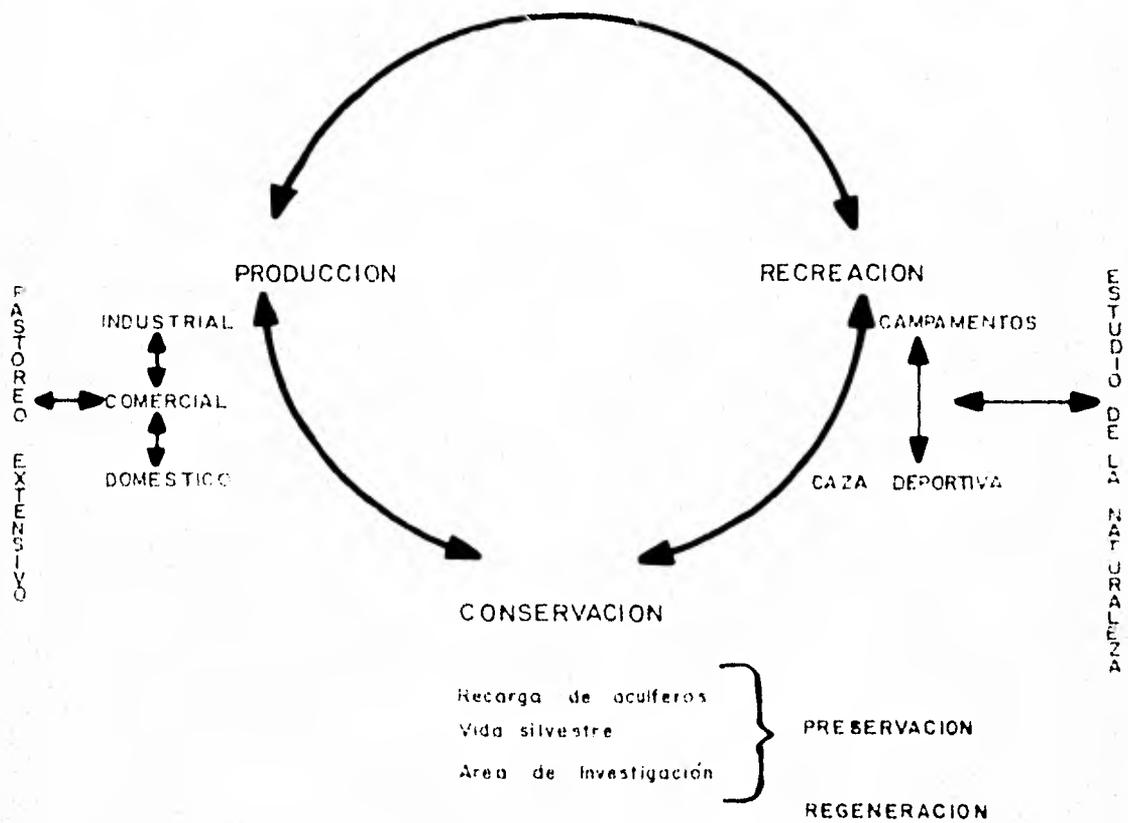


Fig: 1.3.2.3 (b) CONFLICTOS POTENCIALES EN LA UTILIZACION DEL RECURSO FORESTAL

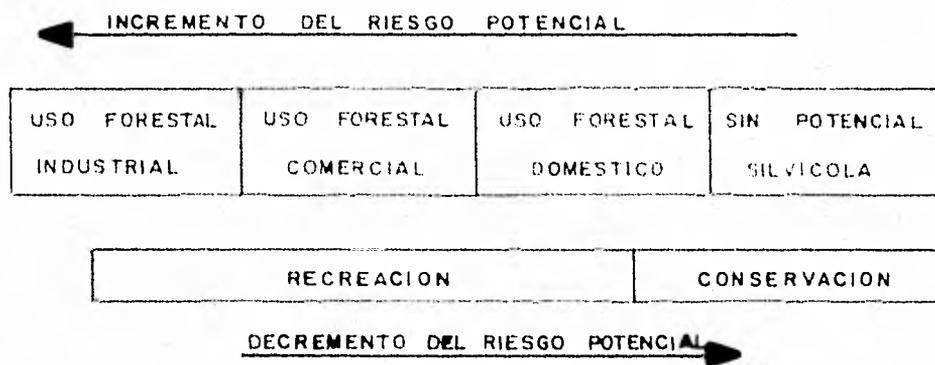


Fig: 1.3.2.3 (a) RIESGO POTENCIAL DE EROSION EN LA IMPLEMENTACION DE LOS TIPOS DE UTILIZACION FORESTAL

en su implementación (ver fig. 1.3.2.3 (b)) corresponde a políticas concretas en sitios específicos (como es el caso de programas de conservación de suelo y agua, de fauna silvestre o la creación de parques nacionales), por lo que compete más bien a la determinación del uso conveniente del suelo<sup>88</sup>. Es por esto que la presente metodología se basa en la evaluación específicamente del recurso forestal que constituye una actividad productiva, en donde la erosión constituye un indicador indirecto tanto de los factores abióticos como bióticos, que se utilizan para la determinación potencial de este recurso.

- . Los tipos de utilización forestal, industrial, comercial y doméstico, que presentan una orientación económica como se han definido, están basados en el tipo y condición de vegetación, principalmente, y de la región climática prevaleciente; ya que en ésta se reflejan el carácter de los productos. Es por esto, que los procedimientos y técnicas que se emplean en la extracción, es decir los factores tecnológicos, no son en este caso, a diferencia del uso agrícola y pecuario, criterios para la definición

<sup>88</sup> Existe mayor información sobre la evaluación de erosión, como herramienta en la planeación del uso de la tierra y ejemplos concretos de cómo ésta puede ser un factor importante para determinar uso conveniente, en: Martín, G. G., y Saucedo, L. B. A. 1980. op. cit.

de los tipos de utilización considerados, aunque sí influyen para la determinación del grado de aptitud del terreno para este tipo de explotación.

- . Los factores ambientales que están determinando el grado de aptitud que presentan los terrenos para un uso forestal, industrial, comercial y doméstico, son aquellos que influyen en dos aspectos. El primero, constituye el aspecto biológico y está relacionado con las características de la vegetación mientras el segundo está relacionado con el aspecto técnico, y se refiere a las características del terreno que influyen en la extracción del recurso:

- 1) Características de la vegetación - se refiere al tipo, cobertura y condición de la vegetación susceptible de ser utilizada. El tipo de vegetación, está en función del clima, y de los patrones edáficos y de relieve como ya se mencionó en el apartado 1.1.4. En este sentido la regionalización fisiográfica resulta de gran utilidad, pues en ella ya es posible distinguir aquellas unidades de vegetación, que presentan algún interés silvícola. La cobertura de la vegetación se refiere al número de individuos existentes, de especies que representan utilidad para el hombre, por unidad de superficie. Este valor se representa como porcentaje de espesura y comun-

mente se utilizan los cuadros elaborados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF), apoyándose a la vez en fotografías aéreas (generalmente a escala de 1:20 000). Los porcentajes de espesura pueden ser clasificados como lo indica la Tabla 1.2.1 (f), en donde se contemplan principalmente 4 rangos: 1) más del 50% de las especies son de valor industrial, comercial o doméstico; 2) entre el 50 y el 20% tienen un valor industrial, comercial o doméstico; 3) entre el 20 y el 1% presentan estos valores y, 4) menos del 1% tienen algún valor para el hombre. Por último, la condición de la vegetación se refiere al desarrollo fisiológico que presentan los individuos de las especies explotables. Para la determinación de este factor se toma en cuenta las alturas promediales de los arbolados y el diámetro arriba del pecho (DAP), los cuales nos están indicando el grado de madurez de los individuos. Para el valor de DAP se han fijado 4 rangos, que representan los grados de aptitud desde óptimo para su explotación hasta sin posibilidades de uso: a) más de 60 cm; b) 25-60 cm; c) 15-25 cm; y d) menos de 15 cm. Tanto las alturas promediales como el DAP, se deben hacer en base a la determinación de campo. La determinación descrita, tanto de la cobertura y condición de la vegetación, de este recurso resulta ser aproximativa y suje-

ta a revisión local, en estudios más detallados. De hecho, la misma composición florística, debería determinarse mediante muestreos de campo, pero una vez más se está utilizando información cartográfica por el alcance general con que la metodología está diseñada; por lo que este tan solo sería posible en estudios detallados. Mediante la utilización de la información de tipo, cobertura y condición de la vegetación los sitios pueden ser agrupados, en orden decreciente, según la intensidad de uso a la que pueden ser sometidos, como se muestra en la Tabla 1.2.1 (f).

2) Características del terreno, que influyen en la extracción del recurso - se refiere a aquellas condiciones ambientales que están relacionadas con el corte y transporte de los productos forestales. Se considera dentro de estos factores físicos a: el relieve, la obstrucción y la inundación. El primer factor constituye el problema más fuerte para la extracción, principalmente cuando el paisaje está representado por pendientes mayores del 70%, terrenos quebrados, con numerosos barrancos y cañones. Los terrenos, por este factor se pueden agrupar en orden decreciente en 4 rangos que representan desde valores de pendientes que no significan una limitante hasta aquellos que impiden la extracción:

1) < 3 hasta 12%; 2) 12-40%; 3) 40-70% y 4) > 70%.

Se puede decir, de manera general, que en grandes extensiones donde estas condiciones predominen resultaría anti-económico dedicarlas a actividades forestales. Al mismo tiempo se sabe que a una pendiente mayor del 70%, los terrenos presentan una alta susceptibilidad a erosionarse, cuando se elimina parte de su cubierta vegetal.

El factor físico de obstrucción, está representado por los afloramientos rocosos que se presentan en un terreno y que pueden llegar a impedir el transporte del producto y en algunos casos, la extracción forestal. Este ya ha quedado definido en porcentaje de la superficie del terreno que se encuentra ocupado por dichos afloramientos. Para este factor también se han definido cuatro rangos: 1) < 5 a 15%; 2) 15 a 50%; 3) 50 a 70% y 4) > 70%.

El factor de inundación, se refiere a aquellos terrenos, donde el suelo se satura con agua, ya sea en forma permanente o durante ciertas épocas del año. Se considera que este factor únicamente representa una restricción para la extracción del recurso, ya que no se habla de una aptitud nula por este factor, debido a que es posible utilizar medios especiales. En base a esto se definen únicamente 3 rangos de aptitud: 1) terrenos libres de inundaciones o que se encuentran inundados durante 3 me-

ses al año; 2) terrenos que se encuentran inundados de 3 a 9 meses al año y 3) terrenos inundados más de 9 meses al año.

- Una vez descritos los requerimientos biológicos y físicos para el desarrollo de la producción forestal; es decir en atención de las características de la vegetación (tipo, cobertura y condición) y del terreno (topografía, obstrucción e inundación) se han definido cuatro clases de capacidad de uso forestal, en función de las características de los productos vegetales que pueden ser obtenidos en un terreno determinado:

CLASE F<sub>1</sub>. Uso Forestal, referido a la explotación industrial -

Esta clase agrupa a aquellos terrenos que se encuentran constituidos por especies, cuyos individuos pueden ser transformados industrialmente en productos utilizables directa o indirectamente por el hombre. Cuando el producto susceptible a extraerse es maderable, es necesario que el fuste de los árboles sea de un grosor mínimo de 15 cm, una altura de 1.3 m y que presente una forma recta por lo menos a lo largo de 1 m. (sin incluir los primeros 30 cm a partir de la base del árbol). Esta clase también agrupa aquellos terrenos que tuvieron una vegetación formada por individuos con estas características y que todavía presentan las condiciones am-

bientales necesarias para el establecimiento de dicha vegetación. Los productos obtenidos pueden ser:

1) maderables y no maderables, 2) maderables y 3) no maderables.

CLASE F<sub>2</sub>. Uso Forestal, referido a la explotación comercial - Esta clase de uso agrupa a aquellos terrenos con vegetación formada predominantemente por especies de cuyos individuos pueden obtenerse productos comerciables, aún con poca o ninguna transformación manual. O bien, áreas que tuvieron una vegetación con dichas características y en las que todavía es posible el establecimiento de especies que tengan importancia comercial, debido a que las condiciones ambientales originales no han sido demasiado alteradas. Los productos obtenidos también pueden ser: 1) maderables y no maderables, 2) maderables y 3) no maderables.

CLASE F<sub>3</sub>. Uso Forestal, referido a la explotación Doméstica - Esta clase de uso agrupa áreas cuya cubierta vegetal está representada por especies utilizadas, total o parcialmente, para cubrir necesidades de la población local.

CLASE F<sub>4</sub>. Terrenos no aptos para la utilización Forestal - Esta clase está agrupando a aquellos terrenos en los cuales

no existen especies útiles al hombre, o bien, su cobertura no excede al 1% de la superficie del terreno.

- . Es necesario señalar que existe una sobreposición entre las diferentes clases de uso forestal debido a que, por ejemplo, una especie de uso industrial, también puede ser de importancia comercial o doméstica o bien, puede ser que en un mismo terreno se presenten especies susceptibles de explotarse en las tres modalidades consideradas. Esto se puede separar de la siguiente manera:

- a) En una área F1 puede llevarse a cabo un uso forestal comercial o doméstico con aptitud de alta a baja.
- b) En una área F2 puede o no llevarse a cabo un uso forestal industrial de aptitud baja y un uso forestal doméstico de aptitud alta a baja.
- c) En una área F3 puede o no llevarse a cabo un uso forestal, industrial o comercial, pero dicho uso sólo puede ser de aptitud baja.
- d) En una área F4 puede o no llevarse a cabo un uso forestal doméstico, pero si dicho uso se realiza es de aptitud baja.

. Finalmente, se puede decir que el correcto manejo de las zonas forestales, para su prudente utilización, requiere de un apoyo de Inventarios de este recurso y un entendimiento de los procesos involucrados en el desarrollo y mantenimiento de estos ecosistemas. Con esta información, es posible decidir que tipo de combinaciones son posibles entre producción, recreación y conservación, atendiendo a su compatibilidad en un área forestal. Asimismo, es posible elegir las estrategias y herramientas que puedan crear o preservar tipos forestales apropiados para un patrón de utilización: por ejemplo, la identificación de zonas forestales donde el fuego ayude al incremento de la producción de pulpa y otros sitios donde este mismo factor sea eliminado para mantener algún ecosistema climax <sup>89</sup>. Por otra parte, cuando se está considerando el cultivo de árboles, para fines forestales, los requerimientos biológicos y técnicos para su implementación, serían los mismos que contemplan la agricultura en general, es decir, sitios donde prevalecen tierras llanas y fértiles; pues el desarrollo de un bosque diverso y naturalmente adaptado constituye la mejor cubierta de aquellas tierras empinadas, donde las condiciones del suelo y agua no resisten el cultivo intenso de un tipo artificial por mucho tiempo <sup>90</sup>.

89 Kinckley, D. A. 1976. *op. cit.*

90 Lacate, B. S. and Romaine, M. J. 1978. *Canada's Land Capability Inventory Program*. *Journal of Forestry*: October, p.p. 669-671.

Cabe insistir que los factores socioeconómicos, como distancia a los sitios de mercado, localización geográfica, patrones culturales, tenencia de la tierra, población beneficiada, etc.; no se están tomando en cuenta para la evaluación potencial de este recurso y que éstos a su vez son necesarios, en la determinación del uso conveniente.

#### 1.2.3.4 Uso Urbano

El uso urbano se refiere a la estructura física interna de las ciudades, la cual está constituida por un conjunto de espacios adaptados, en los cuales las actividades urbanas se desarrollan, a través de las cuales circulan los flujos de bienes y personas que dichas actividades generan<sup>91</sup>.

De esta manera, las ciudades deben de acondicionar un amplio rango de funciones diferentes: sitios con aprovisionamiento de casas, lugares de trabajo, espacios abiertos para la recreación, sistemas de transporte, servicios de abastecimiento de agua, energía, alimento y eliminación de desperdicios.<sup>92</sup>

91 CERRUR. 1976. *Líneas metodológicas para la Elaboración de Planes de Desarrollo Urbano para Ciudades pequeñas y medianas con base a la Teoría de Umbrales.*

92 Edington, R. J. y Edington, M. A. 1977. *Ecology and Environmental Planning.* Chapman and Hall. London.

De hecho, una de las finalidades de la planeación urbana es el de armonizar estas funciones, buscando en esto una mayor eficiencia (esto incluye el lograr un "medio ambiente urbano" saludable y agradable). En la práctica es bien sabido que una función se desarrolla desproporcionalmente a expensas de otras (por ej: los sitios residenciales que se han visto sujetos a altos niveles de contaminación por ruido, al introducirse caminos o al expandirse áreas destinadas a aeropuertos, con el propósito de servir un mayor número de funciones regionales).

Si bien el cometido de la planeación urbana, es el de ordenar la estructura física de las ciudades; también tiene a su cargo el de guiar el proceso de crecimiento o expansión física de ellas.

Así, la presente metodología pretende incluir, dentro de su evaluación, la consideración del uso urbano como una alternativa más, para apoyar las necesidades de expansión física de las áreas urbanas; sin embargo, cabe aclarar que no contempla el análisis los usos ya incorporados en las áreas urbanas. De hecho, las metodologías existentes en lo relativo al aprovechamiento del suelo han tenido una orientación restringida

a las actividades agrícolas, pecuarias y silvícolas, sin considerar el complejo del medio urbano y rural que, sin embargo, actualmente se está expandiendo hasta cierto punto, de una manera anárquica, produciendo una destrucción de costosa y difícil sustitución, de estos recursos.<sup>93</sup>

A saber, el aprovechamiento del suelo en áreas urbanas, es un problema que implica consideraciones socioeconómicas, además de aquellas referentes al medio ambiente físico; por lo que al incluir este tipo de utilización en una metodología de evaluación potencial del suelo implica un difícil planteamiento debido, sobre todo, a la diferencia de valor económico que se le atribuyen a los diversos usos. Un buen ejemplo al respecto es el hecho de atribuir a la propiedad comercial un valor varias veces más alto que el que se le asigna a la tierra del campo, pese a que en última instancia son igualmente importantes en el mantenimiento de la estructura urbana.<sup>94</sup> Sin embargo, como ya se ha expresado, la metodología para evaluar uso potencial, está apoyada en los

---

93 Edington, M. J. y Edington, M.A. 1977. *op. cit.*

94 Odum, P.E. 1971. *op. cit.*

factores físico-ambientales de un determinado sitio, excluyendo para su evaluación consideraciones socio-económicas del lugar de estudio; por lo que este caso en particular sigue siendo una alternativa más, dentro de la gama de posibilidades de uso que muestra un determinado sitio, en base a los factores ambientales prevaletentes.

- Así, con la finalidad de poder determinar cuales son los factores ambientales que influyen en el establecimiento del uso urbano, se ha consultado una técnica auxiliar en la planeación de este uso, conocida como "Teoría de los Umbrales para evaluar estrategias de Desarrollo Urbano",<sup>95</sup> la cual está basada en el concepto básico de que el desarrollo físico de una ciudad encuentra barreras que lo limitan, las cuales pueden ser de 3 tipos: 1) físicos - cuando ellos tienen su origen en las condiciones ambientales, (topográficos, geológicos, hidrológicos y climatológicos); 2) tecnológicos- cuando tienen su origen en las características de los elementos de la infraestructura urbana (vialidad, redes de drenaje, agua potable y energía eléctrica y transporte) o, 3) estructurales- cuando ellos

95 SAHOP. 1978. *Desarrollo Urbano. Aplicación de la Teoría de los Umbrales para Evaluar Estrategias de Desarrollo Urbano*. Subsecretaría de Asentamientos Humanos. Dirección General de Centros de Población. México. CERUR. 1976. op. cit.

tienen su origen derivado de la utilización del suelo urbano (socio-demográficos, económico-financieros y jurídico-administrativos). Así, esta técnica sostiene que estas barreras constituyen umbrales de desarrollo urbano, y el remontarlas exige inversiones de capital desproporcionadas en relación a los gastos normales en los que se incurre para implantar nuevos habitantes en el territorio urbano. Debido a esto, la técnica basa sus estudios en comparar diferentes alternativas, en base a los costos y posibles beneficios de ciertas áreas consideradas propicias para el uso urbano. De hecho, la presente metodología tan solo está evaluando las barreras físicas, en donde se considera que, ya que todas las áreas son desarrollables a determinado costo, los parámetros ambientales utilizados van a ser aquellos que impliquen un menor "costo", ya sea económica o ecológicamente hablando.

A continuación se mencionan aquellas características fisiográficas, involucradas en el proceso de desarrollo urbano, que se considera que pueden causar costos extraordinarios: 1) topográficas (referida al grado de inclinación del terreno, 2) Geológicas (referida básicamente a la resistencia del sitio, en base al material paretal existente) 3) características del suelo

(referidas a la resistencia del suelo en base a: su estructura, profundidad e hidromorfismo) y 4) obstrucción superficial e interna.

- . El establecimiento de los tipos de utilización urbana se fundamenta en las características físico-ambientales expuestas. Los grados de aptitud que muestra un terreno al establecimiento de este tipo de utilización, va a depender del grado o severidad con que estos factores se manifiesten, en un determinado terreno.
- . Por otra parte, existen otros factores naturales que demeritan al suelo, para este tipo de establecimiento de tal manera que al estar presentes impiden su desarrollo. Dentro de estos se consideran a: 1) áreas inundadas la mayor parte del año o de forma permanente; 2) zonas inestables, y, 3) características del clima, manifestadas en forma extremosa\* y, 4) fallas geológicas. Por el hecho de que estas características ambientales suelen presentarse en sitios específicos, no se están considerando dentro de los parámetros ambientales que se toman en cuenta para la evaluación; sugiriéndose entonces que éstos sean mencionados solamente cuando se manifiesten.

---

\* de hecho existen estudios realizados donde clasifican al clima, en función del índice de bienestar que presenta, a partir básicamente de la temperatura dominante.

Por otra parte, existen ciertas áreas que por su condición actual están consideradas demeritadas para este tipo de utilización del suelo, ya sea por el hecho de tener un uso actual relacionado con las actividades productivas o valores históricos y ecológicos, cuya sustitución suele ser costosa. Dentro de estos sitios podemos considerar a: 1) áreas de conservación del medio natural, 2) existencia de edificaciones o testimonios históricos, 3) áreas de recarga acuífera, 4) áreas agrícolas, pecuarias o forestales de alta productividad, 5) áreas con desarrollo turístico y 6) recreación. Estos sitios suelen ser eliminados en la evaluación para fines urbanos al ser zonas cuya utilización está predeterminada.

. Las clases de uso urbano que se pueden reconocer van a estar dadas en base a la densidad o tipo de urbanización que es posible establecer, en función de las limitantes físicas que puede presentar un terreno. Así se han reconocido 3 clases de uso urbano:

- . Urbanización progresiva o de alta densidad
- . Urbanización de mediana densidad
- . Urbanización de baja densidad

Al mismo tiempo es posible considerar en la evaluación el uso rural y el industrial; dado a que los requerimientos para su establecimiento, desde el punto de vista de las características físicas que se están considerando, suelen ser las mismas. Así al considerar el uso rural se puede observar que sus limitantes físicas guardan semejanza con el uso urbano de baja densidad asimismo el industrial con el uso urbano de alta densidad.

A este respecto, se sabe sin embargo que las áreas rurales difieren en muchos aspectos de las áreas urbanas, y no precisamente desde el punto de vista demográfico. Esta diferencia se fundamenta más bien en la estructura económica en la que se basan y el tipo de infraestructura que presentan.

En teoría, los usos rurales del suelo pueden ser combinados en una variedad de formas; las posibles combinaciones muestran los diferentes grados de compatibilidad. Este hecho, es conocido como el uso múltiple del suelo; el cual como ya se ha expresado, es más bien considerado como un uso conveniente del suelo. A su vez, el uso del suelo

para el desarrollo industrial, generalmente interfiere con los otros tipos de utilización, debido a que suelen no ser estéticos, contaminando el medio ambiente que lo rodea, por las características de sus desperdicios. Aunque a este respecto, la planeación regional, ha desarrollado técnicas, para "camuflagear" esta actividad y además, se han desarrollado numerosos estudios sobre resistencia de ciertas especies vegetales a las altas concentraciones de metales pesados en el suelo con el fin de regenerar a estas áreas.<sup>95</sup> El desarrollo industrial se considera una actividad productiva de suma importancia, en el desarrollo tanto de la economía urbana como rural (pues en última instancia esto depende del tipo de industria de que se trate: de transformación, extractiva, agroindustrias, etc.), por lo que su compatibilidad o conveniencia de su implantación en un lugar depende, como a los otros tipos de utilización, de consideraciones socioeconómicas

---

96 Existe mayor información al respecto en: Hurnick, R.V. and Davis, G.M. 1973. *Ecology and Reclamation of Devastated Land*. 2 vols. Gordon and Breach, N.Y. y Chadwick, M.J. y Goodman, G.T. 1975. *The Ecology of Resource Degradation and Renewal*. Brit. Ecol. Soc. Symp. 15, Blackwell, Oxford.

por lo que compete más bien al uso conveniente del suelo; siendo el objeto de la metodología mostrar únicamente las posibilidades físicas que permiten su implementación, y tan solo para el caso de complejos industriales (industria agrupada).

En la tabla 1.3.2.4 (a) se muestran los parámetros de los factores ambientales involucrados en las diferentes clases de uso urbano.

Por otra parte, se señala el grado de compatibilidad de estas clases de uso, con otros tipos de utilización predeterminada y las principales consecuencias ecológicas que traen estos tipos de utilización.

Finalmente, se puede agregar que el hecho de incorporar las clases de uso urbano en una metodología de uso potencial, aunque de manera general, se debe a la urgente necesidad de apoyar a la planificación urbana, con metodologías de planeación ecológica del uso de la tierra, o bien, concebido a la inversa: incorporar conceptos ecológicos en la planificación del uso urbano del suelo.

TIPO DE USO URBANO	REQUERIMIENTOS FÍSICO-AMBIENTALES				COMPATIBILIDADES DE USO									PRINCIPALES CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS				
	PENDIENTE (%)	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	DESTRUCCIÓN SUPERFICIAL (% árboles)	DESTRUCCIÓN INTERNA (árboles y aves)	SUELOS AGRÍCOLA DE TRABAJO	ZONAS BOSCOSAS	SUELOS PARA LA EVALUACIÓN	CUERPOS DE AGUA	PANTANOS Y MANGLARES	APERO DE RECA-ROA ACUÍFERA	CONSERVACIÓN DE LA FISIOGRAFÍA	CONSERVACIÓN DE LA FLORA	CONSERVACIÓN DE LA FAUNA	EROSIÓN DEL SUELO	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	SEDIMENTACIÓN DE LOS CAUSES	ALTERACIÓN DEL PRISAJE NATURAL
URBANIZACIÓN PROGRESIVA O DE DENSIDAD ALTA (UA)	0 - 6	100-20	0-35	0-45	●	●	●	◐	●	●	●	●	●	●	◐	●	●	●
URBANIZACIÓN DE DENSIDAD MEDIA (UM)	0 - 12	100-20	0-50	0-35	●	●	●	◐	◐	◐	●	●	●	●	◐	◐	●	●
URBANIZACIÓN DE DENSIDAD BAJA (UB)	0 - 25	100-10	0-70	0-35	●	◐	●	◐	◐	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
USO RURAL O HABITACION CAMPESTRE (UR)	0-25	100-10	0-70	0-35	◐	◐	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
SIN POSIBILIDAD DE USO URBANO	> 25	< 10	> 70	> 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INDUSTRIA AGRUPADA	0-6	100-20	0-35	0-35	●	●	◐	◐	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SIN POSIBILIDADES DE USO INDUSTRIAL	> 6	< 20	> 35	> 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA: 1.3.2.4 (a) CLASES DE CAPACIDAD DE USO URBANO

○ COMPATIBLE

◐ COMPATIBLE CON RESTRICCIONES

● INCOMPATIBLES

Esto resulta aún más evidente considerando el hecho de la actual dependencia de la ciudad con respecto al campo para todos sus recursos vitales (alimentos, agua, aire, etc.) y a la vez, la dependencia de éste con respecto a la ciudad para los recursos económicos.<sup>97</sup>

1.2.3.5 Sistema de evaluación de tierras para la determinación del uso potencial agropecuario, forestal y urbano.

- Una vez descritas las diferentes clases de uso agrícola, pecuario, forestal y urbano por separado, en este apartado se pretende unir las con la finalidad de presentar las alternativas de uso que muestra un terreno. Al respecto existen numerosos autores<sup>98</sup> que sostienen que cada recurso debe ser evaluado por separado, siendo cada una de estas clasificaciones válida para su propio propósito. Cada tipo de actividad o utilización que se le pretenda dar a los

---

97 Boulding, K.E., 1966. *Environmental Quality in a Growing Economy. Resources for the Future*. Johns Hopkins Press, Baltimore.

98 National Resources Planning Board. 1941. *Land Classification in the United States*. U.S. Gov. Print. Off. Washington, D. C.

Bailey, G., Pfister, D.R. y Henderson, A.V. 1978. op. cit.

Nelson, de Von., Harris, A.G. y Hamilton, E.T. 1978. op. cit.

recursos es distinta en cuanto a las consideraciones a tomar en cuenta, como se ha visto; pero sin embargo, una vez clasificadas es posible comparar éstas objetivamente para establecer las interacciones posibles entre los tipos de utilización considerados en cada actividad.

- Con esta finalidad es importante, por principio integrar en este apartado los criterios que se utilizaron para definir las clases y subclases de capacidad de uso, para cada actividad, que define el sistema, las cuales están resumidas en la tabla 1.2.3.5 (a). Así, mediante el análisis de estos criterios se puede observar, como ya se ha expresado con anterioridad, que éstos se refieren a los requerimientos técnicos y biológicos involucrados en el establecimiento de los tipos de utilización que contempla el sistema. A su vez, es evidente que dichos requerimientos deben ser satisfechos por los factores ambientales y técnicos prevaletes (más aquellas de tipo socioeconómico que no contempla el presente sistema). La identificación de dichos factores ambientales involucrados en cada tipo de utilización ya han sido previamente descritos; por lo que al analizarlos fue posible identificar aquellos

CLASE FACTOR	AGRICOLA						PECUARIO						FORESTAL				URBANO			INDUSTRIAL	
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	F1	F2	F3	F4	U1	U2	U3	R1	R2
<b>TOPOGRAFIA</b>																					
<b>UNIFORME</b>																					
0 - 5	[Grid with diagonal shading]																				
5 - 15	[Grid with diagonal shading]																				
15 - 40	[Grid with diagonal shading]																				
40 - 70	[Grid with diagonal shading]																				
70 - 80	[Grid with diagonal shading]																				
> 80	[Grid with diagonal shading]																				
<b>IRREGULAR</b>																					
3	[Grid with diagonal shading]																				
3 - 12	[Grid with diagonal shading]																				
12 - 20	[Grid with diagonal shading]																				
20 - 50	[Grid with diagonal shading]																				
50 - 70	[Grid with diagonal shading]																				
> 70	[Grid with diagonal shading]																				
<b>PROF. EFECTIVA</b>																					
100 - 20	[Grid with diagonal shading]																				
100 - 10	[Grid with diagonal shading]																				
> 10	[Grid with diagonal shading]																				
<b>OBS. SUPERFICIAL (piedras)</b>																					
0 - 35	[Grid with diagonal shading]																				
35 - 50	[Grid with diagonal shading]																				
50 - 70	[Grid with diagonal shading]																				
70 - 80	[Grid with diagonal shading]																				
80 - 90	[Grid with diagonal shading]																				
> 90	[Grid with diagonal shading]																				
<b>AFLORAM. ROCOSAS</b>																					
0 - 10	[Grid with diagonal shading]																				
10 - 20	[Grid with diagonal shading]																				
20 - 50	[Grid with diagonal shading]																				
50 - 80	[Grid with diagonal shading]																				
> 80	[Grid with diagonal shading]																				
<b>OBS. INTERNA</b>																					
0 - 35	[Grid with diagonal shading]																				
> 35	[Grid with diagonal shading]																				
<b>INUNDACION (estacional)</b>																					
0 - 3 meses	[Grid with diagonal shading]																				
3 - 6 meses	[Grid with diagonal shading]																				
6 - 9 meses	[Grid with diagonal shading]																				
> 9 meses	[Grid with diagonal shading]																				

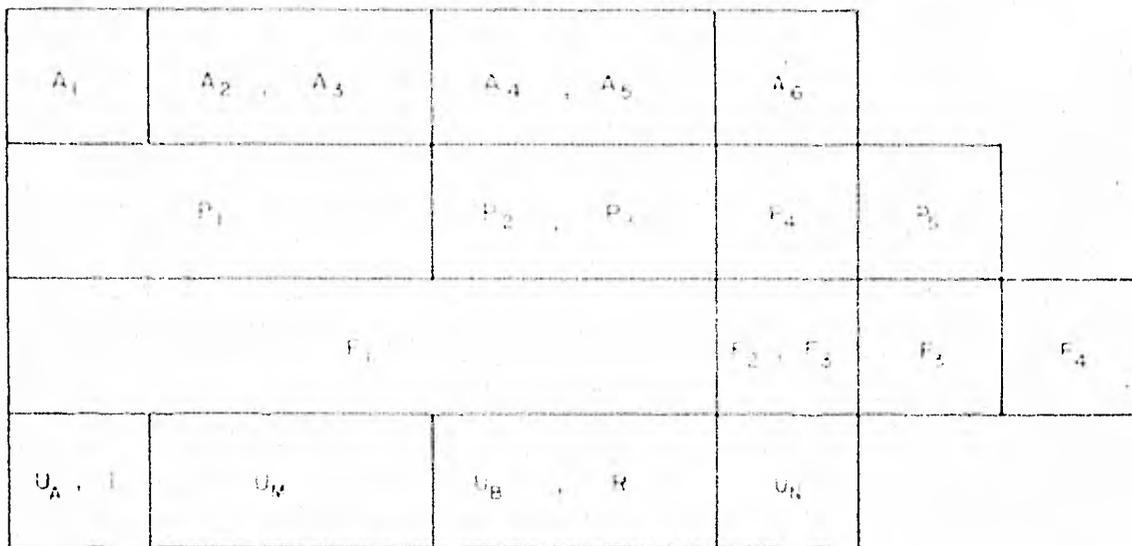
fig. 1.2.3.5 (a) ANALISIS DE LOS PARAMETROS AMBIENTALES INVOLUCRADOS EN TODOS LOS TIPOS DE UTILIZACION QUE CONTEMPLA EL SISTEMA DE EVALUACION

TABLA 1.2.3.5 (a) CRITERIOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR LAS CLASES Y SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO AGRICOLA, PECUARIO, FORESTAL Y URBANO

CAPACIDAD DE USO	CRITERIOS UTILIZADOS	TIPOS DE UTILIZACION DEFINIDOS
Agrícola	<p><b>CLASES</b></p> <p>1. Tipo de labranza:  mecanizada  tracción animal  manual</p> <p>2. Suministro de agua  continua  estacional</p>	<p>A<sub>1</sub> - Agricultura Mecanizada, continua  A<sub>2</sub> - Agricultura de Tracción Animal, continua  A<sub>3</sub> - Agricultura Mecanizada, estacional  Agricultura de Tracción Animal, estacional  A<sub>4</sub> - Agricultura Manual, continua  A<sub>5</sub> - Agricultura Manual estacional  A<sub>6</sub> - No apto para uso agrícola</p>
	<p><b>SUBCLASES</b></p> <p>Grados de aptitud para: la labranza, suministro de agua y desarrollo de cultivos.</p>	<p>(i) labranza  (s) suministro de agua  (e) Desarrollo de cultivos</p>
Pecuario	<p><b>CLASES</b></p> <p>1. Posibilidades de establecimiento de pastizal cultivado.  2. Movilidad en el área de pastoreo  3. Características de la vegetación natural.</p>	<p>P<sub>1</sub> Praderas cultivadas o artificiales  P<sub>2</sub> Vegetación natural de Pastizal  P<sub>3</sub> Vegetación natural, diferentes de pastizal aprovechable por el ganado  P<sub>4</sub> Vegetación aprovechable solo por el ganado  P<sub>5</sub> No apto para uso pecuario</p>
	<p><b>SUBCLASES</b></p> <p>Grados de aptitud para desarrollo de especies forrajeras, posibilidades de establecimiento de pastizal cultivado, movilidad en el área de pastoreo y características de la vegetación natural aprovechable.</p>	<p>(f) Desarrollo de especies forrajeras  (P) Establecimiento de pastizal cultivado.  (m) Movilidad en el área de pastoreo  (v) Características de la vegetación natural aprovechable</p>
Forestal	<p><b>CLASES</b></p> <p>1. Carácter de los productos forestales aprovechables  industrial  comercial  doméstico  2. Características físicas del terreno</p>	<p>F<sub>1</sub> Uso Forestal Industrial  F<sub>2</sub> Uso Forestal Comercial  F<sub>3</sub> Uso Forestal Doméstico  F<sub>4</sub> No aptos para uso forestal</p>
	<p><b>SUBCLASES</b></p> <p>Grados de aptitud para: características físicas del terreno y características de la vegetación aprovechable.</p>	<p>(t) Características físicas del terreno  (V<sub>i</sub>) Características de la vegetación aprovechable industrialmente  (V<sub>e</sub>) Características de la vegetación aprovechable comercialmente  (V<sub>l</sub>) Características de la vegetación aprovechable localmente.</p>
Urbano	<p><b>CLASES</b></p> <p>1. Densidad o tipo de urbanización  urbano  industrial  rural</p>	<p>U<sub>A</sub> Urbanización progresiva o de densidad alta  U<sub>M</sub> Urbanización de densidad media  U<sub>B</sub> Urbanización de densidad baja  R Uso rural o urbanización campestre  I Industria agrupada</p>
	<p><b>SUBCLASES</b></p> <p>Grados de aptitud para: el establecimiento de la clase en base a la severidad con que se muestren las características físicas del terreno</p>	

que coinciden en los requerimientos de todos los tipos de utilización considerados, siendo éstos: la topografía, la profundidad efectiva, las obstrucciones y la inundación. En la fig. 1.2.3.5 (a) se muestran estos factores, señalando para cada tipo de utilización los valores expresados en parámetros, que se requieren para su implementación. Aquí, es posible inferir un resultado importante, que es el de que los valores de los factores ambientales pueden satisfacer a más de un tipo de utilización. Esto permite, entonces formar grupos de clases de uso en base a que en su establecimiento requieren de los mismos parámetros ambientales. A partir de esto se elaboró la Tabla 1.2.3.5 (b) donde se indican los grupos de clases de uso que es posible formar, al ordenar a dichos parámetros ambientales de menos a más restrictivos. Dicha ordenación permite, por un lado, observar como se distribuyen, en los diferentes parámetros considerados, las clases de uso de cada actividad; y por otro, la sobreposición que ocurre entre las diversas clases de uso, de las actividades agrícolas, pecuarias, forestales y urbanas (fig. 1.2.3.5 (b)).

SOBREPOSICION DE CLASES DE  
 USO DE LAS DIFERENTES  
 ACTIVIDADES



DISTRIBUCION DE LAS ALTERNATIVAS DE USO POR ACTIVIDAD

Fig: 1.2.3.5 (b) DISTRIBUCION Y SOBREPOSICION DE CLASES DE USO, TOMANDO EN CONSIDERACION A LOS FACTORES AMBIENTALES DE TOPOGRAFIA, PROFUNDIDAD EFECTIVA, OBSTRUCCIONES E INUNDACIONES

TABLA 1.2.3.5 (b) REQUERIMIENTOS AMBIENTALES, POR GRUPOS DE CLASES DE USO

GRUPOS DE CLASES DE USO	FACTOR	PARAMETRO DE CLASE	GRADOS DE APTITUD			
			ALTA	MEDIA	BAJA	NO APTO
Agrícola (A <sub>1</sub> )	Topografía (%)	Uniforme 0-5	< 3	0-3	3-5	> 5
Pecuario (P <sub>1</sub> )	Irregular	0-3	< 3	1-2	1-3	> 3
Urbano (UA, I)	Prof. efectiva (cm)	100-20	> 90	90-35	35-20	< 20
	Obstrucción (% piedras)					
	Superficial	0-35	< 5	5-15	15-35	> 35
	Interna	0-35	< 5-10	10-20	20-35	> 35
	Inundación (meses)	0-3	0-1	1-2	2-3	> 3
Agrícola (A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> )	Topografía	Uniforme 0-15	< 3-6	6-12	12-15	> 15
Pecuario (P <sub>1</sub> )	Irregular	0-12	< 5	5-8	8-12	> 12
Urbano (UM)	Prof. efectiva	100-20	> 90-50	50-35	35-20	< 20
	Obstrucción					
	Superficial	0-50	< 5-15	15-35	35-50	> 50
	Interna	0-35	< 5	5-15	15-35	> 35
	Inundación	0-3	0-2	2-3	2-3	> 3
Agrícola (A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub> )	Topografía	Uniforme 0-40	< 3-15	15-20	20-40	> 40
Pecuario (P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> )	Irregular	0-20	< 12	12-15	15-20	> 20
Forestal (F <sub>1</sub> )	Prof. efectiva	100-10	> 90-50	50-35	35-10	< 10
Urbano (UB, R1)*	Obstrucción					
	Superficial	0-70	< 5-15	15-50	50-70	> 70
	Interna	0-35	< 5	5-15	15-35	> 35
	Inundación	0-9	0-3	3-6	6-9	> 9
Forestal (F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> )**	Topografía	Uniforme 0-80	< 3-20	20-40	40-70	70-80
Pecuario (P <sub>4</sub> )	Irregular	0-70	< 12	12-50	50-70	> 70
	Prof. efectiva	100-10	> 90-50	50-35	35-10	< 10
	Obstrucción					
	Superficial	0-90	< 5-15	15-50	50-70	70-90
	Interna	0-35	< 5-15	15-35	35	> 35
	Inundación	0-9	0-3	3-7	7-9	> 9
Sin posibilidades de uso	Topografía	Uniforme > 80	-	-	-	> 80
	Irregular > 70	-	-	-	-	> 70
	Prof. efectiva < 10	-	-	-	-	< 10
	Obstrucción					
	Superficial > 90	-	-	-	-	> 90
	Interna > 35	-	-	-	-	> 35
	Inundación > 9	-	-	-	-	> 9

\* Los valores de los parámetros de aptitud baja correspondientes a la topografía y la inundación, se consideran no aptos para estos usos urbanos.

\*\* Los valores considerados no aptos para los parámetros de topografía y obstrucción superficial, se consideran de aptitud baja en este tipo de uso forestal, siendo un valor superior a estos no apto para este tipo de utilización.

. En la interpretación de estas observaciones, se pueden obtener algunos resultados valiosos para la planeación del uso del suelo. Así, al quedar definido en apartados anteriores, que la aptitud de la tierra se refiere al grado que las condiciones ambientales satisfacen las exigencias de cada tipo de utilización considerado; entonces quiere decir que es posible considerar que los parámetros ambientales que se tomaron en cuenta para formar los grupos de clases de uso, satisfacen por igual los requerimientos de cada una de estas clases; o dicho en otras palabras, las diferentes clases de uso consideradas en un grupo muestra la *misma aptitud de uso* bajo estos parámetros ambientales. Este agrupamiento resulta, entonces de gran utilidad, ya que a partir de éste, se puede llevar a cabo un análisis del *uso conveniente del suelo*.

Por otro lado, la capacidad de uso del suelo, al quedar definida como la cualidad que muestra un terreno para el establecimiento de un cierto número de tipos alternativos de utilización sin importar el grado de aptitud que éstos muestran; en la Tabla de los grupos de clases de uso este concepto no queda representado totalmente, pero sin embargo a

partir de éste es posible definirlo. En primer lugar, es necesario hacer notar que los grupos de clases de uso están formados a partir de los tipos de utilización que encuentran su límite en los parámetros que maneja cada grupo. De esta manera, los tipos de utilización ubicados en el primer grupo, no pueden pasar al siguiente grupo, y así consecutivamente; en cambio no sucede así en el orden inverso, es decir del último grupo hacia el primero. Por lo que los tipos de utilización del cuarto grupo pueden presentarse en el tercer, segundo y primer grupo, los del tercer grupo en el segundo y primero, los del segundo en el primero y los del primer grupo únicamente en éste. Así los tipos de utilización considerados por el sistema quedarán ordenados, en términos de la capacidad de uso, como lo muestra la fig. 1.2.3.5 (c). Esta ordenación consiste en la interpretación de lo dicho en el párrafo anterior, de tal manera, que es factible con los parámetros ambientales que maneja el primer grupo de clases de uso, encontrar todos los tipos de utilización considerados; para los que maneja el segundo grupo se encontrarán todos aquellos que no se encuentran contenidos en el

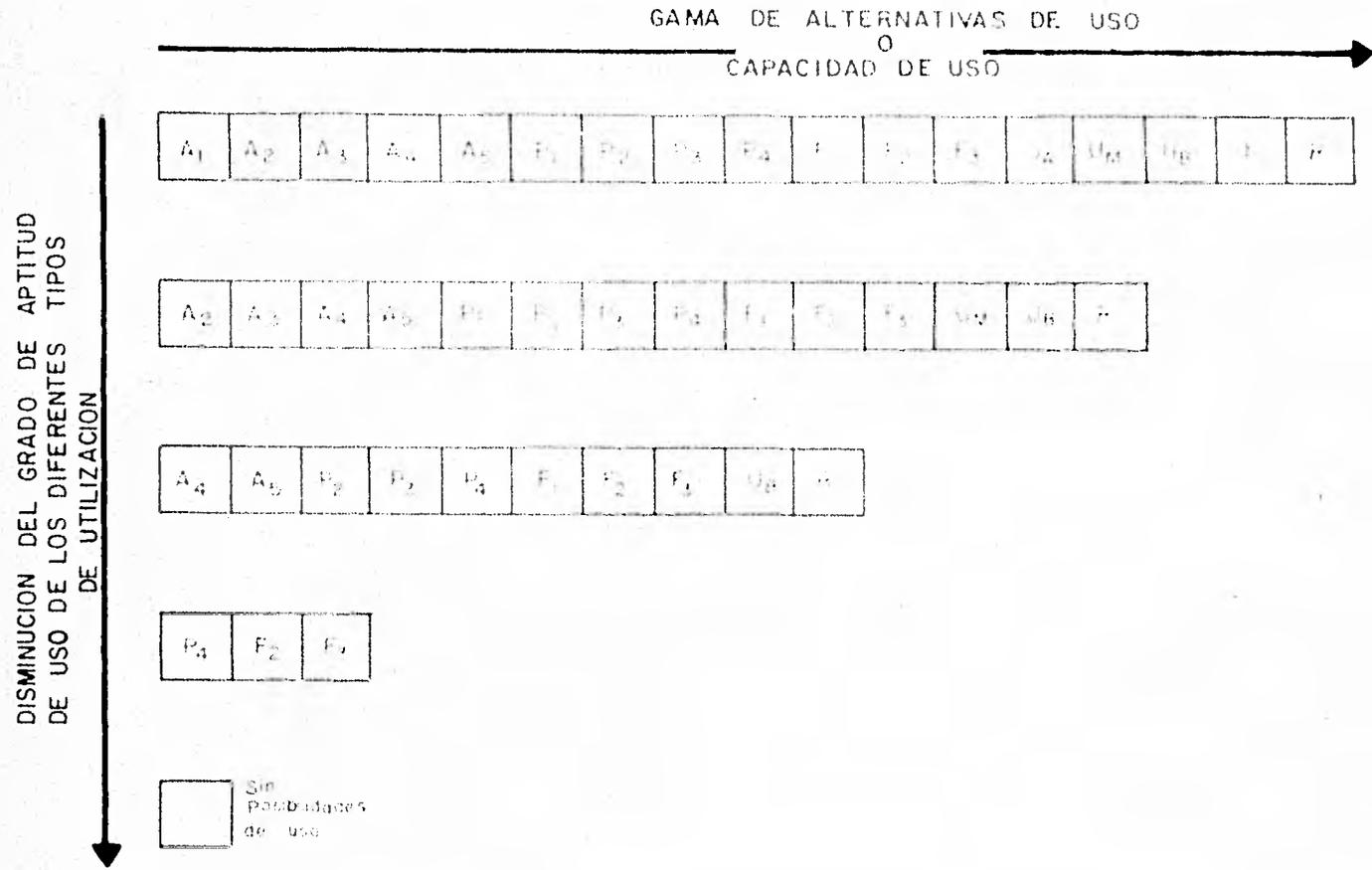


Fig: I.2.3.5 (c) USO POTENCIAL DEL SUELO

segundo, y así sucesivamente. En esta nueva agrupación es posible identificar dos importantes aspectos, en la planeación del uso del suelo: la primera en cuanto a que ésta muestra las alternativas de uso que son susceptibles de implementarse bajo parámetros bien definidos; y la segunda que el grado de aptitud que muestran estos tipos de utilización va disminuyendo hasta llegar a el parámetro límite, que definen los grupos de clases de uso. En otras palabras, la agrupación que muestra la fig. 1.2.3.5 (c) se refiere al uso potencial del suelo.

- . Es conveniente ahora poder definir que es exactamente lo que dichos valores ambientales están satisfaciendo en los requerimientos técnicos y biológicos de cada tipo de utilización que se están considerando para las diversas actividades contempladas. Así, los factores ambientales de topografía, profundidad, obstrucciones e inundación son los principales parámetros que se toman en cuenta en los siguientes requerimientos, principalmente de carácter técnico, para las actividades agrícolas, pecuarias, forestales y urbanas:

- . Tipo de labranza utilizada en la actividad productiva agrícola
- . Establecimiento de riego para fines agropecuarios
- . Establecimiento de pastizal cultivado
- . La movilidad del ganado en el área de pastoreo
- . La accesibilidad del terreno para la extracción de productos forestales
- . Posibilidades físicas para el desarrollo urbano e industrial.

Las dos primeras consideraciones definen a las clases de uso agrícola; la segunda, la tercera y la cuarta al pecuario; la quinta a las actividades forestales y la última a las urbano-industriales. Por lo general, los requerimientos biológicos involucrados en los tipos de utilización se ven satisfechos por otras características ambientales que son principalmente: las características físicas y químicas del suelo y, el tipo y características de la vegetación natural, como son:

- . Desarrollo de los cultivos
- . Desarrollo de especies forrajeras
- . Tipo de vegetación apetecible para el ganado

. Tipo de vegetación a partir de la cual se pueden obtener productos forestales de carácter industrial, comercial y doméstico.

La primera consideración define a las subclases de uso agrícola, la segunda y la tercera a las del uso pecuario y la cuarta a las subclases forestales. Además las subclases de estos tipos de utilización también quedan definidas por los grados de aptitud que presentan con respecto a los aspectos técnicos que manejan las clases de uso.

Los cuadros 1.2.3.5 (c) y (d) muestran los requerimientos ambientales para el desarrollo de cultivos y especies forrajeras, respectivamente; el cuadro 1.2.3.5 (f) muestra las características de la vegetación natural, aprovechable para el ganado y los cuadros 1.2.3.5 (g), (h) e (i) las de la vegetación natural, para fines forestal industrial, comercial y doméstico, respectivamente. A su vez, el cuadro 1.2.3.5 (e) muestra la relación que existe entre los tipos de regímenes de humedad y el drenaje interno del suelo; el cual es importante tanto para el desarrollo de cultivos como para el de las especies forrajeras. De hecho, se han definido 6 regímenes de humedad, los cuales agrupan a los diferentes climas que muestra el territorio nacional y que

TABLA 1.2.3.5 (c) POSIBILIDADES DE DESARROLLO DE LOS CULTIVOS

FACTORES AMBIENTALES	GRADOS DE APTITUD			
	ALTA	MEDIA	BAJA	NO APTA
Profundidad (cm)	>90 - 50	50 - 35	35 - 10	<10
Drenaje	Ver cuadro 1.2.3.5 (e)			
Inundación (meses)	0 - <3	3 - 6	6 - 9	>9
Hidromorfismo (cm)	ausente	> 50 cm	< 50 cm	-
Salinidad (mmhos/cm)	<4	4 - 8	8 - 16	>16 + veg.
Sodicidad (% de Na intercambiable)	<15	<15	15 - 40	>40 + veg.
Acidez (pH)	no ácidos	pH > 4.5	pH < 4.5	-
Fijación de fósforo	ausente	fijadores de P	fijadores de P + indicador	-
Inestabilidad	estable	estable	estable	inestable

TABLA 1.2.3.5 (d) DESARROLLO DE LAS ESPECIES FORRAJERAS

FACTORES AMBIENTALES	GRADOS DE APTITUD			
	ALTA	MEDIA	BAJA	NO APTA
Profundidad (cm)	>90 - 35	35 - 20	20 - 10	<10
Inundación (meses)	0 - <3	3 - 6	6 - 9	>9
Hidromorfismo (cm)	0 - >50	< 50	-	-
Salinidad (mmhos/cm)	<4 - 8	8 - 16	>16 + veg. aprov.	>16
Sodicidad (% de saturación de Na)	<15	15 - 40	>40 + veg. aprov.	>40
Acidez (pH)	no ácidos	pH > 4.5	pH < 4.5	-
Fijación de fósforo	ausente	fijadores de P	Fijadores + indicador	-
Inestabilidad	estables	estables	estables	inestables
Drenaje	Ver cuadro 1.2.3.5 (e)			

FUENTE: BETENAL, 1979. Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía del Uso Potencial de las Tierras. Oficina de Agronomía, Depto. de Uso Potencial, México.

TABLA 1.2.3.5 (e) DRENAJE INTERNO DEL SUELO

REGIMEN DE HUMEDAD *	DRENAJE INTERNO DEL SUELO			
	ALTA	MEDIA	BAJA	NO APTA
1 H y 2H	Sin problemas o rápido	Lento	Excesivo	Impedido
3 H, 4H, 5 H y 6H	Sin problemas de drenaje y lento	Impedido y rápido	Excesivo	-

\* La clasificación del régimen de humedad se presenta en la tabla 1.2.3.1 (a).

\*\* Sin posibilidades técnicas para el riego estos regímenes de humedad se consideran de aptitud nula para el desarrollo de cultivos; el drenaje excesivo, sin embargo, se sigue considerando de aptitud baja aún sin estas posibilidades.

TABLA 1.2.3.5 (f) CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION NATURAL APROVECHABLE POR EL GANADO

CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION APROVECHABLE	G R A D O S D E A P T I T U D			
	ALTA (excelente)	BUENA (media)	BAJA (regular)	NO APTA (pobre)
Cobertura y condición de la vegetación	La vegetación cubre la mayor parte del terreno y más del 75% de la cobertura de la misma es de alto o regular valor forrajero	La vegetación cubre más del 50% del área y entre el 50 y el 75% de ésta está formada por especies de alto o regular valor forrajero	La vegetación cubre más del 50% del área y entre el 25-50% de ésta corresponde a especies forrajeras de alto, regular o bajo valor	La cobertura de la vegetación total es muy baja y menos del 25% de ésta está representada por especies de alto, medio o bajo valor forrajero

FUENTE: DETERNAL, 1979. Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía del Uso Potencial de las Tierras. Oficina de Agronomía, Depto. de Uso Potencial, México.

TABLA 1.2.3.5 (g) CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION NATURAL, PARA UN USO FORESTAL INDUSTRIAL

CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION	ALTA	GRADOS DE MEDIA	APTITUD BAJA	NO APTA
Características de las áreas susceptibles a este tipo de explotación.	Áreas donde ha habido escasa influencia del hombre, donde la vegetación presenta excelentes condiciones.	Áreas que están o estuvieron sujetas a explotación forestal, o bien, terrenos poco alterados por el hombre, pero debido a sus condiciones ambientales, los componentes de la vegetación no pueden alcanzar el grado óptimo. En general la vegetación presenta buenas condiciones.	Terrenos que están o estuvieron sujetos a una explotación forestal; terrenos que debido a sus condiciones ambientales no permiten el desarrollo de mayor aptitud de la vegetación, o bien, terrenos que tienen pocos componentes de importancia económica. En general, la vegetación apenas permite que se lleve a cabo una explotación.	Terrenos sobreexplotados o áreas que han sido sobreexplotadas para dedicarse al uso agrícola o pecuario; o bien en áreas donde existe un alto grado de erosión o el riesgo de erosión se considera alto. En este caso, se considera que por medio de la reforestación se puede alcanzar una aptitud de media a alta, a largo plazo.
Cobertura de la vegetación.	Más del 50% de la superficie del terreno está cubierta por especies que pueden ser utilizadas por la industria.	Entre el 20 y 50% de la superficie total del terreno, está cubierto por especies que pueden ser aprovechadas industrialmente.	Entre 1 y 20% de la superficie total del terreno está cubierto por especies industrialmente importantes.	Menos del 1% de la superficie total está cubierta por especies industrialmente importantes.
Condición de la vegetación.	La mayor parte de los individuos explotables presentan un desarrollo fisiológico que no se ve afectado por ninguna limitante.	Entre el 20 al 50% de los individuos explotables presentan una calidad media o se aproxima a la óptima cuando no se ven afectados por ninguna limitante.	Existe el recurso forestal pero, debido a su condición no es explotado actualmente, o menos del 20% de los individuos explotables presentan un valor de alto a medio.	No existe el recurso forestal, pero existen las condiciones necesarias para su establecimiento.
Diámetro del fuste a la altura del pecho (DAP).	Más de 60 cm	25 - 60 cm	15 - 25 cm	Menos de 15 cm

Fuente: DETERNAL, 1979, Sistemas de Explotación de Terrenos con la Cobertura y el Estado Fisiológico de la Vegetación de los Bosques Industriales, Reporte de Caso Forestal, México.

TABLA 3.3.3 (II) CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACION NATURAL, PARA UN USO FORESTAL COMERCIAL

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACION	GRADOS DE APTITUD			
	ALTA	MEDIA	BAJA	NO APTA
Características de las áreas susceptibles a este tipo de explotación	Idéntico Cuadro Industrial	Idéntico Cuadro Industrial	Idéntico Cuadro Industrial	Idéntico Cuadro Industrial
Cobertura de la vegetación	Más del 90% de la superficie del terreno está cubierta por individuos de los cuales pueden obtenerse productos por medio ya sea de transformación industrial, manual o casi sin transform.	Entre 20 y 50% de la superficie del terreno no está cubierto por especies de las cuales pueden obtenerse productos útiles en el campo o la ciudad	Entre el 1 y el 20% del área del terreno no está ocupada por individuos de los que es posible obtener productos útiles para el hombre urbano	La cobertura de especies útiles comercialmente cubre menos del 1% del área total del terreno
Condición de la vegetación	Idéntico Cuadro Industrial	Idéntico Cuadro Industrial	Idéntico Cuadro Industrial	Idéntico Cuadro Industrial
Diámetro del fuste a la altura del pecho (DAP)	Más de 60 cm	25-60 cm	15-25 cm	menos de 15 cm.

TABLA 1.2.3.5 (i) CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACION NATURAL, PARA UN USO FORESTAL DOMESTICO

CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION	GRADOS DE APTITUD			
	ALTA	MEDIA	BAJA	NO APTA
Características de las áreas susceptibles a este tipo de explotación.	Idéntico que para el uso forestal industrial	Idéntico que para el uso forestal industrial.	Idéntico que para el uso forestal industrial	Idéntico que para el uso forestal industrial
Cobertura de la vegetación.	Estando el terreno casi cubierto de vegetación, más del 50% está representada por especies de las cuales se obtienen productos útiles localmente.	Entre el 20% y el 50% de la superficie del terreno está cubierta por especies de las cuales se pueden obtener productos para cubrir necesidades de la población local.	Menos del 20% de la superficie del terreno está cubierta por especies aprovechables por la población rural.	Menos del 1% de la superficie total del terreno está cubierta por especies útiles localmente.
Condición de la vegetación	Idéntico que para el uso forestal industrial.	Idéntico que para el uso forestal industrial.	Idéntico que para el uso forestal industrial.	Idéntico que para el uso forestal industrial.

Fuente: DETFANAL, 1979, Sistema de Clasificación de Tierras para la Determinación del Uso Potencial de las Tierras, Oficina de Agronomía, Depto. de Uso Potencial, México.

se han resumido en la tabla 1.2.3.5 (j). Así el clima se ha considerado indirectamente en la metodología, al considerar que dependiendo de éste, la utilización agrícola podrá ser continua o estacional y que, también es un indicador de los tipos de vegetación que se pueden encontrar en un terreno dado; a la vez que influye en el desarrollo de los cultivos.

El procedimiento global de la evaluación de las tierras

. Una vez descrita la metodología de uso potencial del suelo, en este apartado se pretende llevar a cabo la descripción del proceso de evaluación global que debe seguirse para poder determinar el potencial de uso de un determinado terreno:

1) Por principio se debe llevar a cabo la recopilación de la información acerca de las condiciones ambientales prevaletientes. Con esta finalidad se está utilizando la metodología de regionalización fisiográfica, que define en base a estas condiciones, unidades de tierra relativamente homogéneas en sus componentes (geológicos, climáticos, edáficos, topográficos y de vegetación).

2) Una vez definidas las unidades de tierra, éstas se caracterizan en base a sus condiciones ambientales. Así se define al clima en términos de régimen de humedad; a las unidades edáficas por sus características físicas (obstrucciones, textura, profundidad y drenaje interno) y químicas

TABLA 1.2.3.5 (j) CLASIFICACION DE LOS TIPOS CLIMATICOS POR LA DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD QUE PRESENTAN

REGIMEN DE HUMEDAD DISPONIBLE	TIPOS CLIMATICOS
<p>1 H Húmedo continuo.</p> <p>La cantidad de agua que aporta la precipitación pluvial en la mayoría de los años (7 en 10), permite que la utilización de la tierra pueda ser llevada a cabo en forma continua durante todo el año. Bajo esta condición se excluye la necesidad de suministrar agua a los cultivos mediante la aplicación de riego.</p>	<p>Cálidos húmedos: Af-Af (m)</p> <p>Semicálidos húmedos: A(e)f-A(c)f (m) (A)cf-(A)Cf (m)</p> <p>Templados húmedos: Cf-Cf (m)</p> <p>Semifrios húmedos: C (e)f-C(e)f (m)</p>
<p>2H Húmedo estacional.</p> <p>La cantidad de agua que aporta la precipitación pluvial en la mayoría de los años permite asegurar la utilización de las tierras únicamente durante un ciclo agrícola. Las posibilidades de un segundo ciclo agrícola se ve ligeramente afectada y durante los años secos, resulta indispensable el suministro de agua mediante la aplicación de riegos de auxilio (a menos que el suelo contenga cierta cantidad de humedad residual).</p>	<p>Cálidos húmedos: Am(f)-Am Am(w)-Aw<sub>2</sub> (X') Aw<sub>2</sub>-Aw<sub>2</sub> (X)</p> <p>Semicálidos húmedos: (A)C(m)-(A)C(m)(w) (A)C(w<sub>2</sub>) (X')-(A)C(w<sub>2</sub>)</p> <p>Templados húmedos: C(m)-C(m)(w) C(w<sub>2</sub>)(X')-C(w<sub>2</sub>) C(w<sub>2</sub>) (w)</p> <p>Semifrios húmedos: C(e)(m)-C(e)(m)(w) C(e)(w<sub>2</sub>)(X') C(e)(w<sub>2</sub>)-C(e)(w<sub>2</sub>)(w)</p>
<p>3H Subhúmedo</p> <p>La cantidad de agua que aporta la precipitación pluvial, en la mayoría de los años permite utilizar la tierra durante un solo ciclo agrícola al año, pero con ligeras deficiencias de humedad. La utilización de ésta en forma continua, necesitaría la aplicación de riego a lo largo de la época de sequía (a menos que el suelo contenga cierta cantidad de humedad residual)</p>	<p>Cálidos subhúmedos: Aw<sub>1</sub> (X')-Aw<sub>1</sub> Aw<sub>1</sub> (X) Aw<sub>1</sub> (X')-Aw -Aw (X)</p> <p>Semicálidos subhúmedos: A(C) w<sub>1</sub> (X')-A(C) w<sub>1</sub> A(C) w<sub>1</sub> (w) A(C) w<sub>1</sub> (X') C(C) w<sub>1</sub> -A(C)w<sub>1</sub> (w) (A)C(w<sub>1</sub>)(X')-(A)C(w<sub>1</sub>) (A)C(w<sub>1</sub>)(w)-(A)C(w<sub>1</sub>) (X') (A)C(w<sub>1</sub>)-(A)C(w<sub>1</sub>) (X)</p> <p>Templados subhúmedos: C(w<sub>1</sub>)(X')-C(w<sub>1</sub>) C(w<sub>1</sub>)(w)-C(w<sub>1</sub>)(X')-C(w<sub>1</sub>)-C(w<sub>1</sub>) (w)</p> <p>Semifrios subhúmedos: C(e)(w<sub>1</sub>)(X')-C(e)(w<sub>1</sub>)- C(e)(w<sub>1</sub>)(w)-C(e)(w<sub>1</sub>)(X') C(e)(w<sub>1</sub>)-C(e)(w<sub>1</sub>) (X)</p>

Continuación TABLA 1.2.3.5 (i)

<p>4 H</p>	<p>Semiseco. La cantidad de agua que aporta la precipitación pluvial, en la mayoría de los años, no permite llevar a cabo la utilización agrícola en ninguna época del año, por lo que resulta imprescindible el suministro continuo de agua mediante la aplicación de riego.</p>	<p>Cálidos semisecos: <math>BS_1 h'w - BS_1 h' x'</math> Semicálidos Semi-secos: <math>BS_1 hw - BS_1 hx'</math> Templados Semisecos: <math>BS_1 Kw - BS_1 Kx'</math> Semifríos Semisecos: <math>BS_1 F''w - BS_1 K'' x'</math></p>
<p>5 H</p>	<p>Seco. La cantidad de agua que aporta la precipitación pluvial, en la mayoría de los años solamente permite llevar a cabo la utilización de la tierra durante un solo ciclo agrícola, pero esto bajo condiciones azarosas; por lo que es indispensable el suministro de agua mediante aplicaciones continuas de riego durante el año</p>	<p>Cálidos semisecos: <math>BS_1 h'w - BS_1 h'x'</math> <math>BS_1 h's</math> Semicálidos Semi-secos: <math>BS_1 hw - BS_1 x'</math> <math>BS_1 ns</math> Templados Semisecos: <math>BS_1 Kw - BS_1 Kx'</math> <math>BS_1 Ks</math> Semifríos Semisecos: <math>BS_1 k''w - BS_1 k2x'</math> <math>BS_1 k2s</math></p>
<p>6 H</p>	<p>Muy seco. La cantidad de agua que aporta la precipitación pluvial, en la mayoría de los años no permite llevar a cabo la utilización agrícola, en ninguna época del año; esto implica que es necesario el suministro continuo de agua mediante la aplicación de riego.</p>	<p>Cálidos secos: <math>BWh'w - BWh'x' - BWh's</math> Semicálidos Semi-secos: <math>BWhw - BWhx' - BWhs</math> Templados Secos: <math>BWkw - BWkw' - BWks</math> Semifríos secos: <math>BWk''w - BWk''x' - BWk''s</math></p>

(concentración de sales, sodio y fósforo, pH y porcentaje de materia orgánica)<sup>\*</sup>; a la topografía, en términos del grado de inclinación (pendiente) y, a la vegetación en términos de tipo, cobertura y condición de ésta.

3) Caracterizadas las unidades de tierra, se procede a evaluarlas en términos de lo que se entiende por uso potencial. Este paso consiste en confrontar los valores de las condiciones ambientales definidas, contra los requerimientos de cada grupo de clases de uso, utilizando los parámetros de clases de uso definidos en la Tabla 1.2.3.5 (b). De esta manera se determina la capacidad de uso del terreno, o sea, las alternativas de uso que es posible establecer en él. Con la finalidad de definir el grado de aptitud que presenta cada alternativa de uso para su implementación; se utiliza, por un lado, una vez más la Tabla 1.2.3.5 (b), que define dicha aptitud para el caso de los requerimientos técnicos de estos tipos de utilización (los cuales como ya se explicó presentarán el mismo grado de aptitud para éstos); y por el otro, las demás tablas elaboradas, que definen la aptitud de estas alternativas para los requerimientos biológicos. Así, estableciendo las alternativas de uso y el grado de aptitud que presentan éstas para su implementación, se define el uso

\* Para poder caracterizar a las unidades edáficas en estos términos es necesario consultar los informes de campo que se obtienen al llevar a cabo un levantamiento de suelos.

potencial del terreno. Cabe aclarar que si bien los requerimientos técnicos definen la clase de uso, y que los grados de aptitud de éstos más los de los requerimientos biológicos, únicamente definen la intensidad con la que estas clases se pueden llevar a cabo; debe estar presente que cualquier demeritamiento por los requerimientos biológicos (o sea, que sus valores de aptitud estén clasificados como no aptos), la clase de uso definida se considera por igual como no apta.

4) Con la finalidad de aportar un análisis más detallado de las unidades evaluadas, es posible también, incluir información sobre la posibilidad de mejoramiento y la susceptibilidad al deterioro que muestra cada unidad de terreno.

5) Una vez obtenida la evaluación potencial para cada unidad de tierra definida, esta información es conveniente reportarla mediante la elaboración de documentos cartográficos, con la finalidad de expresar de manera objetiva las bondades y restricciones que presenta un determinado espacio geográfico, como ya se ha dicho.

Finalmente a continuación se muestran algunos ejemplos de la manera en que es posible reportar los resultados de la evaluación, por medio de utilizar las claves definidas en el cuadro 1.2.3.5 (a):\*

---

\* De hecho esto es tan solo una manera de reportar la información; estando más bien sujeta a consideraciones de tipo personal.

- 1) Así, un terreno que permite la agricultura mecanizada, sin restricciones para el desarrollo de los cultivos y con restricciones moderadas para la labranza y el riego, por el factor profundidad, se denomina de la siguiente manera:

$$A_{1M} (C)_A - 2H$$

- 2) Un terreno que permite llevar a cabo un pastoreo extensivo, en pastizal natural, con 25-50% de especies forrajeras, con fuertes restricciones para la movilidad del ganado, se denomina de la siguiente manera:

$$P_{2B} (V)_B$$

- 3) Un terreno que permite la explotación forestal con orientación industrial, en donde la cobertura de las especies explotables cubre aproximadamente entre el 1 y 20% de la superficie total y donde los factores físicos del terreno no presentan restricciones:

$$F_{1A} (Vi)_B$$

## Consideraciones finales

1. El presente sistema de evaluación de Uso potencial del suelo, tiene como principal objetivo la evaluación precisa de los diferentes tipos de utilización de los recursos, que aunque de manera general, definen las formas de producción más usuales en el ámbito nacional. Dicha evaluación es presentada como una gama de alternativas de uso que son susceptibles de implementarse en una región geográfica dada. Así, el sistema se convierte en un instrumentos indispensable en la planeación del uso del suelo. Sin embargo, aunque la metodología aporta un apoyo real en esta actividad, al estar proporcionando una evidencia de que los patrones de uso, actuales y futuros, obedecen en gran parte a las condiciones fisico-ambientales prevalecientes; también se debe considerar que dichos patrones no están totalmente apoyados en estas consideraciones. Como un ejemplo de esta situación se podría mencionar a la tundra, la cual no es convertida en nada más; a las zonas áridas que pueden llegar a ser productivas con el suministro de agua pero la disponibilidad de ésta es limitada y el costo de implementación demasiado alto para mejorar la mayor parte de éstas; las zonas de relieve abrupto permanecen productivas únicamente con la presencia de árboles o pastos permanentes; la mayor parte del suelo forestal no es apropiada para el desarrollo agrícola y algunas

zonas ganaderas para el desarrollo de zonas boscosas o agrícolas. Sin embargo en aquellas áreas geográficas en las cuales los factores fisico-ambientales no son tan limitativos, como cuando éstos presentan una pendiente moderada y existe una alta disponibilidad de agua, se considera que dos o más alternativas de uso son físicamente posibles, ocasionando lo que varios autores<sup>98</sup> han denominado -conflicto de uso de la tierra-. Dicho conflicto proviene de dos importantes aspectos: el primero se refiere a la presión que ejerce la demanda, ya sea de alimento, fibras, madera, etc., ocasionando un uso más intenso del suelo; y el segundo, que se refiere a la incompatibilidad que existe entre los diferentes tipos de utilización de la tierra. El primer aspecto es mencionado muy claramente por Toledo<sup>99</sup> cuando se refiere a que... "existe una aparente incompatibilidad entre la estrategia de uso múltiple del suelo y la utilización de la tierra para la producción especializada". La segunda consideración se ha

---

98 Cotner, M. L. 1976. *Land Use Policy and Agriculture: A National Perspective*. USDAERS- 630, July.

Cotner, M. L. M.D. Skold, and O. Kerause. 1975. *Farmland: Will there be Enough?* USDA ERS- 584.

Crosson, P. 1977. *Implications for Land use in the United States of Demand for Food and Fiber*. Paper presented at the National Symposium on Land Use. Omaha, Nebraska, 21-24. March.

Sterling, B. 1977. *op. cit.*

99 Toledo, V.M. 1980. *La Ecología del medio campesino de Producción*. Rev. Antropología y Marxismo No. 3: Abril-Septiembre. México.

hecho cada vez más clara al observar que por ejemplo la expansión urbana e industrial se ha llevado a cabo a expensas de extensas zonas agrícolas; y las agrícolas a su vez a expensas de las zonas boscosas, etc.

Al respecto cabe decir, que aunque una planeación del uso del suelo, con una orientación ecológica, está enfocada a la utilización de los recursos mediante técnicas de producción tradicionales, como el policultivo y el uso múltiple del suelo, con base a la posibilidad que brindan de llevar a cabo un sinnúmero de sistemas productivos integrales con los cuales no solo se mantiene el equilibrio ecológico, sino que se aprovechan hasta el máximo los diversos productos obtenidos; la competencia potencial por tierra para usos especializados obedece más bien no a consideraciones ecológicas sino a los problemas demográficos, sociales, económicos y políticos que enfrenta México, como todo país en desarrollo. Si bien, en definitiva, la capacidad física de la tierra es importante en la determinación del uso más conveniente, la elección de ésta se resuelve mediante decisiones economico-políticas.

Es posible, sin embargo, integrar este tipo de metodologías, que tienen como finalidad mostrar la capacidad física de la tierra, con aquellas encargadas de evaluar los aspectos socioeconómicos que intervienen en los diferentes sistemas de producción; con la finalidad de mostrar con la primera,

alternativas de uso consideradas físicamente factibles que después, mediante la segunda se pueda elegir la que más convenga bajo una decisión socioeconómica.

Pues es realmente inconcebible que en los patrones de uso de la tierra suceda lo que muy bien describe Edington <sup>100</sup> cuando menciona que ... "Es de lo más común encontrar que el arreglo espacial de las zonas agropecuarias está en función más bien de los patrones de tenencia de la tierra y rivalidades interdepartamentales, que a variables tales como tipo de suelo y topografía relacionadas con la aptitud del suelo".

---

100 Edington, J. M., Edington, M.A. 1979. *Ecology and Environmental Planning*. op. cit.

2. MATERIAL Y METODO PARA DETERMINAR USO  
POTENCIAL DEL SUELO, EN LA REGION SUR-  
ORIENTAL DE LA CUENCA DEL VALLE DE  
MEXICO

2.1 Material y método utilizado para llevar a cabo la regionalización fisiográfica de la Cuenca del Valle de México y la Evaluación de uso potencial de la región suroriental de la Cuenca del Valle de México.

2.1.1 Material cartográfico

PLANO GENERAL DEL VALLE DE MEXICO. 1968. SARH. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. Oficina de Planeación y Proyectos. Esc.: 1:200 000.

MAPA GEOLOGICO DE LA CUENCA DE MEXICO Y ZONAS COLINDANTES. 1960. DDF. Dirección General de Obras Hidráulicas y SRH. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. esc. 1:200 000.

MAPA CLIMATICO, DE VEGETACION Y EDAFOLOGICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO. 1975. Instituto de Geografía de la U.N.A.M., con base a las cartas topograficas de DETENAL y de la Secretaría de la Defensa Nacional, esc. 1:200 000.

CARTA HIDROLOGICA DE LA COMISION DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO. 1973. Comisión de Aguas del Valle de México. Departamento de Manejo de Recursos Naturales. esc. 1:200 000.

MARCO FISIOGRAFICO DE LA REPUBLICA MEXICANA. 1980. DETENAL. Departamento de Eafología. Oficina de Fisiografía.

CARTA TOPOGRAFICA, GEOLOGICA, EDAFOLOGICA Y DE USO ACTUAL, DE LA REGION CUAUTITLAN (E14A29). 1976. DETENAL. Coordinación General del Sistema Nacional de Información. SPP. esc. 1:50 000.

CARTA TOPOGRAFICA, GEOLOGICA, EDAFOLOGICA Y DE USO ACTUAL DE LA CIUDAD DE MEXICO. (E14A39). 1976. Coordinación General del Sistema Nacional de Información. SPP. esc. 1:50 000.

CARTA TOPOGRAFICA, GEOLOGICA, EDAFOLOGICA Y DE USO ACTUAL DE LA REGION TEXCOCO (E14B21). Coordinación General del Sistema Nacional de Información. SPP. esc. 1:50 000.

CARTA TOPOGRAFICA, GEOLOGICA, EDAFOLOGICA Y DE USO ACTUAL DE LA REGION CHALCO. (E14B31). Coordinación General del Sistema Nacional de Información. SPP. esc. 1:50 000.

CARTA CLIMATICA DE LA REGION MEXICO (140-V). 1970. DETENAL. Coordinación General del Sistema Nacional de Información. SPP. esc. 1:500 000.

## 2.1.2 Procedimiento metodológico

Delimitación de la provincia y de la subprovincia.

- . Para llevar a cabo la delimitación de la provincia fisiográfica, se utilizó el Sistema de Clasificación y Levantamiento Fisiográfico para la República Mexicana, así como el Mapa Fisiográfico de México, ambos elaborados por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional. De esta manera, por medio del análisis de este material se definen las bases que justifican que la provincia que se encuentra conteniendo a la Cuenca del Valle de México, corresponde a la llamada Eje Neovolcánico.
- . Conociendo las características que le confieren al Eje Neovolcánico el nivel de provincia; se señalan mediante la utilización de la metodología de regionalización fisiográfica propuesta, aquellas características estructurales que le confieren a la Cuenca del Valle de México el nivel de subprovincia.
- . Una vez delimitadas, tanto la provincia fisiográfica como la subprovincia, éstas quedarán claramente ubicadas dentro de un contexto geográfico. Para esta finalidad se darán las coordenadas geográficas donde se encuentran ubicadas; para el caso de la provincia del Eje Neovolcánico se incluirá su colindancia con las otras provincias y, en el caso de la

subprovincia de la Cuenca del Valle de México se indicará su colindancia con las subprovincias vecinas, dentro del Eje Neovolcánico.

- . Finalmente, se describirá de una manera concisa las principales características morfo-estructurales, geológicas, climáticas, edáficas, tipo de vegetación y distribución hídrica de la Cuenca, con la finalidad de marcar los lineamientos que permitan identificar el siguiente nivel dentro de la clasificación, los sistemas de topoformas.

Delimitación de los niveles sucesivos, dentro de la clasificación fisiográfica: sistema de topoformas, topoformas y elementos topográficos.

- . Los sistemas de topoformas fueron delimitados mediante la ayuda cartográfica del Mapa Geológico y el Mapa General de la Cuenca de México, a partir de los cuales se identificaron los depósitos geológicos, las curvas de nivel, relieve y el comportamiento hídrico. Así, y en base a la clasificación descrita en la Introducción, se procedió a llevar a cabo una sobreposición de ambos planos con la finalidad de obtener áreas homogéneas en cuanto a estas características. Estas áreas se reconocen como los sistemas de topoformas que se encuentran integrando a la Cuenca del Valle de México.

- . Para la determinación de las topoformas, se escogió únicamente a los sistemas de tonofomas que se encuentran conteniendo el área de estudio. Dichos sistemas están representados por la Planicie Central y Lacustre de la Cuenca de México y la Sierra de Guadalupe. Para la delimitación de las topoformas que la están integrando se llevó a cabo una segunda sobreposición cartográfica utilizando los dos mapas señalados, pero ahora incorporando el climá*t*ico. Esta sobreposición cartográfica es hecha con la misma finalidad, que es la de obtener regiones homogéneas, pero ahora logrando un mayor grado de especificidad, es decir, en cuanto a tipo de relieve, depósitos geológicos, distribución hídrica y clima prevaleciente.
- . Finalmente, una vez obtenidas las topoformas que están constituyendo a la Planicie Central y a la Sierra de Guadalupe, se consideraron únicamente a las que contenían a la zona de estudio, para determinar sus elementos topográficos. Dichas zonas corresponden a los Llanos de Cuautitlán-Pachuca y la Depresión de México, en el primer caso y la zona de pie de monte, de lomeríos y la de relieve abrupto, en el segundo caso.
- . El elemento topográfico, siendo la unidad estructural del sistema de clasificación y por lo tanto, una región homogénea, se obtuvo mediante una tercera sobreposición cartográfica

utilizando los mapas que se utilizaron en la delimitación de las topoformas pero ahora, integrando el mapa edáfico y el de distribución de la vegetación. Así las áreas homogéneas en cuanto a estas características fueron delimitadas, para el caso de cada topoforma mencionada.

- . Así, teniendo los elementos topográficos y aclarando que los mapas utilizados son de 1:200 000, estos fueron aumentados a una escala menor, o sea, de 1:50 000, con la finalidad de poder aplicar la metodología de uso potencial del suelo, ya que la información que se necesita para el nivel de precisión que se quiere lograr, requiere un nivel de información mayor en aquellas características físicas involucradas en la evaluación.
- . Los elementos topográficos identificados en la escala 1:200 000, tienen un alcance general, por lo que la caracterización de éstos ya define a aquellos factores ambientales a partir de los cuales es posible dar una primera aproximación de su potencial de uso. Sin embargo, éstos fueron utilizados como un marco de referencia para los nuevos elementos topográficos identificados en la escala 1:50 000. Para la delimitación de estos nuevos elementos se llevó a cabo una última sobreposición utilizando las cartas publicadas por DETENAL, que comprenden a la zona de estudio.

Esta actividad incluye a la carta topográfica, geológica, climática, edafológica y de uso actual; los cuales se superponen al mismo tiempo, para encontrar precisamente las *unidades de mapeo* que al contener la información de los factores ambientales prevaletentes en la zona de estudio, son las que posteriormente serán utilizadas para determinar el potencial de uso de dicha región.

#### Evaluación del potencial de uso

Una vez definidas las unidades de tierra que se pretende evaluar, éstas se caracterizan en base a las condiciones ambientales que las están conformando. Para esta finalidad se reportó a éstas en los siguientes términos:

- 1) Geología - Composición geológica prevaletente.
- 2) Topografía - Se determina el grado de inclinación del terreno; para lo cual se establecieron los siguientes parámetros:
  - 1) < 3%; 2) 3-6%; 3) 6-15%; 4) 15-20%; 5) 20-25%
  - 4) 25-40% y 5) > 40%.
- 3) El clima (s) prevaletente (s) se clasifica (n) de acuerdo a la disponibilidad de humedad que presentan, para lo cual se utiliza la Tabla 1.2.3.1 (a).
- 4) Suelo - Se determinan sus principales características físicas y químicas, para lo cual fue necesario consul-

tar los informes de campo que se reportaron en el levantamiento de suelos que se llevó a cabo en la zona de estudio y que elaboró la Dirección General del Territorio Nacional en 1976. Estos datos son:

1) Características físicas: a) obstrucciones, la cual involucra por una parte a la obstrucción superficial que se reporta en porcentaje de piedras o afloramientos rocosos por unidad de superficie, y a la obstrucción interna que también se reporta en porcentaje de piedras o rocas en el perfil del suelo, b) los períodos de inundación fueron agrupados en 3 parámetros: 1) libre de inundaciones, 2) zonas inundadas menos de 3 meses y 3) zonas inundadas de 3 a 6 meses. Dichos datos fueron proporcionados por el Comisario Ejidal de Santo Tomás Chiconautla, encargado del Distrito de Riego ubicado en la zona de estudio, c) la textura, se reporta de acuerdo al porcentaje de arena, limo y arcilla que presentaban las diferentes unidades edáficas y se clasifica como fina (cuando existe  $> 40\%$  de arcilla); media (cuando existe  $> 40\%$  de limo) y gruesa (cuando existe  $> 40\%$  de arena), d) la profundidad efectiva se reportó en cm, para lo cual se definieron 5 parámetros: 1)  $> 90$  cm; 2) de 90 a 50 cm; 3) de 50 a 35 cm, 4) 35-10 cm y 5)  $< 10$  cm. e) el drenaje interno se definió en los siguientes términos: 1) sin

problemas de drenaje, 2) drenaje lento, 3) drenaje rápido, 4) drenaje impedido y 5) drenaje excesivo, f) el hidromorfismo fue determinado en cm., para el cual también se definieron 3 parámetros: 1) suelos sin hidromorfismo, 2) suelos hidromórficos a una profundidad mayor a 50 cm y 3) suelos hidromórficos a una profundidad menor de 50 cm.

Así, los datos de la obstrucción interna, la textura, la profundidad, el drenaje interno y el hidromorfismo fueron obtenidos directamente de los informes de campo.

2) Características químicas: a) Sodicidad - este dato se evaluó en % de sodio intercambiable, para lo cual se tomaron 3 parámetros: 1) < 15%, 2) entre el 15-40% y 3) > 40% (tomando en cuenta la vegetación aprovechable). En los informes de campo, este dato viene reportado como % de saturación de Na; b) Salinidad - este dato se evaluó en mmhos/cm, para el cual se definieron 4 parámetros: 1) 4 mmhos/cm, 2) de 4-8 mmhos/cm, 3) de 8 a 16 mmhos/cm y 4) 16 mmhos/cm (tomando en cuenta la vegetación aprovechable). En los informes de campo, este dato viene reportado como conductividad eléctrica. c) Acidez - este dato se encuentra relacionado con el pH que se reporta en los informes de campo, para el

cual se definieron 3 parámetros: 1) suelos no ácidos, 2) suelos ácidos con pH  $\leq$  4.5 y 3) suelos ácidos con pH  $>$  4.5.

- . Las unidades de mapeo así caracterizadas se reportan en una tabla, la cual señala a su vez la agrupación de estas unidades en los diferentes elementos topográficos definidos a 1:200 000. Esto permite que en la evaluación, se pueda observar el grado de especificidad al que es posible llegar a estar trabajando con estas escalas. A su vez, la evaluación de dichas unidades se lleva a cabo utilizando la clasificación de uso potencial propuesta, la que se reportará más tarde en una matriz de usos, donde se confrontarán las unidades evaluadas contra los tipos de utilización factibles de implementar en la zona de estudio. Cuando las unidades de mapeo presentan más de una alternativa de uso, éstas se agrupan en orden decreciente, con respecto a su grado de aptitud y se señalarán como alta, media y baja.
- . Una vez obtenida la evaluación potencial para cada unidad de mapeo, se puede obtener un tipo de utilización prioritario, que tan solo será tentativo, considerando algunos aspectos socioeconómicos de la zona de estudio. Aunque tales prioridades obedecen más a estos factores que a consideraciones ecológicas, es conveniente aclarar que éstos están

íntimamente relacionados con la aptitud de la tierra donde éstos se quieran implementar. Los resultados así obtenidos, fueron analizados a una escala de 1:20 000 únicamente con la finalidad de que dicha evaluación pudiera ser apreciada con mayor exactitud. A este respecto se hace notar que tan solo se trata de una ampliación de los resultados obtenidos a 1:50 000, más la información no se encuentra a este nivel de detalle y el resultado obtenido conserva esta misma escala.

- . Finalmente, con la intención de aportar un análisis más detallado se reportará para las unidades cartografiables, una comparación del uso actual de la zona de estudio con el propuesto, lo cual permite establecer los principales lineamientos de regeneración de la calidad del medio natural.

### 3. RESULTADOS

En el siguiente capítulo se pretende presentar los resultados obtenidos al aplicar la metodología de regionalización fisiográfica, enfocada a la planeación del uso del suelo, en el caso específico de la Cuenca del Valle de México. A la vez, se da un esquema de posibilidades de uso potencial del suelo, utilizando la clasificación de uso potencial descrito para este fin, para la parte suroriental de la Cuenca del Valle de México.

Este capítulo se inicia ubicando a la Cuenca del Valle de México, desde un punto de vista fisiográfico, en la provincia a la que pertenece. Para esta finalidad se dará una breve descripción de la provincia del Eje Neovolcánico y se definirán las características esenciales que presenta la cuenca para ser considerada una subprovincia de éste. Enseguida se hará un análisis físico-natural de la cuenca, que marque los lineamientos necesarios para la delimitación de los sistemas de topoformas que se encuentran conformándola. El siguiente paso consiste en presentar un análisis más detallado de los sistemas de topoformas correspondientes al de la Planicie Central y Lacustre de la Cuenca del Valle de México y de la Sierra de Guadalupe, con la finalidad de ubicar a las topoformas que se encuentran conteniendo a la zona de estudio. En este nivel de regionalización fisiográfica se deter-

minan los elementos topográficos, en los cuales se comprueba que éstos, efectivamente, están actuando como un marco de referencia, pues en él ya se pueden inferir las principales limitantes regionales, así como las posibilidades de uso más generales. Este marco regional está, como se podrá exponer claramente, discriminando ciertas posibilidades de uso, dentro de la clasificación de uso potencial del suelo, facilitando así la determinación del potencial de uso de la zona de estudio. El uso potencial del suelo quedará definido al evaluar las condiciones ambientales de los elementos topográficos definidos a una escala de 1:50 000, las cuales se presentarán en forma de una matriz de usos que consiste en presentar las alternativas que presenta cada región evaluada. Dichas alternativas representan a la intensidad o grado de aptitud que presenta cada región, lo cual es de gran utilidad ya que, al incorporar ciertas características socioeconómicas, es posible definir tentativamente el uso conveniente del suelo. Finalmente, a fin de complementar este análisis, se hará una comparación entre los usos propuestos con el uso actual del suelo, a fin de mostrar los lineamientos a seguir en la regeneración de la calidad del medio natural.

### 3.1 Provincia del Eje Neovolcánico

#### 3.1.1 Ubicación geográfica y características generales

- . La localización geográfica de la provincia del Eje Neovolcánico se determinó en base a la clasificación fisiográfica de DETENAL, como puede observarse en la fig. 3.1.1 (a).

Políticamente, dicha provincia abarca el estado de Tlaxcala y parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Puebla y Veracruz.

#### 3.1.2 Características generales.

- . esta provincia recibe el nombre de "eje neovolcánico" por la cadena de grandes estrato - volcanes que presenta casi en línea recta y que se consideran, atraviesa el país sobre el paralelo 19: C. de Colima, Tancítaro, Zinantécatl (levado de Toluca), Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Matlacuiyete (Malinche) y Citlaltépetl (Pico de Orizaba). Otra característica esencial de dicha provincia son la presencia de las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos (Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco, El Carmen, etc.) o por depósitos de lagos antiguos (Zumpango, Chalco, Xochimilco, diversos llanos en el Bajío Guanajuatense, etc.). Dichos lagos deben su formación de bloqueo del drenaje original por medio de lavas u otros productos volcánicos, o bien, debido a los afallamientos.

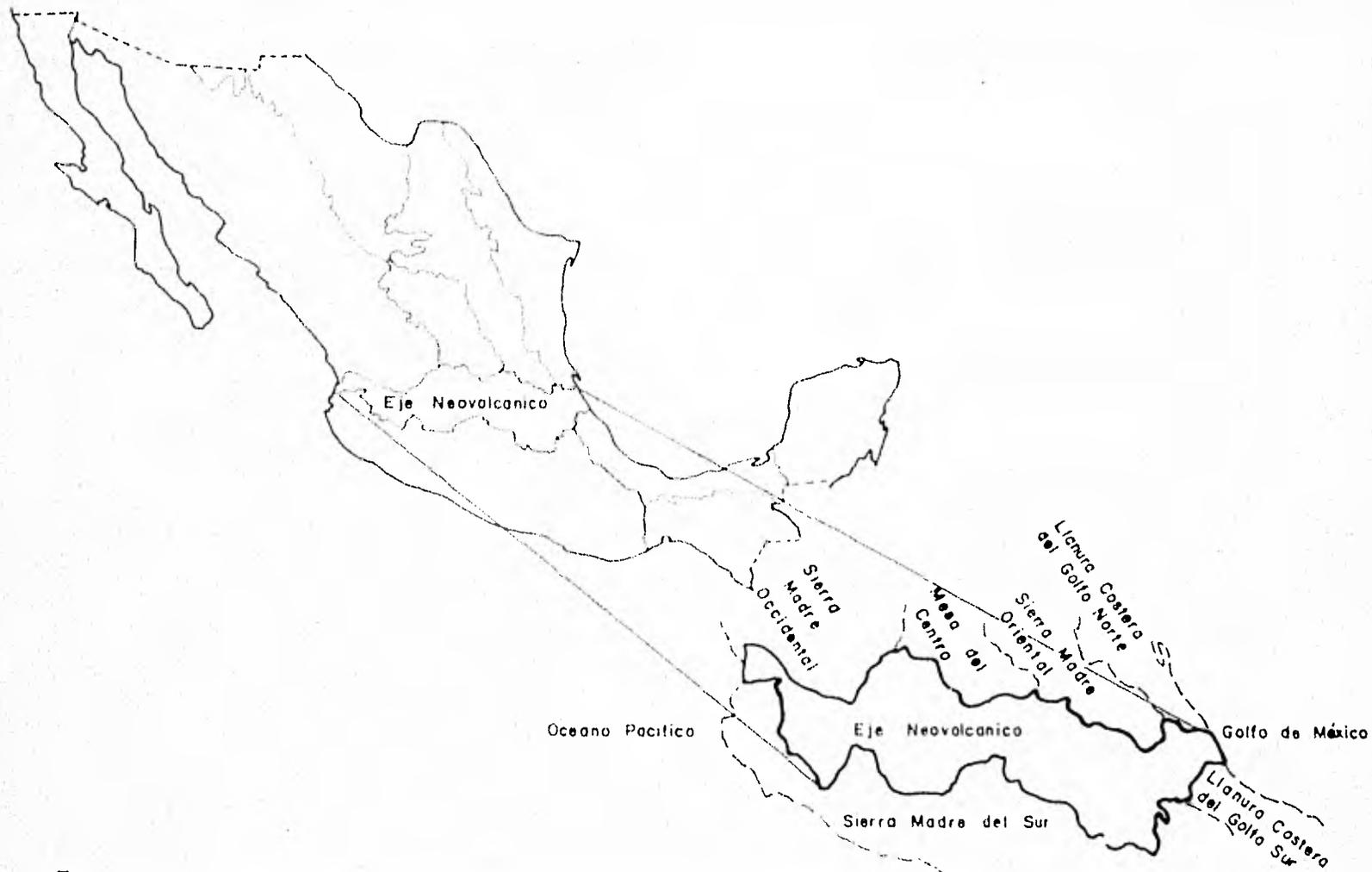


Fig 3.11(a) UBICACION GEOGRAFICA DEL EJE NEOVOLCANICO  
DENTRO DEL MARCO FISIOGRAFICO DE LA REPUBLICA MEXICANA

. Geológicamente esta provincia se caracteriza por ser una masa de rocas volcánicas de todos los tipos acumulada en innumerables episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del Terciario (hace aprox. 35 millones de años hasta la fecha). Está integrado por grandes sierras volcánicas, grandes colados lávicos, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, etc., dispersos entre extensas llanuras. El clima dominante de la provincia es el templado subhúmedo y semicálido hacia el poniente y, semiseco hacia el norte, sin embargo, en las altas cumbres se presentan los climas semifríos subhúmedos. La vegetación es sumamente variada, predominando los bosques de encinos y de coníferas, en las sierras volcánicas del oeste y sur de la provincia al igual que en el franja colindante con la Sierra Madre Oriental. Los principales ríos que corren a través de esta provincia son el Río Lerma y los afluentes del Río Balsas. El primero nace al este de Toluca, atraviesa el Bajío Guanajuatense y vierte sus aguas en el Lago de Chapala. Dicho río, en su trayecto, va uniendo a las diferentes cuencas, dándole una organización distintiva dentro de los elementos geográficos mexicanos. El segundo, ocupa la parte sur de la provincia, desde Michoacán hasta Puebla y se origina en la Sierra Madre del Sur.<sup>1</sup>

1 DETENAL. *Marco fisiográfico de la República Mexicana*. 1980. Departamento de Edafología. Oficina de Fisiografía.

### 3.2 Subprovincia de la Cuenca del Valle de México y sistemas de topografías que la conforman

#### 3.2.1 Ubicación geográfica

. La cuenca de México, cubre un área de unos 9 600 km<sup>2</sup>, en la Provincia del Eje Neovolcánico, en el margen austral de la meseta mexicana, aproximadamente entre las coordenadas 19° y 20° latitud norte y 98° 44' y 99°20' longitud oeste.

La colindancia de la cuenca del Valle de México con otras subprovincias que se encuentran constituyendo al Eje Volcánico Transversal, se muestra en la fig. 3.2.1 (a).

. La cuenca del Valle de México, tiene jurisdicción política con las siguientes entidades: el Estado de México que representa el 50% de la superficie; el Estado de Hidalgo con un 26.5%, el Estado de Tlaxcala con un 9%; Puebla con el 1% y el Distrito Federal con un 14% (fig. 3.2.1 (b)).

#### 3.2.2 La cuenca del valle de México concebida como una Subprovincia del Eje Neovolcánico.

. La Cuenca del Valle de México está formando una subprovincia del Eje Neovolcánico, debido a que guarda características morfológicas y de origen propias de dicha provincia, pues:

- 1) Su origen geológico, a base de rocas volcánicas -principalmente basaltos- es el resultado de procesos volcánicos y tectónicos característicos de la Provincia,



Fig: 3.2.1 (a) UBICACION DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO, DENTRO DEL EJE NEOVOLCANICO



Fig: 3.2.1 (b) JURISDICCION POLITICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

- 2) Forma una de las amplias cuencas cerradas -al quedar su drenaje original bloqueado por medio de los productos volcánicos- que es una estructura característica de la provincia a la cual pertenece, y
- 3) Forma parte integral de la cadena de los grandes estratovolcanes, que están caracterizando a la provincia y que le confiere el nombre que lleva.

### 3.2.3 Descripción del medio físico-natural de la Cuenca del Valle de México.

- . El Valle de México, aunque lo fue efectivamente, en la actualidad se ajusta más a la connotación de CUENCA, debido a su forma geomorfológica, su estructura geológica y su función hidrológica, si se entiende por cuenca a la depresión existente en la superficie de la tierra; a un área que no drena en dirección al Océano o, a un área encerrada por una tierra alta y que tiene una salida de drenaje. Así la asignación de *valle* a esta región geográfica, se le daba en base al antiguo sistema de drenaje que se abría hacia el sur, en dirección a Río Balsas, durante su pasado geológico.<sup>2</sup>
- . Geológicamente se considera que la cuenca presenta 7 fases de vulcanismo como producto de los procesos tectónicos originados en la expansión de la cresta submarina del Alto Pacífico

<sup>2</sup> Golomb, B. 1966. *La Cuenca del valle de México: Localización y Descripción General*. Simposio sobre el Valle y la Ciudad de México. Unión Geográfica Internacional: Conferencia Regional Latinoam. Tomo IV. pág.: 1 y 2.

Oriental <sup>3</sup>. Los complejos volcánicos resultantes de éstas fases de vulcanismo, son los que se encuentran constituyendo los sistemas de topofomas existentes en la Cuenca de México, los cuales se encuentran reportados en la Tabla 3.2.3 (a), donde se indica la era geológica en la que se formaron y los depósitos geológicos que los constituyen. Asimismo, en la fig. 3.2.3 (a) se muestra su localización geográfica dentro de la cuenca.

- . Las condiciones climáticas de la Cuenca de México, se presentan como una consecuencia de su topografía, su situación geográfica y altitud, definiendo 3 zonas principalmente, según la clasificación de García <sup>4 y 5</sup>; una zona seca (BS) que comprende desde la parte central (Lago de Texcoco), hasta la parte norte de Zumpango, Pachuca (Río de las Avenidas) y parte de la llanura de Apan y Tochac. Una zona templada lluviosa subhúmeda (CW) que se localiza en el resto de la cuenca, de altitudes menores a los 4 000 m; dentro de esta

---

3 Departamento del Distrito Federal (DDF). 1975. *Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal; Descripción de la cuenca del Valle de México. Tomo I.* México.

Mooser, F. 1961. *Informe sobre la Geología de la Cuenca del Valle de México y zonas colindantes.* Seria. de Recursos Hidráulicos. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.

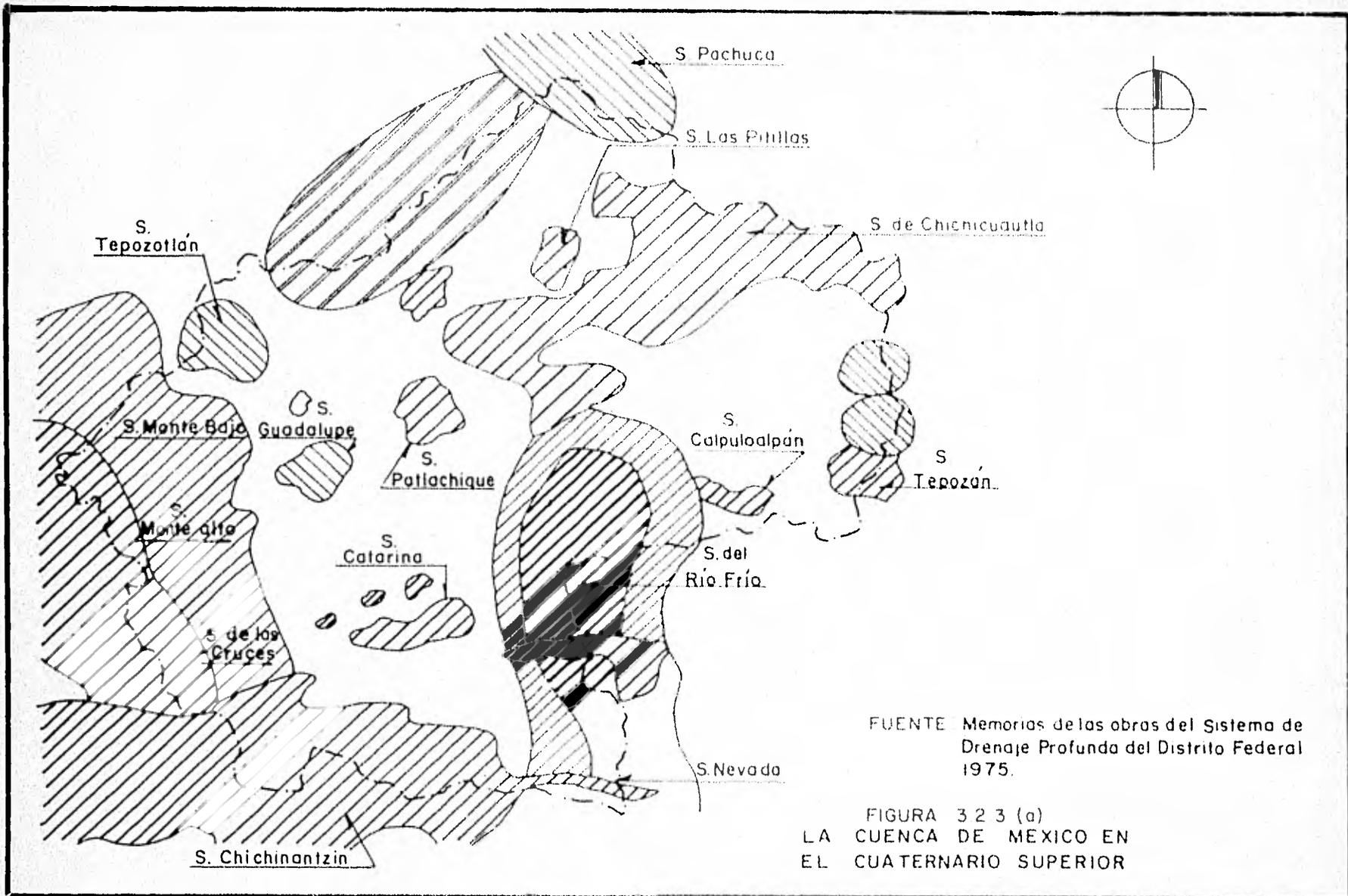
4 García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen,* op. cit.

5 Jáuregui, O.E. 1965. *Mesoclima y Bioclima del Valle de México.* Instituto de Geografía. 1: 99-121. México.

TABLA 3.2.3 (a) LAS SIETE FASES DE VULCANISMO QUE DIERON ORIGEN A LA CUENCA DE MEXICO

FASE	ERA GEOLOGICA	DEPOSITOS GEOLOGICOS	FORMACION
1	Terciario Inferior	Reellenos de calizas intercalados con depósitos de yeso	No afloraron en la Cuenca; existen a una profundidad de 2265 m del pozo de Texcoco
2	Oligoceno Medio	Lavas intermedias o ácidas; tobas	Base de la Sierra de Tepotzotlán
3	Oligoceno Superior	Dacitas Andesitas	SIERRAS MAYORES: Formación Xochiltepec Peñón de los Baños, Cerro Sta. Isabel, Zacatepec, Tlapacoya y Chapultepec; Serie Humaderas y Nochistongo
4	Mioceno	Lavas intermedias y ácidas domos dacíticos	SIERRAS MENORES: Sierra Guadalupe, Tepotzotlán, Las Pitillas, Patlachique y Tepezán.
5	Finales del Mioceno Terciario Superior y principios del Cuaternario	Éfusiones andecíticas y dacíticas (estrato-volcanes y abanicos volcánicos)	Sierra de las Cruces, Río Frío y Nevada
6	Cuaternario	Andesítico-basálticos	Continuación de la formación de Sierra Nevada; Cerro de la Estrella y Peñón del Marqués.
7	Cuaternario Superior	Fenobasaltos, andesitas y riolitas en menor proporción	Sierra Chichinautzin; conos pumíticos del Paredón y Cerro Tejocote

FUENTE: Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal, 1925. Departamento del Distrito Federal (DDF), Tomo I, México.



zona se pueden diferenciar 3 tipos climáticos, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: hacia la base de las montañas se encuentra un clima templado subhúmedo, el más seco dentro de los templados ( $Cw_1$ ); en la parte del talud de las sierras se localiza un clima templado subhúmedo, intermedio en el grado de humedad ( $Cw_1$ ) y finalmente, un clima templado que corresponde al más húmedo dentro de los subhúmedos y se extiende en las sierras, a altitudes entre 2 400 m y 2 800 m ( $Cw_2$ ). Finalmente, una zona fría (E) que se localiza a una altitud de 4 000 m, localizada en la Sierra Nevada (EI) y en las cumbres del Iztaccíhuatl y el Popocatepetl (EF). (Tabla 3.2.3 (b) y fig. 3.2.3 (b)).

El comportamiento hidrológico de la Cuenca está dado en base a las características que presentan sus principales corrientes superficiales a partir de las cuales se han distinguido once zonas hidrológicas<sup>6</sup>: (fig. 3.2.3 (c) y Tabla 3.2.3 (c)). Así, dentro de la cuenca se considera que existen dos principales áreas que presentan un drenaje denso y bien integrado, constituidas por las zonas II, III y IV, la primera y por la IX, X y XI, la segunda. La primera se ubica hacia el suroeste de la formación Tarango y la serie andesítica de la Sierra de las Cruces; y la segunda, está constituyendo subcuencas cerra

---

6 Carta Hidrológica de la Comisión de Aguas del Valle de México. Comisión de Aguas del Valle de México. Departamento de Manejo de Recursos Naturales, 1973.

TABLA 3.2.3 (b) DISTRIBUCION CLIMATICA DE LA  
CUENCA DE MEXICO

TIPO CLIMATICO	UBICACION
Zona Seca (BS)	Planicie Central de la Cuenca de México: Lago de Texcoco hasta el norte de Zumpango; Pachuca (Río Avenidas) y parte de la Llanura de Apan y Tochac.
Zona Templada Subhúmeda: (Cw)	Resto de la cuenca
Cw <sub>..</sub>	Planicie Central y base de las cimas montañosas (de 2,300 a 2,400 msnm)
Cw <sub>1</sub>	Talud de los complejos montañosos (De 2,400 a 2,800 msnm)
Cw <sub>2</sub>	Partes abruptas de las sierras (2,800 a 4,000 msnm)
Zona Fría: (E)	Parte superior de la Sierra Nevada
ET	Parte superior de la Sierra Nevada
EF	Cumbres del Iztaccíhuatl y el Popocatepetl

FUENTE: Colomb E. 1966. *La Cuenca del Valle de México: Localización y Descripción General*. Simposio sobre el Valle y la Ciudad de México. Unión Geográfica Internacional: Conferencia Regional Latinoamericana. Tomo IV. pág.: 1 y 2.

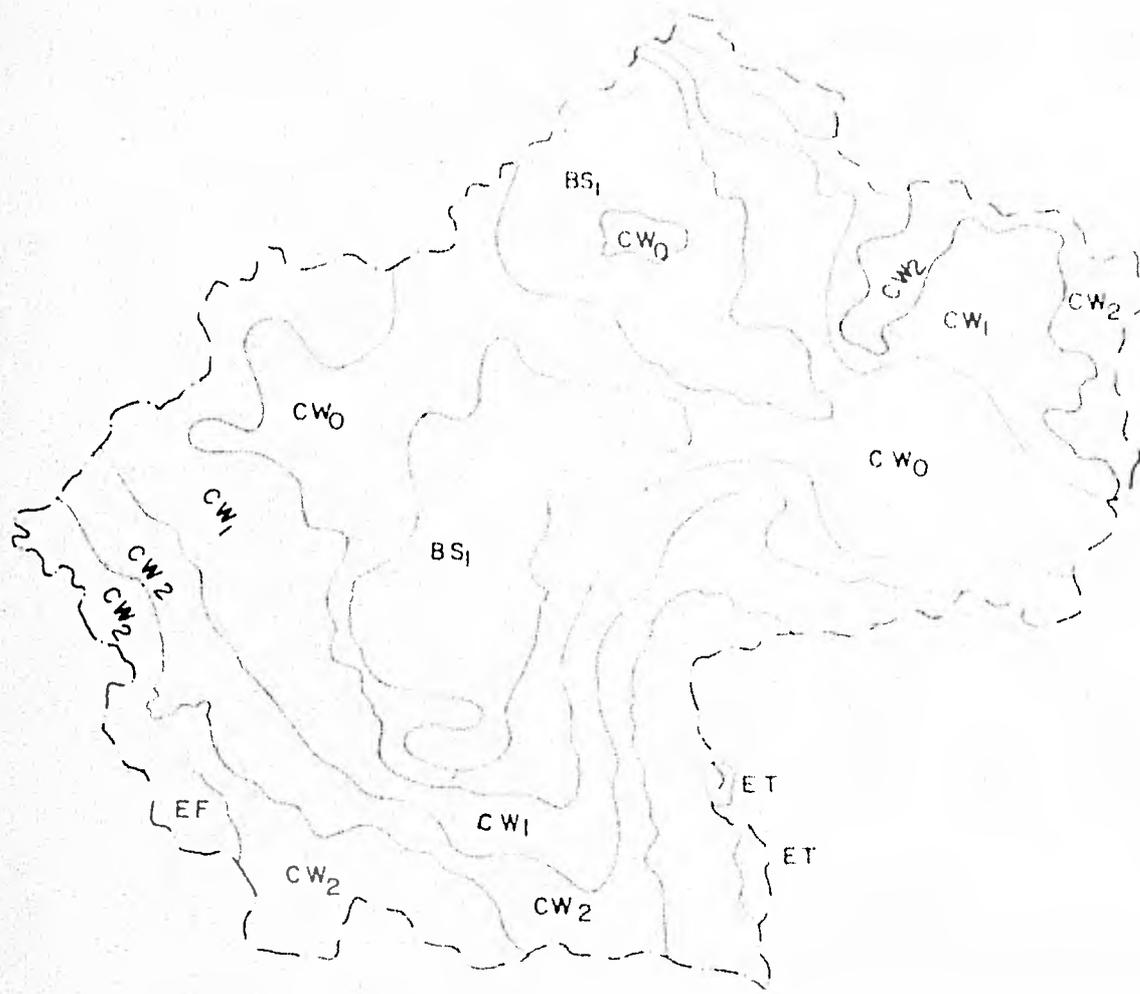


Fig: 3.2.3 (b) TIPOS CLIMATICOS DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

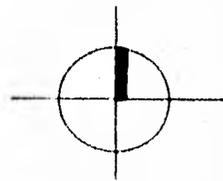
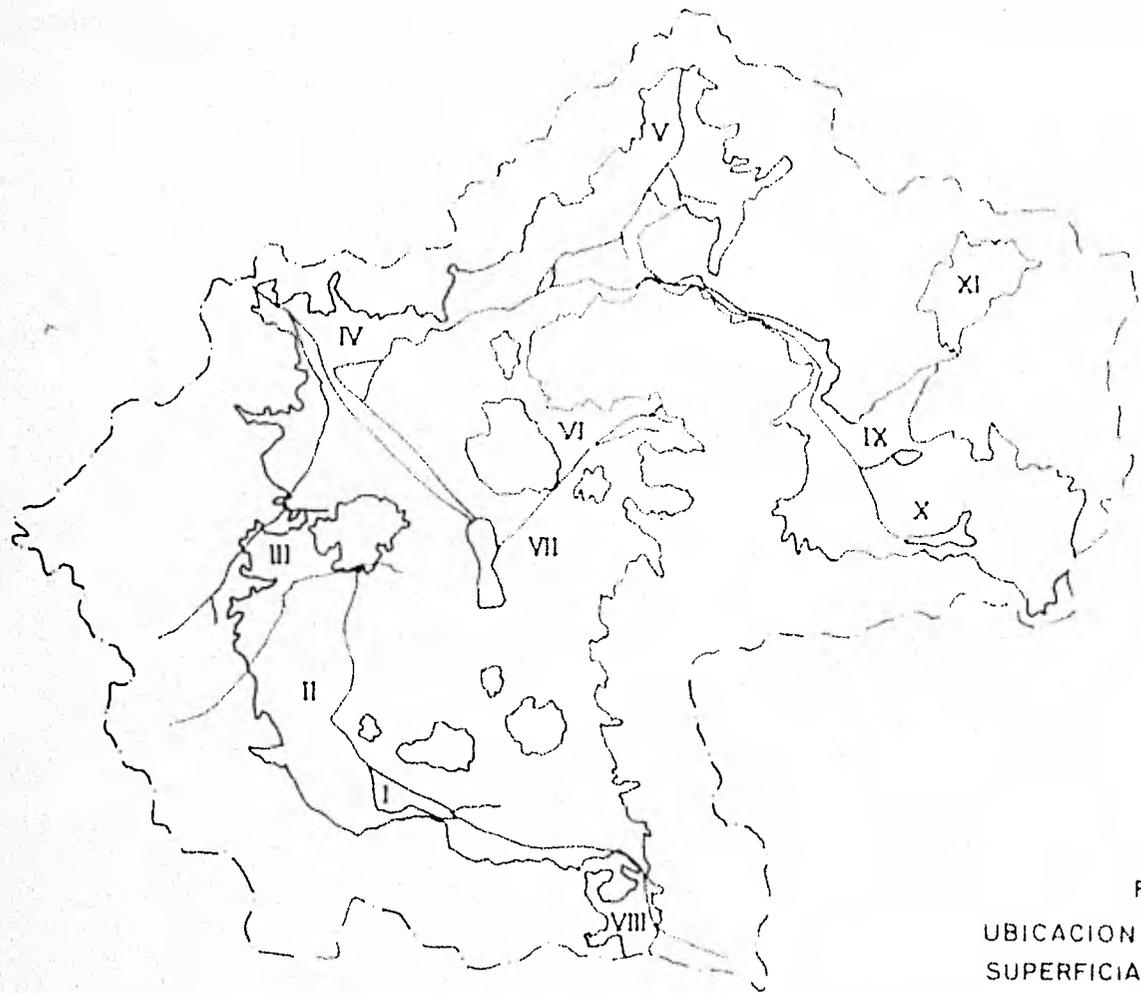


FIGURA 3 2 3 (c)  
UBICACION DE LAS CORRIENTES  
SUPERFICIALES Y ZONAS HIDROLOGICAS  
DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

TABLA 3.2.3 (c) ZONAS HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL VALLE  
DE MEXICO

No. ZONA	HOMBRE	AREA EN KM <sup>2</sup>
I	Xochimilco	552
II	Churubusco	234
III	Cd. de México	725
IV	Cuautitlán	972
V	Pachuca	2 087
VI	Teotihuacán	930
VII	Texcoco	1 146
VIII	Chalco	1 124
IX	Apan	637
X	Tochac	690
XI	Tecocomulco	533
TOTAL		9 600

Fuente: *Comisión de Aguas del Valle de México*. Departamento de manejo de Recursos Naturales. 1973.

das, hacia el noreste de la cuenca, cuyo drenaje es el resultado de la erosión de las lagunas de Apan, Tochac y Tecocomulco, constituyéndose un drenaje dendrítico sobre rocas de resistencia homogénea y de escasa permeabilidad. Por otra parte los ríos principales que se encuentran constituyendo a las zonas hidrológicas se muestran en la tabla 3.2.3 (d).

- . La distribución de los suelos en la cuenca de México, está dada por las siguientes características: diferencias relativas de altitud y cambios climáticos, composición y edad de los materiales eruptivos, pendiente y drenaje. De acuerdo con esto se considera que únicamente en los lugares de formación más antigua, se observan los diferentes factores formadores de los suelos, considerándose así *suelos zonales*; en tanto que en el resto de la cuenca el factor litológico está constituyendo diversos grados de evolución del suelo, determinando así *suelos intrazonales* y por último, el caso de la presencia de gleysoles, que se consideran *suelos azonales*, por obedecer a una situación local de drenaje condicionado por el factor topográfico.

Las unidades edáficas, que se encuentran formando a los suelos de la cuenca, se encuentran formando asociaciones, de-

7 Macías, C. J. *Posibilidades de uso Agropecuario de los Terrenos del Ex-Lago de Texcoco*. Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Julio de 1971.

TABLA 3.2.3 (d) PRINCIPALES RIOS QUE FORMAN PARTE DE LAS ZONAS  
HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

No. ZONA	NOMBRE	PRINCIPALES RIOS
I y VIII	Xochimilco y Chalco	San Lucas, San Buenavista, La Compañía, San Francisco, Amecameca y Milpa Alta.
II	Churubusco	Magdalena, Mixcoac, Eslava y Barranca Guadalupe.
III	Cd. de México	Hondo, Tlalnepantla, Chico de los Remedios, Los Cuartos, San Joaquín, Totolica, Tecamachalco, principalmente.
IV	Cuautitlán	Tepotzotlán y Cuautitlán
V	Pachuca	Río de las Avenidas y otras corrientes aisladas de poca importancia.
VI	Teotihuacán	San Juan Teotihuacán
VII	Texcoco	Papalotla, Xalapango, Coxcacoaco, Sta. Mónica, Texcoco, Chapingo, San Bernardino y Coatepec.
IX	Apan	Calpulalpan y Tizar
X	Tochac	San José Baranca del Muerto y corrientes de las Lagunas de las Animas.
XI	Tecocomulco	El Cana, Coatlico y corrientes de las Lagunas de Tecocomulco y del Puerco.

FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México, 1973. Principales Zonas Hidrológicas de la Cuenca del Valle de México. Departamento de Manejo de Recursos Naturales.

pendiendo de la geoforma que estén constituyendo: sierras, taludes de transición y llanuras bajas<sup>8</sup>. Las diferentes combinaciones de las unidades de suelo, en la cuenca están resumidas en la tabla 3.2.3 (e). El relieve de la Cuenca del Valle de México, está determinado por 3 zonas bien definidas<sup>9</sup> (fig. 3.2.3 (d)): una zona baja o de planicie, que se encuentra conformada por el pie de las cordilleras o lomeríos que la circundan, comprendida entre la cota 2 236 y 2 300 msnm; una zona de lomeríos, que se encuentra rodeando a la cuenca por el este y oeste, ampliándose notablemente hacia el norte y noroeste y comprendida entre las cotas de 2 300 a 2 400 msnm; y una zona montañosa que está formada por el conjunto de sierras que se encuentran rodeando a la cuenca, dichos macizos montañosos presentan una altitud variable que sobrepasa la cota de nivel de 2 400 msnm.

La distribución de la vegetación en la Cuenca de México, es un reflejo de la gran diversidad de las condiciones ecológicas que se presentan en ésta. Así, los tipos de vegetación que se distribuyen en climas húmedos y semihúmedos son:<sup>10 y 11</sup>

- 8 Aguilera, N. 1965. *Suelos de Apeo, Génesis, Morfología y Clasificación*. Serie de Investigaciones No. 6. Bol. de Postgraduados. UACH. México.
- 9 Según la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.
- 10 Ezedowski. 1974. *Cartografía de los principales tipos de vegetación de la mitad septentrional del Valle de México*. Anales de la Esc. Nat. de Ciencias Biológicas. I.P.N. Vol. 13 Núm. 1 - 4
- Anaya Lang, A.O. 1962. *Estudio entre las relaciones del suelo y algunos factores climáticos en seis sitios del declive occidental del Iztaccihuatl*. Tesis. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- 11 Madrigal Sánchez X. 1967. *Contribución al conocimiento de la Ecología de los Bosques de Oyamel en el Valle de México*. I.N.I.F. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Bol. Tec. No. 12.

TABLA 3.2.3 (e) ASOCIACIONES DE LAS UNIDADES EDAFICAS QUE CONSTITUYEN  
LOS SUELOS DE LA CUENCA DE MEXICO

ASOCIACION <sup>1</sup>	CLAVE	DISTRIBUCION
Litosol + Regosol Eútrico Litosol + Andosol Húmico Litosol + Andosol Mólico Litosol + Andosol Háptico	I + Re I + Th I + Tm I + Tn	Sierra Chichinautzín y parte central y noroeste de la Cuenca
Regosol Eútrico + Litosol Regosol Eútrico + Andosol Háptico	Re + I Re + Tn	Partes medias y altas de las Sierras de Chichinautzín, Nevada y de las Cruces
Andosol Húmico + Litosol Andosol Húmico + Andosol Háptico Andosol Húmico + Andosol Vitríco	Th + I Th + Tn Th + Tv	Sierras de las Cruces, Pachuca y Tepetzotlán, Nevada y Chichinautzín
Feozem Háptico	Hh	Planicie y sierra en pendientes < 10%
Feozem Calcárico	Hc	
Vertisol Pélico	Vp	
Andosol Háptico + Litosol Andosol Háptico + Regosol Eútrico Andosol Háptico + Andosol Húmico	Tn + I Tn + Re Tn + Th	Taludes de la Sierra Nevada y Pachuca; sitios explotados silvícolamente y sierras restantes de la cuenca asociado con I y R
Andosol Vitríco + Andosol Húmico	Tv + Th	En las partes altas de la Sierra Nevada
Andosol Gleyco	Tg	Alrededor de áreas inundadas (Tecocmulco, Apan, Tochac y Zumpango, Chalco y Xochimilco).
Gleysoles (sódico y salino)	Gs y Gn	Principalmente en el ex-Lago de Texcoco
Ranker + Litosol	I + U	Sierra Nevada (arriba de 4 000 msnm)

<sup>1</sup> En una asociación, la primera unidad mencionada está constituyendo el 60% del total, siendo para el siguiente (s) componente (s) el restante 40%.

FUENTE: Mapa de vegetación de la Cuenca del Valle de México, 1975.  
Instituto de Geografía, UNAM.



FIGURA 3.2.3 (d)  
MORFOLOGIA DE LA CUENCA  
DEL VALLE DE MEXICO

Bosque de *Juniperus deppeana*, bosque de *Abies* y Bosque de *Pinus hartwegii*; el clima semiárido que prevalece en ciertas zonas de la cuenca se han reportado las siguientes comunidades vegetativas<sup>12</sup>: matorral de *Quercus*, matorral de *Opuntia Zaluzania Mimosa*, matorral de *Hechtia*, matorral de *Eysenhardtia* y matorral de *Senecio praecox*, (tabla 3.2.3 (f)). También existe otro tipo de vegetación cuya distribución obedece a limitantes locales, como es el caso de la vegetación halófila que se desarrolla en los suelos salobres de Zumpango, Xaltocan, San Cristóbal y Texcoco. por último cabe mencionar la existencia de grandes extensiones en la cuenca de un tipo de vegetación arbórea que pertenece a lo que se le puede denominar una comunidad vegetal artificial,<sup>13</sup> la cual está integrada por individuos del género *Eucalyptus* y *Schinus molle* (pirul), incluyendo en ciertas ocasiones a individuos del género *Casuarina equisetifolia*, que es utilizada para reforzar la densidad de este estrato arbóreo<sup>14</sup>.

- 12 Reiche, C. 1926. *Flora excursionista en el Valle de México*. Talleres Gráficos de la Nación. México, D.F. 303 pp.
- Rzedowski, J. 1954. *Vegetación del Pedregal de San Ángel*. An. Esc. Nac. Ciencias Biológicas, Méx. 8: 53-129. 1957. *Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del Lago de Texcoco*. Bol. Soc. Bot. Mex. 21: 19-33.
- Sánchez, O. 1969. *La Flora del Valle de México*. Editorial Herrera, México, D.F. 919 pp.
- 13 Miranda, F. 1959. *Comentario*, in: *Mesas Redondas sobre Problemas del Valle de México*. Edic. Inst. Mex. Res. Nat. Renov. México, D.F. pp. 189-199.
- 14 Melo Gallegos, C. 1979. *Desarrollo de los Parques Nacionales Mexicanos*. Dirección General de Planificación. Departamento del Distrito Federal.

TABLA 3.2.3 (1)  
 PRINCIPALES COMUNIDADES VEGETALES DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

VEGETACION	ALTITUD (msnm)	UBICACION
Bosque de <i>Juniperus</i>	2 500 - 2 700	S. Pachuca, S. Tepozán; S. Patlachique.
Bosque de <i>Quercus</i> (Encinares)	2 400 - 2 900	S. Nevada, S. de las Cruces, S. Monte Alto, S. Monte Bajo, S. Tepetzotlán, S. Pachuca, S. Patlachique, S. Guadalupe, S. Las Pitillas.
Bosque de <i>Pinus</i> (Pineáceas)	2 700 - 7 850	S. Nevada, S. Patlachique, S. Tepozán, S. Pachuca, S. Monte Bajo.
Bosque de <i>Abies</i> (Oyamel)	2 700 - 3 200	S. de las Cruces, S. Nevada, S. Pachuca.
Bosque de <i>Pinus hartwegii</i>	3 300 - 4 100	S. Chichinautzin y S. del Río Frío (volcanes de mayor altitud).
Matorral de <i>Quercus</i> (encinares chaparros)	2 400 - 2 900	S. de las Pitillas, S. Patlachique, S. Tepozán, S. Chichicauautla, S. Calpulalpan, S. Tepetzotlán.
Matorral de <i>Opuntia</i> , <i>Zaluzania</i> y <i>Mimosa</i>	2 400 - 2 900	S. de las Pitillas, S. Patlachique, S. Tezontlapan, S. Tepozán.
Matorral de <i>Heckera</i>	> 2 800	S. de Pachuca.
Matorral de <i>Eugenia</i>	2 400 - 2 900	S. de Guadalupe.

FUENTE: D.D.F. 1975. Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal, Tomo I. México.

#### 3.2.4 Sistemas de topoformas que conforman a la Cuenca de México

- . El presente análisis del medio físico natural de la Cuenca del Valle de México se considera una herramienta esencial para la identificación, descripción y localización geográfica de los sistemas de topoformas que la están integrando.
- . De esta manera y siguiendo los lineamientos de la metodología de regionalización fisiográfica, para la delimitación de este nivel de regionalización se contemplan únicamente las características ambientales más generales, las cuales son: fisiografía, distribución hídrica y geología. Mediante el análisis físico de la cuenca es posible observar que estas características se encuentran íntimamente relacionadas; pues la historia geológica y los procesos tectónicos que se llevaron a cabo en la cuenca, determinaron la geomorfología preva-  
leciente, los cuales conjuntamente están determinando los patrones hídricos característicos de cada formación. Así, mediante las 7 fases de vulcanismo que originaron a la cuenca y al estar cada fase caracterizada por sus propios tipos de lavas y movimientos tectónicos, es posible identificar a la multitud de elementos volcánicos formados en distintos grupos, formaciones y series, que en última instancia representan a los sistemas de topoformas que la integran. Para fines de este estudio, tan solo se pretende ubicar a estas regiones fisiográficas, dentro del contexto de la cuenca a la vez que aportar

las características esenciales de cada uno de ellos y que les permiten ser ubicados en este nivel de regionalización (Tabla 3.2.4 (a)). La ubicación de los sistemas de topoformas que integran a la cuenca se ha reportado en el anexo, en el plano 1 correspondiente a la Regionalización Fisiográfica. Esta delimitación se obtuvo mediante la sobreposición de la carta geológica y del plano general del Valle de México, cuya información se encuentra esquematizada en las figuras 3.2.3 (a), (c) y (d). Finalmente se ha elaborado un esquema que permita comprender gráficamente, la ubicación de este nivel de regionalización, dentro del marco fisiográfico (fig. 3.2.4 (a)).

- Es obvio, que la descripción y justificación de los sistemas de topoformas se ha hecho muy general; esto es debido a que únicamente se está pretendiendo formar el marco de referencia de la zona de estudio. Es por esto que en el apartado siguiente solo se describirán a los sistemas de topoformas que contienen esta zona.





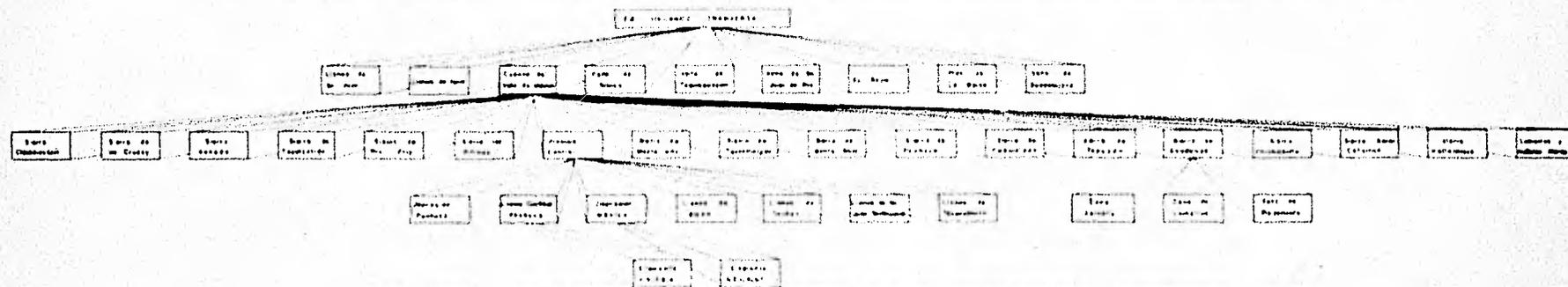
PROVINCIA

DEPARTAMENTO

SISTEMA DE  
TOPOGRAFIA

TIPOGRAFIA

ELEMENTOS  
TOPOGRAFICOS



ORGANIZACION DEL SISTEMA DE TOPOGRAFIA

### 3.3 Sistema de topoformas correspondientes a la Planicie Central y Sierra de Guadalupe, topoformas que la integran y localización de la zona de estudio

#### 3.3.1 Planicie Central y topoformas que la integran

La Planicie Central concebida como un sistema de topoformas.

La planicie central se considera un sistema de topoformas al presentar las siguientes características geológicas, fisiográficas y de distribución hidrica:

- 1) Presenta un solo patrón genético original a base de depósitos aluviales y lacustres, el cual se formó durante la séptima fase del vulcanismo, durante el Cuaternario.
- 2) Presenta un mayor grado de uniformidad paisajística, representada por un relieve plano y poco accidentado.
- 3) Su patrón hídrico está representado por las subcuencas hidrológicas mencionadas, las cuales se han formado a partir de los escurrimientos superficiales provenientes de los complejos montañosos.

#### Ubicación geográfica

Dentro de la Cuenca de México, la planicie central se encuentra ubicada, como su nombre lo indica, en la porción central constituyendo el sistema de topoformas correspondiente al M, la cual está delimitada por los principales complejos montañosos como se muestra en el plano 1 correspondiente a la

### Regionalización fisiográfica.

- . Al igual que la Cuenca de México, la Planicie Central tiene jurisdicción política en los Estados de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y el Distrito Federal.

### Descripción Físico-Ambiental

- . El material geológico que se encuentra conformando a la planicie es el resultado de procesos volcánicos que constituyeron la séptima fase en la historia geológica de la cuenca; estos están representados por un relleno aluvial, existiendo sobre éste predominio de depósitos lacustres en ciertas partes, o depósitos piroclásticos en otras.
- . El clima prevaleciente en la planicie central se encuentra representado por dos tipos climáticos correspondientes al seco estepario ( $BS_1$ ) y el templado subhúmedo ( $Cw$ ). El clima seco estepario  $-BS_1-$  que se ubica en esta zona se caracteriza por lluvias escasas que se presentan principalmente durante el verano  $-(w)-$ ; presenta una temperatura media anual inferior a  $18^{\circ}C$  y la media del mes más caluroso es superior a  $18^{\circ}C$   $-(k)-$ ; por lo que se considera un clima seco estepario frío ( $BS_1 k w$ ). Este clima se distribuye en la cuenca del Río de las Avenidas y en el antiguo lecho del lago de Texcoco. El clima templado subhúmedo que se distribuye en la planicie corresponde al menos húmedo, dentro de los de este tipo; la temperatura del mes más cálido es inferior a

22°C y la temperatura media de 4 meses o más es superior a 10°C, siendo el cociente P/T menor de 43.2, -C(w<sub>a</sub>)-; la lluvia es periódica y el invierno seco, siendo durante el mes más lluvioso de verano las lluvias 10 veces o más de mayor altura que en el mes más seco -(w)-; la temperatura del mes más cálido es inferior a 22°C y la temperatura media de 4 meses o más es superior a 10°C -b-; por lo que este clima se ha denominado templado subhúmedo el menos húmedo dentro de esta variedad (C(w<sub>a</sub>)(w)b). Corresponde a este clima el resto del paisaje del valle central de la Cuenca.

La planicie central, por las características hidrológicas principales que se presentan las corrientes superficiales, se le han podido distinguir, como ya se ha expuesto, 11 zonas hidrológicas. Los principales ríos que forman dichas zonas son de carácter torrencial, con avenidas de corta duración y generalmente sus cauces permanecen secos durante la temporada de estiaje, siendo de escurrimientos perennes tan solo el Magdalena, Tacubaya, Hondo, Tlalnepantla, Cuauhtitlán, Tepotzotlán, San Juan Teotihuacán y de la Compañía. Existen además, cuerpos de agua naturales representados por el de Texcoco, Xochimilco y Zumpango; así como canales y cuerpos de agua artificiales (el Dren General del Valle, Gran Canal, Canal de Sales, el Evaporador solar y el de Regulación Horaria).

- . Los suelos de la planicie se han formado ya sea a partir de los depósitos finales de los materiales coluvio-aluviales (suelos transportados) constituyendo suelos *intrazonales*; o bien, a partir de condiciones locales constituyendo suelos *azonales*. Las unidades edáficas que se encuentran constituyendo a los suelos intrazonales, se encuentran representadas principalmente por el grupo de los feozem, principalmente háplicos y calcáricos; los litosoles, que generalmente se encuentran en asociación con regosoles y andosoles; el vertisol pélico, constituyendo una unidad pura y por último, los andosoles gleycos. Las unidades edáficas que se encuentran constituyendo a los suelos azonales están representadas por los gleysoles sódicos y salinos, cuya distribución principal en la planicie es en el Ex-Lago de Texcoco.
- . La geomorfología prevaeciente de esta zona se encuentra representada, como su nombre lo indica por una extensa zona de planicie en donde el paisaje predominante es suave, redondeado y desprovisto de cambios bruscos en el relieve, pues se caracteriza por presentar pendientes que son menores al 5%. La zona de planicie se extiende entre la cota 2,236 msnm en su porción más baja y la 2 300 msnm en la más elevada. Este hecho hace que la región se ubique a dos niveles un poco distintos, constituyendo dos principales geoformas: depresiones que se consideran el nivel más bajo y se

ubican hacia la parte central, norte y sur; y llanos que se consideran las partes más altas, los cuales se ubican hacia la parte norte y noreste de esta región. Por otra parte, el suelo de la planicie se encuentra interrumpido por algunas elevaciones volcánicas, fraccionándola parcialmente, dentro de las cuales se encuentran la Sierra de Santa Catarina hacia la parte sur, la Sierra de Guadalupe y Cerro Chiconautla en la región central y por una multitud de elevaciones menores hacia el noreste de la planicie.

La vegetación nativa de la planicie prácticamente ya no existe, pues ésta ha sido substituída, desde hace mucho tiempo, por extensas áreas de cultivo. De hecho, los estudios paleobotánicos<sup>15</sup> que se han llevado a cabo en esta zona indican que la planicie probablemente había estado ocupada por encinares (*Quercus* sp), que se extendían desde las sierras circundantes hacia esta región, principalmente hacia la parte sur; además de la existencia de los cipreses que restan en las proximidades de Texcoco, hechos que indican que en el pasado esta planicie estaba conformada por este tipo de vegetación. Actualmente, se considera que las escasas comunidades de vegetación natural de esta zona están representadas por el

---

15 Clisby, R.H. y F.B. Seena. 1958. *Palynology on Southern North America III. Microfossil profiles under Mexico City correlated with sedimentary profiles.* Bull. Geol. Soc. Amer. 68: SU-520. USA.

matorral de *Senecio praecox*, distribuido principalmente en la parte baja del Pedregal de San Angel; y una vegetación halófila representada por un pastizal bajo y denso, en donde las especies dominantes son *Distichlis spicata* y *Eragrostis obtusiflora*, el cual se presenta principalmente en Zumpango, Xaltocan, San Cristóbal y Texcoco. Ambos tipos de vegetación se han desarrollado como consecuencia de limitantes locales, pues el primero es característico de suelos pobres y rocosos, siendo el segundo común en suelos que presentan altas concentraciones de sal y sodio.

#### Topoformas que integran a la Planicie Central

- . Las topoformas que se encuentran constituyendo a la planicie central han sido definidas en base a su geomorfología y patrones hidrológicos y climáticos que presenta. Como ya se ha observado la planicie central ya muestra un patrón homogéneo en cuanto a su geomorfología, pues se trata de una planicie lacustre; por lo que se espera que sus topoformas ahora queden definidos con los siguientes criterios. De esta manera, ya se ha descrito que aunque se trata de una zona plana, ésta se distribuye en dos niveles ligeramente distintos, formando llanos y depresiones. Estas geoformas constituyentes de la planicie se caracterizan por un comportamiento hídrico distintivo, representado por las 11 zonas hidrológicas previamente descritas. A partir de estas características se han podido distinguir a las topoformas que integran a la planicie, las

cuales se han reportado en la Tabla 3.3.1 (a). Esta tabla se ha elaborado con la finalidad de resumir las principales características que presentan, pudiéndose observar aquí aquellas diferencias que les confieren ser elementos físico-ambientales distintivos. La delimitación de estas topoformas se llevó a cabo sobreponiendo el plano general de la cuenca, con el Climático (esquematizados en las fig. 3.2.3 (b), (c) y (d). La ubicación geográfica de estas topoformas ha quedado representada en el anexo, en el plano 2, correspondiente a la Regionalización Fisiográfica.

- . En este nivel de regionalización fisiográfico, ya es posible dilucidar las principales posibilidades o limitantes ambientales que presentan estas regiones para el establecimiento de los diferentes tipos de utilización agrícola, pecuaria, forestal y urbana. A continuación esto se hará evidente únicamente para aquellas topoformas donde se encuentra comprendida la zona de estudio.

Las topoformas que integran a la zona de estudio

- . Las topoformas que integran a la zona de estudio, en la porción de ésta que se ubica en la planicie Central son: La Depresión México y los Llanos de Cuautitlán-Pachuca. Dichas geoformas se consideran topoformas de la planicie Central al presentar las siguientes características geológicas, fisiográficas, hidrológicas y climáticas:

TABLA 3.3.1 (a) TOPOFORMAS QUE INTEGRAN A LA PLANICIE CENTRAL

Clave	TOPOFORMA	GEOMORFOLOGIA	HIDROLOGIA	CLIMA	EDAFOLOGIA	VEGETACION	UBICACION
1	Depresión Pachuca	Material de origen coluvio-aluvial y lacustre. Llanuras amplias, ligeramente onduladas y disectadas.	Escaso flujo hídrico, aseguramiento temporal de antiguos lagos. Constituye la zona hidrológica V, correspondiente a la Cuenca del Río de las Avilas.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )	Litólicos en asociación con andosoles moléculas II + III	Cactus, agaves y yucas principalmente	Depresión delimitada al N por la Sierra de Pachuca al S por lomeríos múltiples u otros; al E por la S. Chichicauilla y al W por la S. Tezontlalpan.
2	Depresión México	Material de origen coluvio-aluvial y lacustre. Constituye la depresión más baja, ligeramente levantada en su porción NE.	Área de captación hídrica natural, constituye las zonas hidrológicas II, III y VII (Oaxaca, México y Tezcoco respectivamente).	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )	Clayeyo, pedregoso y fino (II y III) y medianos, proporción de fozem hápico y calcáreo (II y III)	Vegetación hemicárida (pastizal talado), herbáceas anuales de copreses y euclíptido	Depresión delimitada al N por los Llanos Cuautitlán-Pachuca; al S por la S. Sta. Catarina, al E por la S. de Río Frio y Nevada y al W por la S. de las Cruces.
3	Depresión Xochimilco	Material de origen coluvio-aluvial y lacustre. Llanuras de acumulación levemente onduladas.	Drenaje débil, aseguramiento temporal. Constituye la zona hidrológica I, que representa a las cuencas de la Sierra Chicomaxtlan.	Templado subhúmedo (C <sub>W</sub> )	Fozem hápico y calcáreo (II y III), en menor proporción suelos gleyosos (III)	Zona de cultivo (alfalfa y maíz, principalmente)	Depresión delimitada al N por la Depresión México, al S por la S. Chichimautzin; al E por la S. Nevada y al W por la S. de las Cruces.
4	Llanos Cuautitlán-Pachuca	Material coluvio-aluvial y lacustre constituyendo llanuras de pendientes ligeras (1 a 3 %), interrumpidas por formaciones volcánicas.	Hidrología caracterizada por aseguramiento mínimo, constituye la zona hidrológica IV que forman los ríos Tepazán y Cuautitlán.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> ) y (C <sub>W</sub> )	Vertebral pedregoso y calcáreo, generalmente con problema de alcalinidad.	Zona de cultivo (alfalfa y maíz).	Llanura delimitada al N por la Depresión Pachuca; al S por la Depresión México; al E por un complejo de lomeríos volcánicos y al W por la S. de Tepozotlán.
5	Llanos de Teotihuacán	Depósitos de sedimentos lacustres con bloques de pedregos volcánicos que constituyen llanuras ligeramente onduladas (1 a 3 %). Interrumpidas por cerros aislados.	Constituye la zona hidrológica VI que corresponde a la cuenca que forma el río Teotihuacán. Área de excelente permeabilidad que limita el escurrimiento superficial.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )	Fozem hápico y calcáreo, a veces asociado con litosoles.	Zona de cultivo, en cultivos aislados de Eucalipto en la vera del río.	Llanura delimitada al N por un complejo de lomeríos volcánicos, al S por la S. Patlachique, al E por la S. de Calpulalpan y al W por la Depresión México.
6	Llanos de Apan Llanos de Tochaic	Bancos de sedimentos aluviales y lacustres constituyendo planicies de pendientes menores a 2% con ligeras depresiones.	Área de captación natural, aseguramiento temporal, formando zonas lacustres. Constituyen las zonas hidrológicas IX y X, respectivamente, incorporadas al drenaje de la cuenca en forma artificial.	Templado subhúmedo (C <sub>W</sub> )	Andosol mólico en asociación con fozem hápico (II + III)	Zonas de cultivo (alfalfa y maíz principalmente)	Llanuras vecinas que se encuentran delimitadas al N por la S. de Tepozán, al S por la S. de Calpulalpan, al E por la S. de Tepozán y al W por la S. de Patlachique.
7	Llanos de Tecocomulco	Bancos de sedimentos aluviales y lacustres constituyendo una planicie con pendientes menores al 2%, la cual se encuentra interrumpida por afloramientos rocosos.	Área de captación natural que favorece el flujo permanente de Tecocomulco. Constituye la zona hidrológica XI.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )	Andosol mólico en asociación con fozem hápico (II + III)	Zona de cultivo (alfalfa y maíz principalmente)	Llano delimitado al N por la S. Chichicauilla, al S y W por los Llanos de Apan y Tochaic y al E por la Sierra de Tepozán.

- 1) Forman parte estructural del patrón genético original de la Planicie Central, representado por depósitos aluviales y lacustres.
- 2) Presentan un patrón fisiográfico uniforme, representado por una depresión y una llanura.
- 3) Su patrón hídrico está representado por subcuencas hidrológicas características: la Zona I y III en el caso de la Depresión México y la IV en el caso de los Llanos Cuautitlán-Pachuca.
- 4) Presentan un patrón de distribución climática homogéneo, prevaleciendo el Seco estepario en la Depresión México y el Templado subhúmedo en los Llanos de Cuautitlán-Pachuca.

Dentro de la metodología de Regionalización Fisiográfica estas geoformas se han identificado como las topoformas 2 y 4 (Tabla 3.3.1 (a)).

Geográficamente estas zonas se ubican hacia la parte sur de la planicie, donde se localiza la Depresión México y, la parte central donde se encuentran los Llanos Cuautitlán-Pachuca. (Ver plano 2 del anexo correspondiente a la Regionalización Fisiográfica). Tanto la Depresión México como los Llanos Cuautitlán-Pachuca tienen jurisdicción política con los Estados de México y el Distrito Federal.

. A partir de la caracterización que se ha hecho de los principales factores ambientales de estas zonas (Tabla 3.3.1 (a)), ya es posible inferir de una manera general, aquellos tipos de utilización que son posibles de implementar, eliminándose a su vez otros cuando las condiciones ambientales prevalecientes actúan como limitantes para éstos. Con la finalidad de señalar dichos usos, se mencionan en primer término las principales condiciones ambientales que demeritan a estas zonas, en algún tipo de utilización:

- 1) En la Depresión México: a) la presencia de un clima seco estepario, b) la distribución en el área de suelos salitrosos, c) la ausencia de recurso forestal y d) la presencia de depositos aluviales y lacustres.
- 2) En los Llanos Cuautitlán-Pachuca: a) la presencia de unidades edáficas con fases sódicas, y b) la ausencia del recurso forestal.

En el caso de la Depresión México dichos factores limitantes no permiten el establecimiento de: a) cualquier tipo de utilización forestal, b) una agricultura continua, a menos de que ésta sea por medio de riego y c) cultivos que no sean resistentes a altas concentraciones de sodio y/o sales.

Asimismo algunas de estas limitantes demeritan a esta zona para ciertos usos, aunque no llegan a impedir su establecimiento; este es el caso del establecimiento de un uso urbano de

alta densidad, ya que los depósitos aluviales y lacustres llegan a producir asentamientos diferenciales en las estructuras y, el uso pecuario extensivo, ya que en esta zona la vegetación natural de pastizal esta representado por pastos salados cuya cobertura es pobre.

- . Las posibilidades de uso son entonces: 1) el uso agrícola de riego con especies adaptadas a altas concentraciones de sales y/o sodio, 2) uso pecuario intensivo, a partir de especies forrajeras con alta resistencia a suelos salinos, 3) uso pecuario extensivo, a partir del pasto salado que se encuentra en la zona, 4) uso urbano de alta, mediana y baja densidad, rural e industrial.

Para el caso de los Llanos Cuautitlán-Pachuca los factores limitantes señalados no permiten el establecimiento de:

a) ningún tipo de utilización forestal, b) un uso agrícola continuo, y 3) pastoreo extensivo pues no existe vegetación nativa que presente especies forrajeras.

Las posibilidades de uso, para esta zona son: 1) Uso agrícola y pecuario intensivo de temporal o con suministro de riego, 2) urbanización de alta, media y baja densidad, industrial y rural.

- . En este nivel de regionalización, aunque es posible inferir las posibilidades de uso de estas regiones, la delimitación

de éstas en el terreno requiere de una información auxiliar, dada por la distribución edáfica y de la vegetación existente. Al llevar a cabo este análisis se está procediendo, nada menos, que a la delimitación de los elementos topográficos. Esta se llevó a cabo mediante una sobreposición cartográfica de estos factores ambientales, sobre estas regiones geográficas, obteniendo así unidades que se consideran homogéneas en cuanto a todas las características ambientales consideradas, y es en estas unidades, que ahora se puede localizar los tipos de utilización que son factibles, en cada topoforma. Cabe mencionar que aunque la planicie se ha dividido en 7 topoformas únicamente, en realidad toda aquella elevación o algún cuerpo de agua, que pueden estar distribuidas en estas regiones, también son consideradas en este mismo nivel de regionalización, o sea se encuentran constituyendo topoformas. En el caso de la Depresión México, este caso está claramente representado por el Lago de Texcoco y en el de los Llanos Cuautitlán-Pachuca por la Laguna de Zumpango y el Cerro Chiconautla. Regresando a la ubicación geográfica de los tipos de utilización, la distribución de éstos en las regiones en cuestión dependió más bien de la distribución edáfica que de los tipos de vegetación, ya que como se ha expresado en estas topoformas se ha eliminado la vegetación nativa. Así en el plano 3 del anexo correspondiente a la Regionalización Fisiográfica se puede observar el

resultado de la sobreposición cartográfica: en el caso de la Depresión México los elementos topográficos definidos fueron 4 (a, b, c y d), delimitándose a su vez la zona donde se ubica el Lago de Texcoco; en el caso de los Llanos Cuauhtitlán-Pachuca los elementos topográficos resultantes fueron 5 (a, b, c, d y e), delimitándose a su vez el Cerro Chiconautla. En la tabla 3.3.1 (b) se muestra la caracterización ambiental de estos elementos y su evaluación potencial. Por lo que respecta a la Depresión México esta evaluación solo puede ser llevada a cabo en la parte noreste ya que la parte central y sur ha sido totalmente urbanizada (corresponde a la mancha urbana del Distrito Federal), por lo que carece de alternativas para otros usos. Esta porción se encuentra representando el elemento topográfico a; asimismo el elemento b, muestra un potencial bajo (restringido a un uso pecuario limitado y urbano moderado), ya que al estar rodeando el antiguo vaso de Texcoco la unidad edáfica que presenta corresponde a gleysol sódico la cual se considera un factor limitante severo; en el caso del elemento d, se considera que este mismo factor limitante se presenta, al estar esta zona aún influenciada por el ex-lago, aunque no llega a ser tan severo si se encuentra demeritada para la alternativas agropecuarias; el elemento c constituye la zona que muestra mayor grado de aptitud para los tipos de utilización considerados y solo bajo un análisis más detallado es posible detectar algunas limitan

CUADRO 3.3.1 (b) CARACTERISTICAS AMBIENTALES Y EVALUACION POTENCIAL DE LOS ELEMENTOS TOPOGRAFICOS CORRESPONDIENTES A LA DEPRESION MEXICO Y A LOS LLANOS CUAUTITLAN-PACHUCA

Topografía	Elemento Topográfico	CARACTERISTICAS AMBIENTALES					USO POTENCIAL	
		GEOMORFOLOGIA	HIDROLOGIA	CLIMA	EDAFOLOGIA	Vegetación Uso Actual	Capacidad de Uso	GRADO DE APTITUD
DEPRESION MEXICO	a	Materia de origen coluvio aluvial y lacustre. Constituye la porción más baja de la Depresión.	Área de captación hídrica natural, constituyendo la zona hidrográfica II.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )		Urbano de alta densidad	1 No aptitud para otros usos	
	b	Materia de origen coluvio aluvial y lacustre. Constituye la porción más baja de la Depresión.	Constituye el área circundante al I. de Tezcuco, por lo que forma parte de la zona hidrográfica III.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )	El nivel salino subterráneo que se caracteriza por tener en esta zona donde se alcanza el agua (hasta a los 100 cm), suelos salinos y generados los severos problemas de salinidad.	Vegetación halófila Urbana Industrial	1 Pecuario P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> 2 Urbano U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , R.	Aptitud baja para las clases pecuarias por el factor salinidad y el primero y la condición y tipo de material el segundo. Aptitud media o baja en las clases urbanas, dependiendo de la profundidad efectiva.
	c	Materia de origen lacustre aluvial y lacustre. Constituye la porción más elevada de dicha Depresión.	Se encuentra constituyendo parte de la zona hidrográfica III.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )	Frío con vientos fuertes profundos. Materia de origen lacustre concentrada en forma de sales.	Zona agrícola rural	1 Agrícola A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub> 2 Pecuario P <sub>1</sub> 3 Urbano U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , U <sub>1c</sub>	Alta, siendo la única limitante para las clases A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> y P <sub>1</sub> el factor clima, por lo que para estos usos es necesario el riego.
	d	Materia de origen coluvio aluvial y lacustre. Constituye la porción más elevada de dicha Depresión.	Se encuentra constituyendo parte de la zona hidrográfica III.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )	El nivel salino subterráneo alcanza (hasta a los 100 cm) los salinos con problemas de salinidad, por lo tanto.	Zona agrícola urbana de alta densidad rural	1 Agrícola A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub> 2 Pecuario P <sub>1</sub> 3 Urbano U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , U <sub>1c</sub> , R.	Aptitud alta para los tipos de uso que contempla la clase urbana. Media para la clase P <sub>1</sub> , por el factor salinidad y salinidad (factor que afecta el desarrollo de especies forrajeras). Aptitud baja para las clases A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> y A <sub>3</sub> por el factor arriba señalado.
LLANOS CUAUTITLAN - PACHUCA	a	Materia de origen coluvio aluvial, suelos planos o ligeramente ondulados (pendiente 3 %).	Corrientes superficiales que desahoran en aguas de estancamiento.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )	Frío con vientos fuertes profundos (>100 cm) y helados.	Agricultura rural	1 Agrícola A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> 2 Pecuario P <sub>1</sub> 3 Urbano U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , U <sub>1c</sub> , R.	Alta, siendo la única limitante para las clases A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> y P <sub>1</sub> el factor clima, por lo que para estos usos es necesario el riego.
	b	Materia de origen coluvio aluvial, suelos planos o ligeramente ondulados (pendiente 3 %).	Corrientes superficiales que desahoran en aguas de estancamiento.	Seco Estepario (BS <sub>1</sub> )	Frío con vientos fuertes profundos (>100 cm) y helados.	Agricultura rural	1 Agrícola A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub> 2 Pecuario P <sub>1</sub> 3 Urbano U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , U <sub>1c</sub> , R.	Alta para las clases A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , R. Media, para las clases A <sub>4</sub> , P <sub>1</sub> , U <sub>1c</sub> , I por el factor profundidad efectiva.
	c	Materia de origen coluvio aluvial, suelos planos o ligeramente ondulados (pendiente 3 %).	Parte de la zona hidrográfica I (constituye el centro de la zona lacustre).	Templado subhúmedo (CS <sub>1</sub> )	Templado húmedo. Vientos con fuerza por encima de 100 cm y helados (>100 cm).	Agricultura rural	1 Agrícola A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub> 2 Pecuario P <sub>1</sub> 3 Urbano U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , U <sub>1c</sub> , R.	Alta, para las clases A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> y P <sub>1</sub> , tienen necesidad de riego cuando no se suministra a la agricultura es del tipo A <sub>3</sub> o A <sub>5</sub> . Para estos usos y el P <sub>1</sub> es necesario contemplar especies resistentes a las concentraciones de sodio.
	d	Materia de origen coluvio aluvial, suelos planos o ligeramente ondulados (pendiente 10 %).	Corrientes superficiales de escasa duración.	Templado subhúmedo (CS <sub>1</sub> )	Templado húmedo. Vientos con fuerza por encima de 100 cm y helados (>100 cm).	Zona agrícola urbana de mediana densidad industrial	1 Agrícola A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub> 2 Pecuario P <sub>1</sub> 3 Urbano U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , U <sub>1c</sub> , R.	Media baja para las clases A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , R. I por el factor profundidad efectiva. Baja para las clases A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> , P <sub>1</sub> , U <sub>1c</sub> , I por el mismo factor.
	e	Materia de origen coluvio aluvial, suelos planos o ligeramente ondulados (pendiente 3 %).	Zona hidrográfica IV correspondiente al río Cuautitlán y la Tepetztlán, provenientes de la S. Tepetztlán.	Templado subhúmedo (CS <sub>1</sub> )	Templado húmedo (>100 cm) y helados (>100 cm), generados los problemas de drenaje, helados.	Zona agrícola urbana de mediana densidad industrial	1 Agrícola A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub> 2 Pecuario P <sub>1</sub> 3 Urbano U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , U <sub>1c</sub> , R.	Alta para todas las clases aunque pueden existir diferentes grados de dificultad en la labranza las clases A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> y P <sub>1</sub> requieren riego.
CERRO CHICONAUTLA	Ladera	Zona con un relieve suave, levemente ondulado, su relieve geológico es a partir de andesitas y tobas.	Eventos de escorrentías de corta duración.	BS <sub>1</sub>	Templado húmedo (>100 cm) y helados (>100 cm).	Urbano de alta densidad rural	1 Pecuario P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> 2 Urbano U <sub>1a</sub> , U <sub>1b</sub> , R. 3 Agrícola A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub>	Alta para la clase P <sub>2</sub> , U <sub>1b</sub> y R. Media para las demás clases, por el factor climático y por el factor profundidad efectiva.
	Cima	Zona que presenta un relieve que se caracteriza por pendientes fuertes, su relieve geológico es a partir de andesitas y tobas.	Eventos de escorrentías de corta duración.	BS <sub>1</sub>	Templado húmedo (>100 cm) y helados (>100 cm).	Urbano de alta densidad rural	1 Pecuario P <sub>2</sub>	Baja para este tipo de utilización por el factor topografía, además de que este suelo puede erosionarse fácilmente bajo este uso generalmente.

\* Las clases A<sub>3</sub> y A<sub>5</sub> para estas zonas, únicamente se puede hacer a cultivos de alto potencial adaptados al régimen climático de la zona (BS<sub>1</sub>).

tes de carácter local. Cabe mencionar, que todos los elementos topográficos de esta topografía tienen como principal limitante al factor clima, por lo que en ninguno de ellos es posible establecer agricultura estacional, a menos que se utilicen especies adaptadas.

En el caso de los Llanos Cuautitlán-Pachuca, el elemento c y e se consideran las zonas que presentan un mayor grado de aptitud para las alternativas de utilización que presentan, pues tan solo tienen ligeras limitantes (pequeña concentración de sodio y problemas para la labranza, respectivamente); el elemento d, aunque presenta las mismas alternativas de utilización de estas zonas, su grado de aptitud es menor debido al factor profundidad (hasta 35 cm). En temporal estas tres zonas solo permiten un solo ciclo anual. Finalmente los elementos a y b encuentran su principal limitante para los tipos de utilización, en el factor climático por lo que sin el suministro de riego no es posible la agricultura continua, siendo también, para el b, la profundidad efectiva una limitante moderada.

Finalmente en el caso del Cerro Chiconautla, se tomó en consideración dos geoformas para su evaluación: la zona de ladera y la de cima. La primera representada por un relieve cuya pendiente va de 3 a 6%, ondulado y suave, donde prevalece la unidad edáfica correspondiente al feozem háplico y

cuya vegetación predominante está representada por nopaleras. La cima está representada por una morfología ligeramente más abrupta (con pendientes hasta del 25%), el suelo está representado por feozem háplico y prevalece una vegetación de bosques de *Quercus*. La geología de este cerro está representada por depósitos de andesitas y tobas y su clima es el seco estepario (BS<sub>1</sub>). En la Tabla 3.3.1 (b) se muestra un resumen de estas características y la evaluación potencial que se hizo a partir de éstas. De dicha evaluación se puede decir, que el principal factor limitante es, al igual que en la planicie, el clima y el tipo de suelo, pues este último se caracteriza por el hecho de erosionarse con facilidad cuando se presenta en terrenos con cierto relieve.

- . La zona de estudio se encuentra ubicada en parte de los elementos topográficos b, c y d correspondientes a la Depresión México y, en parte de los elementos a y c correspondientes a los Llanos Cuautitlán-Pachuca, además de que incluye al Cerro Chiconautla ubicado en estos últimos. Estos elementos cubren la mayor parte de la zona de estudio; estando la parte oeste de ésta, representada por la mitad de la Sierra de Guadalupe como se puede observar en la proyección de ésta en el Plano 3 del anexo correspondiente a la Regionalización Fisiográfica. De hecho, aquí se esquematiza el uso potencial de los elementos topográficos que están integrando a la zona de

estudio con la finalidad de poder comparar, cuando se lleve a cabo el cambio de escala el grado de especificidad al que esta escala (1:200,000) puede determinar el potencial de uso de la región.

### 3.3.2 Sistema de topoformas correspondiente a la Sierra de Guadalupe y topoformas que la integran

- . A continuación se presenta un breve resumen de las características ambientales de este sistema de topoformas, su determinación de las topoformas que lo constituyen y la evaluación potencial de aquellas que se encuentran conformando a la zona de estudio. Esto se hace con la finalidad, de aportar el marco de referencia en la evaluación potencial de la zona de interés, al igual que como se llevó a cabo para la planicie central.

La Sierra de Guadalupe concebida como un sistema de topoformas

- . La Sierra de Guadalupe se considera un sistema de topoformas al presentar las siguientes características geológicas, fisiográficas y de distribución hídrica:

- 1) Presenta un solo patrón genético original a base de depósitos andesítico-basálticos, entremezclados con riolitas y dacitas, correspondientes a la tercera y cuarta fase del vulcanismo de la cuenca que se llevaron a cabo durante el Oligoceno superior y el Mioceno.

- 2) Presenta un relieve característico de una sierra menor, constituida por domos dacíticos.
- 3) Su patrón hidrico está representado por escurrimientos superficiales dendríticos de corta duración.

#### Ubicación geográfica dentro de la Cuenca de México

- . La Sierra de Guadalupe constituye el sistema de topoformas N, el cual se encuentra ubicado en la Planicie Central, en su porción oeste, interrumpiéndola parcialmente. Así, este complejo montañoso separa a las topoformas correspondientes a la de los Llanos Cuautitlán-Pachuca y Depresión México, en su porción norte, este y sur, respectivamente; y hacia el oeste colinda con la Sierra del Monte Alto (Planos 1 y 2 del anexo de la Regionalización Fisiográfica).
- . La Sierra de Guadalupe tiene jurisdicción política en los Estados de México y el Distrito Federal.

#### Descripción Físico-Ambiental

- . La Sierra de Guadalupe corresponde a formaciones volcánicas representadas por depositos de contenido petrográfico heterogéneo a partir de andesitas basálticas, dacitas y riolitas en menor proporción. Las andesitas se encuentran conformando el núcleo de la sierra, mientras que el material piroclástico riolítico y dacítico (con menor proporción de brechas volcánicas) se encuentran constituyendo los taludes y rellenos de esta sierra.

- . El clima prevaleciente en la Sierra de Guadalupe corresponde al templado subhúmedo, el menos húmedo dentro de esta variedad (Cw<sub>1</sub>), en su porción elevada; y el seco estepario (BS<sub>1</sub>) hacia su parte inferior, en la zona de talud.
- . La hidrología en la Sierra de Guadalupe consiste de escurrimientos superficiales dendríticos. Dichos escurrimientos van desapareciendo hacia las partes de menor relieve, de hecho únicamente aquellos que drenan hacia la parte oeste de ésta, llegan a desembocar en el río permanente de Tlalnepantla.
- . Los suelos que se encuentran constituyendo a la Sierra de Guadalupe están representados por la unidad edáfica correspondiente al feozem háplico, en combinación con litosoles en las partes más elevadas, y con feozem calcárico hacia el talud. La presencia de la primera combinación es considerada como un resultado de la degradación de los feozem como consecuencia del desmonte y pastoreo intensivo, por lo que se encuentran expuestos a una erosión eólica severa.
- . La geomorfología prevaleciente de la Sierra de Guadalupe se encuentra representada por un relieve abrupto que alcanza pendientes mayores al 40%. Sin embargo, en ella es posible identificar, de manera general, tres geoformas prevalecientes: uno correspondiente a una zona abrupta, con pendientes que van desde 25% hasta más del 40% que se extiende a una altitud

aproximada de 2 350 msnm; otra correspondiente a una zona de lomeríos cuyo relieve se caracteriza por ser menos escarpado que el anterior, cuyas pendientes van de más del 6% hasta del 25%; y, finalmente una zona de piedemonte que presenta un relieve ondulado y suave, con pendientes mayores de 3%, pero menores del 6%. Estas dos últimas zonas forman un talud transicional corto.

La vegetación nativa de la Sierra de Guadalupe está representada por un Bosque de *Quercus* (encinares) que se distribuye principalmente en la zona de relieve accidentado. Este bosque se distribuye en manchones poco densos, como consecuencia de la tala inmoderada que se llevó a cabo en esta región.

A su vez, en esta zona también se extiende un bosque artificial de eucalipto y pirú, que aparece como resultado de la primera etapa del programa de reforestación de la Ciudad de México<sup>1</sup>, constituyendo, a partir de la cota 2 350, un Parque Estatal. Hacia la parte de lomeríos y piedemonte se distribuye una vegetación secundaria, representada por un matorral, cuyos elementos representativos son diversas especies del género *Quercus* y por el arbusto *Senecio praecox*. Asimismo existen otras áreas de esta zona, ocupadas por el cultivo de nopal (gén. *Opuntia*).

---

1 SARH. 1979. *Bosques y fauna*. Órgano Oficial de la Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Departamento de Divulgación Forestal. No. 4. Oct.-Dic. México.

## Topoformas que integran a la Sierra de Guadalupe

- . Las topoformas que se encuentran constituyendo a la Sierra de Guadalupe han sido definidas en base a su geomorfología y patrones climáticos e hidrológicos. Para esta finalidad se llevó a cabo una sobreposición cartográfica del plano general de la Cuenca con el geológico y el climático, (esquemáticos en las figs. 3.2.3 (a), (b), (c) y (d) y cuya información se ha descrito previamente. A partir de estas características ambientales se han distinguido tres topoformas constituyentes: zona abrupta, de lomerío y la de piedemonte, dentro de las cuales se observa una fuerte homogeneidad: la zona abrupta de relieve escarpado con un material de origen a partir de depósitos andesíticos y un clima prevaleciente templado subhúmedo (Cw.); la zona de lomerío y de piedemonte se han formado a partir de depósitos riolíticos, dacíticos y en menor proporción de brechas volcánicas, y su clima prevaleciente es el seco estepario (BS<sub>1</sub>), diferenciándose uno del otro únicamente por su morfología. De hecho, hay que hacer notar que las topoformas típicas de una sierra quedan definidas como geoformas estructuralmente distintivas (cerros, cañada, valle intermontano, etc.), pero en el caso de la sierra que nos ocupa no se siguió tal procedimiento, debido a que estas topoformas, presentan una alta homogeneidad en sus características ambientales, por lo que es posible,

a partir de las tres áreas definidas, dar una primera aproximación de su potencial de uso. Así, en la zona de relieve abrupto, predominando un suelo ligero y de escasa vegetación natural (Bosque de *Quercus* y estando esta área reforestada por especies de eucalipto y pirú, se considera sin potencial actual. En cuanto a la zona de lomerío presenta un potencial de uso limitado principalmente por el clima prevaleciente ( $BS_1$ ), la profundidad efectiva y en menor proporción por su topografía; por lo que los tipos de utilización factibles son la agricultura, utilizando tracción animal o manual, el pecuario a partir de ciertas especies de ramoneo y los usos urbanos de baja densidad y rural. La zona de piedemonte permite los mismos tipos de utilización agrícola y pecuario, pero incluye el pastoreo intensivo y los mismos usos urbanos incluyendo también el de mediana densidad. Tanto la zona de lomerío como la de piedemonte requieren de cultivos adaptados al clima seco estepario prevaleciente. En la Tabla 3.3.1 (c) se muestran las características ambientales de estas zonas y su evaluación potencial; el plano 3 del anexo, correspondiente a los de Regionalización Fisiográfica, muestra esta evaluación a escala 1:200,000.

- . La zona de estudio incluye tan solo la parte Este de la Sierra, integrando la porción Oeste de esta zona. Para poder definir la porción de la sierra que se pretendía incluir se utilizó como límite el parteaguas, es decir, desde el punto de vista

TABLA 3.3.1 (c) CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y EVALUACION POTENCIAL DE LAS TOPOFORMAS CORRESPONDIENTES A LA SIERRA DE GUADALUPE

TOPOFORIA	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES				U S O P O T E N C I A L	
	MORFOLOGIA	CLIMA	EDAFOLOGIA	VEGETACION	CAPACIDAD DE USO	GRADO DE APTITUD
Zona abrupta	material de origen andesítico-basáltico caracterizado por un relieve escarpado, con pendientes mayores del 40%	templado subhúmedo (Cw)	litosol en asociación con feozem háptico (I + Bh) suelos ligeros (menos de 50 cm) y de alta susceptibilidad a erosionarse	bosque artificial de eucalipto y pino (scasas manchones de bosque de Quercus)	Sin capacidad de uso	-
Zona de lomerío	material de origen riolítico-dacítico y brechas volcánicas, relieve ondulado y algo accidentado (pendientes hasta del 25%)	seco estepario (BS <sub>1</sub> )	feozem háptico en asociación con el feozem calcárico (hm + hc) suelos profundos a medianamente ligeros (entre 50 y 100 cm) fértiles	manchones poco densos de bosques de encino (pino, Quercus) vegetación secundaria (matorral de Quercus)	1 Agrícola: A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> A <sub>5</sub> 2 Pecuaria: P <sub>3</sub> 3 Urbano: Um, Ub, R	Aptitud alta para las clases urbanas de baja densidad y rural y las agrícolas A <sub>4</sub> y A <sub>5</sub> , aunque estas requieren de cultivos adaptados. Aptitud media para la clase urbana Um, la pecuaria P <sub>3</sub> y las agrícolas A <sub>2</sub> y A <sub>3</sub> por el factor topográfico y profundidad efectiva, las clases agrícolas requieren especies adaptadas
Zona de piedemonte	material de origen riolítico-dacítico y en menor proporción brechas volcánicas. Se caracteriza por ser un relieve suave con pendientes hasta del 5%	seco estepario (BS <sub>1</sub> )	feozem háptico (hm) suelos profundos a medianamente ligeros (entre 50 y 100 cm)	nopaleras, matorral de Quercus	agrícola: A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>4</sub> A <sub>5</sub> pecuario: P <sub>1</sub> , P <sub>3</sub> urbano: Um, Ub, R	Aptitud alta para estos usos; las clases agrícolas y pecuarias requieren de especies adaptadas al clima ya que no es posible el riego

hidrológico se definió una línea imaginaria que trazara el límite del drenaje superficial que drenará hacia la parte de la planicie que se está considerando también como parte de la zona de interés. Asimismo las tres topoformas definidas quedaron distribuidas aproximadamente, dentro de la sierra, de la siguiente manera: la zona abrupta a partir de la cota 2 350 msnm, la de lomeríos entre la 2 275 y la 2 350 msnm y la de piedemonte por debajo de los 2 275 hasta la 2 250 msnm, donde se considera empieza la zona de planicie.

### 3.4 Evaluación Potencial de la zona de estudio

#### 3.4.1 Localización de la Zona de Estudio dentro del marco de regionalización fisiográfico

- . La zona de estudio se encuentra ubicada en la gran planicie central de la Cuenca del Valle de México, en parte de la Depresión México, los Llanos Cuautitlán-Pachuca, la Sierra de Guadalupe y el Cerro Chiconautla. La localización de esta zona dentro del marco de regionalización fisiográfico de la Cuenca de México ha quedado esquematizado en la fig. 3.4.1 (a).

Dicha región geográfica, que es una extensión alargada, colinda al norte con la región de los Llanos Cuautitlán-Pachuca; al sur con los límites del Distrito Federal; al este con el lago de Texcoco; al oeste con las estribaciones de la Sierra de Guadalupe y al noreste con las estribaciones del Cerro Chiconautla.

Políticamente, la zona de estudio está formada por tres municipios: Ecatepec de Morelos que forma la parte sur y centro, Tlalnepantla zona Oriente que forma la parte suroeste y el sur de Tecámac que forma la parte norte de la zona. A su vez la zona de estudio colinda con varios municipios del Edo. de México y con el Distrito Federal (fig. 3.4.1 (b). y plano 1 del anexo, dentro de la Descripción del Medio Ambiente de la zona de estudio).

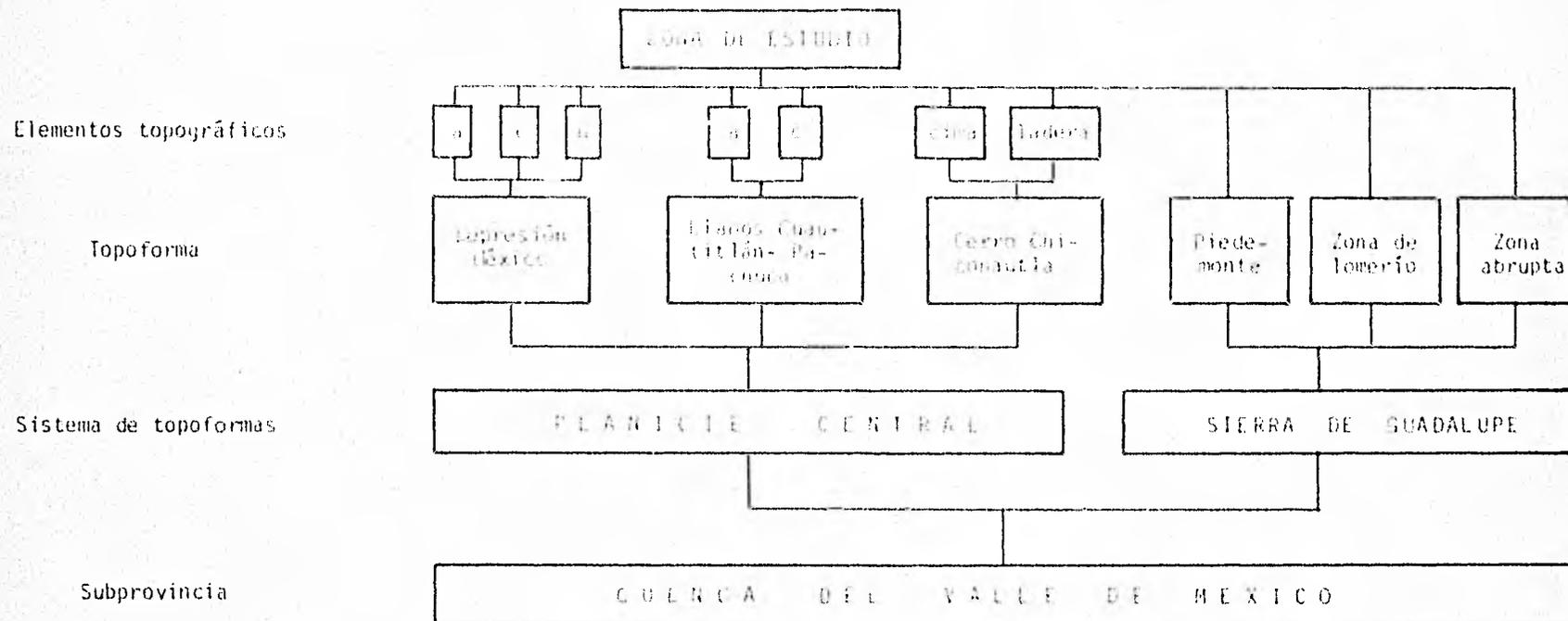


fig. 3.4.1 (j) Esquematzación de la zona de estudio, dentro del marco de regionalización fisiográfica de la Cuenca del Valle de México.



### 3.4.2 Descripción del medio físico-natural de la zona de estudio.

. De hecho la descripción del medio natural de la zona de estudio ha quedado definido en los apartados anteriores, por lo que a continuación tan solo se hará hincapié de las características más sobresalientes:

. La formación de las estructuras geológicas que constituyen a la zona de estudio son el resultado de procesos volcánicos y tectónicos, que dieron origen a sus geomorfos representativas: una extensa zona de planicie constituida por depósitos aluviales y lacustres y una zona de relieve accidentado representada por la Sierra de Guadalupe y el Cerro Chiconautla que se caracterizan por ser formaciones andesíticas asociadas a tobas, areniscas y brechas volcánicas (ver anexo, plano 2 referente a la Geología de la zona de estudio).

. El área de estudio se caracteriza por presentar un clima semiseco al norte, este y sureste y un clima semihúmedo al oeste, donde se ubica la Sierra de Guadalupe.

La parte sur y sureste es la más seca, ya que los vientos dominantes del este acarrean polvos y contaminantes del Lago de Texcoco, y su contenido de humedad es muy bajo.

Esto ha contribuido a una desertización en la zona y a que la actividad urbana establecida en ella presente problemas de contaminación del aire y del agua. La Tabla

3.4.1 (a) muestra los datos climatológicos para estas áreas, donde se observa que el promedio de la temperatura media anual y la precipitación es de 16°C y 620 mm, respectivamente. El plano 3 presenta la isoyeta e isoterma correspondientes a estos datos. Las condiciones climáticas de la zona semihúmeda no se reflejan en un ambiente más agradable, ya que la Sierra de Guadalupe al estar tan erosionada es incapaz de retener la humedad, y la actividad industrial del Municipio de Tlalnepantla zona Oriente actúa como un foco generador de energía que reseca el ambiente.

- . El suministro de agua en el área de estudio proviene de la explotación de fuentes subterráneas para el abastecimiento de las áreas urbanas, y por medio del bombeo en el canal del desagüe para la zona de riego.

Las únicas corrientes superficiales que se presentan, descienden de la Sierra de Guadalupe y tienen un carácter estacional a excepción del río Tlalnepantla; estos escasos caudales son utilizados para prácticas agrícolas y pecuarias al pie de la sierra (ver anexo, plano 3 referente a Climatología e Hidrología de la zona de estudio).

- . Dadas las características topográficas del área de estudio, se reconocen las siguientes formaciones vegetales:

TABLA 3.4.1 (a) DATOS DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS DEL AREA DE ESTUDIO

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	$\bar{x}$
ESTACION SAN JUAN IXHUATEPEC													
Temperatura Media (°C)	14.0	14.0	16.3	17.4	18.5	18.2	17.3	16.8	16.6	15.4	14.0	12.2	16
Temperatura Máxima Extrema (°C)	25.2	26.2	28.7	30.3	30.7	28.6	26.0	25.4	25.3	24.3	25.2	24.7	27
Temperatura Mínima Extrema (°C)	-0.5	0.2	2.8	5.3	7.0	8.3	8.8	8.5	7.8	3.7	1.2	0.3	4.5
Precipitación Total (mm)	9.7	8.0	14.1	24.0	54.2	106.1	121.2	119.4	100.3	44.4	9.0	9.0	620
ESTACION NETZAHUALCOYOTL													
Temperatura Media (°C)	11.8	13.0	15.4	16.6	17.5	18.0	17.3	17.3	17.0	15.5	13.8	12.3	15.5
Precipitación Total (PP)	5.9	5.8	10.2	19.5	42.3	103.4	111.9	114.3	96.5	33.1	14.8	5.9	564

Fuente: Dirección General de Meteorología, CARM.

1. FORMACION ARBOREA. Se localiza únicamente en las zonas de relieve accidentado o montañoso como la Sierra de Guadalupe y Cerro Chiconautla. Está representada por el bosque de encino (Gén. *Quercus*) con poco valor económico debido a la escasez con que se presenta (manchones poco densos), y por el bosque artificial de eucalipto y pirú, que aparece como resultado del programa de reforestación en la Sierra de Guadalupe.
  
2. VEGETACION SECUNDARIA. Bajo este rubro se denomina a la vegetación desarrollada a partir de la destrucción y desaparición de la vegetación nativa (bosque de encino) resultado de fuertes perturbaciones del suelo. Dentro de esta vegetación se reconocen 2 tipos de asociaciones:
  - a) Matorral: representado básicamente por el arbusto *Senecio* (palo loco) y otras especies de encinos, los cuales se distribuyen en la Sierra de Guadalupe, principalmente, y tienen un valor económico únicamente a nivel regional, al ser usado como material de construcción y al ser sus frutos palatables\* para el ganado.

---

\* Frutos gustados por el ganado.

b) Nopaleras: dicha vegetación está representada por nopales (Gén. *Opuntia*), que pueden ser consumidos por el hombre, y nopales forrajeros para consumo de ganado bovino.

3. PASTIZAL HALOFILO. Esta vegetación está integrada por pastos que son resistentes a concentraciones elevadas de sales en el suelo y que pueden constituir pastizales de alto valor; sin embargo, actualmente solo se presentan pequeñas extensiones de éstos, al sureste del área de estudio, debido a que han sido substituidos por la mancha urbana.

Los suelos de planicie se caracterizan por la existencia de aluviones de textura fina, representados por arcillas, que presentan el inconveniente de contraerse y expanderse en las condiciones de sequía-humedad prevalecientes en la región. En dichos suelos se ubica la extensa zona urbana hacia el sur y sureste, donde existe el riesgo de hundimiento de las estructuras existentes; y en la parte central, donde se ubica la zona de riego, en la cual se observa el agrietamiento del suelo. Las unidades edafológicas que constituyen este suelo, se encuentran formando asociaciones que determinan su capacidad de uso. Destacan en especial (ver anexo el plano 4 referente a la distribución edáfica de la zona de estudio):

- 1) Suelos Feozem Calcáricos\*, con una productividad agrícola moderada por presentar limitaciones de salinidad y sodicidad. También presentan severos problemas de drenaje, que han sido amortiguados, en parte, por la práctica de riego.
- 2) Los suelos Solonchak\*, son aquellos que se encuentran formando la parte sur, sureste y central de la zona de estudio, se caracterizan por su alto contenido de sales y por su alta susceptibilidad a inundarse periódicamente. Este problema se presenta principalmente al sureste de la región, donde se encuentra ubicada una parte de la mancha urbana. Estos suelos tienen a su vez, una moderada productividad agrícola, cuando se encuentran asociados con suelos Feozem\* o Vertisoles\*, como ocurre en la zona de riego, donde se utilizan especies resistentes a la alta concentración salina.
- 3) En la zona de riego también se presentan suelos Cambisoles\* y Vertisoles\*, que se caracterizan por presentar ligera salinidad los primeros y sodicidad los segundos. En dicha zona se pueden presentar rendimientos pecuarios altos (con especies resistentes) y agrícolas moderados, pues estos suelos dificultan la labranza del terreno.

---

\* Clasificación de suelos FAO/UNESCO

. Los suelos de relieve accidentado se caracterizan por presentar una textura media, formada por limos, que presentan buen drenaje y alta fertilidad. Dichos suelos se encuentran formando la Sierra de Guadalupe, así como los del Cerro Chiconautla. Las unidades edafológicas que los caracterizan son (Plano 4 del anexo):

1) Suelos Feozem Háplicos\* asociados a Calcáricos\*, los cuales constituyen la mayor parte de los suelos montañosos; en las partes altas tienen una alta productividad forestal, y en las laderas, pecuaria.

2) Los suelos Feozem Háplicos\* asociados a Litosoles, se localizan en las partes de las montañas; tienen la característica de ser altamente erosionables por lo que tienen únicamente uso forestal. Estos suelos, cuando se encuentran desprovistos de vegetación son utilizados para la extracción de materiales para construcción.

. El uso actual de la zona de estudio está constituido por los siguientes rubros: agricultura de riego y temporal; uso agropecuario; pastoreo intensivo; urbano de alta y media densidad, industrial y rural. Los usos urbanos y el industrial se encuentran ubicados hacia la parte sur de la zona

---

\* Clasificación de suelos según la FAO/UNESCO.

de estudio, en colindancia con las proximidades del Lago de Texcoco y la del Distrito Federal. De hecho la parte sur de la Sierra de Guadalupe se encuentra urbanizada hasta en pendientes de más del 25%, constituyendo dos de las colonias de Tlalnepantla zona Oriente; el uso rural se localiza hacia la parte norte, hacia la zona de Tecámac; el uso agrícola de riego\* y temporal constituye la parte centro de la zona de estudio, en los límites de Ecatepec y Tecámac; el uso agropecuario se distribuye alrededor de estos últimos y en las laderas de la Sierra de Guadalupe y Cerro Chiconautla (cabe hacer notar que en éstos últimos se le está llamando uso agropecuario por tratarse de un uso mixto de ganadería extensiva y de agricultura de temporal, pero en cambio en la zona de planicie se le denominó así porque sus principales cultivos están constituidos por especies forrajeras, más en realidad no es área de pastoreo); finalmente, existe en la zona de estudio un parque Estatal, ubicado hacia la cota 2,350 msnm de la Sierra de Guadalupe. (Plano 5 del anexo correspondiente al Uso Actual de la Zona de Estudio).

### 3.4.3 Descripción de algunos parámetros socioeconómicos de la zona de estudio

#### . Demografía

El establecimiento de importantes zonas industriales en los municipios del Estado de México colindantes con el D. F.,

\* Corresponde a la zona de riego Unidad Chiconautla, del Distrito de Riego Chalco, Texcoco, Chiconautla No. 68.

resto del país; han traído como consecuencia que en los últimos 30 años el Estado de México haya presentado un acelerado crecimiento demográfico. Por tal motivo, los municipios\* que forman parte de la zona de estudio han registrado las más altas tasas de crecimiento (del 14% anual), mientras que el Estado de México registró en ese mismo período una tasa de 6.4%.

En el año de 1950, la zona de estudio contaba con cerca de 30 mil habitantes de los cuales casi el 80% era población rural, dedicada a actividades agropecuarias, y de la misma manera, el Edo. de México contaba con 1 392 623 hab de los cuales el 73.6% era población rural. El crecimiento de la ciudad de México hacia estas zonas del Estado de México, provocó un acelerado crecimiento de población que se puso de manifiesto durante el período 1970-1975 cuando en esta zona se registró una tasa de crecimiento demográfico del 20.8% anual, en ese mismo período, el Estado de México registró una tasa del 9.6% anual (Tabla 3.4.3 (a)).

Para el año de 1978, la población de la zona de estudio había crecido más de 40 veces en los últimos 30 años, mientras que el Estado de México creció apenas 6 veces del año 1950 a 1978. La población rural en esta zona había casi desaparecido, disminuyendo del 80% en 1950 al 6% en 1978,

---

\* Municipios de Tlalnepantla zona Oriente, Ecatepec y Tecáman.

TABLA 3.4.3 (a) PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

POBLACION	1950	1960	1970	1975	1978 <sup>b</sup>
Edo. Méx. <sup>2</sup>	1 352 623 100	1 697 851 100	3 683 166 100	6 050 991 100	8 113 659
(%) Tasa de crecimiento	3.0	7.3	9.6	10.3	
POB. TOTAL TET <sup>a</sup>	29 230 2.1	70 711 3.7	299 669 7.8	772 005 12.8	1 213 169 15.0
(%) Tasa de crecimiento	9.2	15.5	20.8	16.2	
Urbana	8 885 30.4	37 360 52.8	245 496 81.9	715 374 92.6	1 130 867 93.2
Rural	20 345 69.6	33 351 47.2	54 173 18.1	56 631 7.4	82 302 6.8
Migrante	4 764 16.3	27 263 38.6	152 392 50.9	316 015 40.9	
PEA TOTAL TET <sup>a</sup>	9 312 31.8	21 167 29.9	74 812 24.9	194 411 25.4	
Primaria	4 540 48.8	5 720 27.0	5 002 6.7	11 936 6.1	
Secundaria	2 172 23.3	10 210 48.2	39 431 52.7	75 609 38.5	
Terciaria	1 878 20.2	5 026 23.7	25 316 33.8	104 072 53.0	
Ins. espec.	722 7.7	211 1.1	5 043 6.8	4 794 2.4	

- a Fuente: 1 Encuesta Socioeconómica  
 2 Censos Generales de Población  
 3 Plan Estatal de Desarrollo Urbano, Ldo. de México  
 \* Cifras estimadas por IFA Consultores. Zona TET, zona de estudio: Zona oriente del Mpio. de Tlaxiapa, Ecatepec y Toluca.

por lo que respecta al Estado de México, también disminuyó del 73.6% al 17.4% en ese mismo período (Tabla 3.4.3 (b)). Finalmente la concentración de las principales actividades económicas del país en el Valle de México ha sido la causa de los grandes flujos migratorios hacia las zonas industriales y comerciales del Estado de México; por lo que en el caso específico de la zona de estudio este fenómeno ha sido la causa y consecuencia del crecimiento económico desequilibrado además de ser una de las zonas del Estado de México en donde la migración ha sido un factor muy importante, ya que la inmigración en la zona contribuyó en 1950 con el 16% del total de la población, ascendiendo al 50.9% en 1970. (Tabla 3.4.3 (a)).

#### Actividades Productivas

El proceso de urbanización e industrialización de la zona de estudio ha traído como consecuencia un gran cambio en la participación de la población económicamente activa en los distintos sectores económicos en donde se puede observar cómo en los últimos 30 años, la PEA del sector primario se trasladó al secundario y más tarde al terciario.

Es importante hacer notar que el desarrollo urbano y económico en esta zona ha traído como consecuencia que la participación de la PEA en el sector primario tienda a desaparecer ya que en 1950 el 48.8% del total de la PEA pertenecía a este

TABLA 3.4.3 (b) EVOLUCION DE LA POBLACION ZONA DE ESTUDIO

	EDO. DE MEXICO	TASA INC.	TLALNEPANTLA ORIENTE	TASA INC.	% DE POB. TOT.	POBLACION URBANA	POBLACION RURAL
1950	1 392 623	2.0	4 900	7.1	2.1	35.6	64.4
1960	1 897 851	3.1	17 925	13.8	5.6	66.8	33.2
1970	3 833 185	7.3	62 379	13.3	9.6	85.3	14.7
1975 <sup>1</sup>	6 050 991	9.6	128 856	15.6	12.5	96.0	4.0
1978 <sup>2</sup>	8 113 659	10.3	180 137	11.8	13.1	96.0	4.0
	EDO. DE MEXICO		ECATEPEC				
1950	1 392 623	2.0	15 226	3.8	1.1	46.9	53.1
1960	1 897 851	3.1	40 815	10.4	2.2	62.2	37.8
1970	3 833 185	7.3	216 408	16.2	5.6	84.0	16.0
1975 <sup>1</sup>	6 050 991	9.6	613 861	23.2	10.1	94.0	6.0
1978 <sup>2</sup>	8 113 659	10.3	1 000 000	17.7	12.3	94.0	6.0
	EDO. DE MEXICO		TECAMAC				
1950	1 392 623	2.0	9 104	1.7	0.7	-	100
1960	1 897 851	3.1	11 971	2.8	0.6	-	100
1970	3 833 185	7.3	20 832	5.7	0.5	50.3	49.7
1975 <sup>1</sup>	6 050 991	9.6	29 288	7.0	0.5	50.0	50.0
1978 <sup>2</sup>	8 113 659	10.3	33 032	4.1	0.4	54.3	45.7

Fuente: SIC DSE. Censos de Población, Edo. de México.

1 Panorámica Socioeconómica

2 Plan Estatal del Edo. de México.

sector disminuyendo en el año 1975 a únicamente 6.1% del total, por otra parte, la PEA secundaria ha aumentado de 23.3% a 49.2% y a 52.7% en 1950, 1960 y 1970 respectivamente, disminuyendo levemente en el año 1975 a 38.5% en favor del sector terciario de comercios y servicios, el cual aumentó del 20.2% en 1950 al 53.0% en 1975. (Tabla 3.4.3 (a) y (c)).

#### Sector Económico

Las características de la actividad económica de la zona denotan una región eminentemente industrial. En el año de 1975 el valor de la producción industrial ascendió a 15 858 millones de pesos ocupando el primer lugar del total de los ingresos generados en la zona. Seguido muy de lejos con el 2º lugar, el sector terciario de comercios y servicios que obtuvo ingresos por 804 millones de pesos. El sector agropecuario de menor importancia en la generación de ingresos y empleos obtuvo en 1970 únicamente 55.7 millones de pesos.

El Estado de México ocupó en 1975 el tercer lugar a nivel nacional en la producción industrial, y la zona industrial más importante del estado es la del Valle de México la cual participó con el 75.9% del valor total de la producción del estado, dentro de esta zona se encuentran los municipios que integran la zona de estudio misma que contribuyó con el 52.6% del total de la producción de la zona del Valle de México y

TABLA 3.4.3 (c) EVOLUCION DE LA PEA

	1960 Habitantes	%	1970 <sup>1</sup> Habitantes	%	1975 <sup>2</sup> Habitantes	%
ECATEPEC Población Total	40 815	100	216 408	100	613 861	100.0
PEA TOTAL	11 290	27.7	53 166	24.6	158 045	25.7
PEA Primaria	1 577	14.0	2 672	5.0	9 213	6.0
PEA Secundaria	6 698	59.3	29 339	55.2	71 889	45.5
PEA Terciaria	2 828	25.0	17 451	32.8	73 258	46.5
Insuficientemente especificado	187	1.7	3 704	7.0	3 685	2.0
TLALNEPANTLA Población Total	105 447	100	366 935	100.0	757 976	100.0
PEA TOTAL	34 734	32.9	95 779	26.1	189 586	25.0
PEA Primaria	7 819	22.5	3 142	3.3	3 081	2.0
PEA Secundaria	17 562	50.6	49 066	51.2	74 064	42.1
PEA Terciaria	9 283	26.7	38 095	39.8	102 230	53.9
Insuficientemente especificado	70	0.2	5 476	5.7	4 665	2.0
TECAMAC Población Total	11 971	100	20 882	100.0	29 228	100.0
PEA TOTAL	3 972	33.2	5 364	25.7	6 139	21.0
PEA Primaria	2 814	70.8	1 816	33.9	2 078	34.0
PEA Secundaria	527	13.3	1 751	32.6	2 004	32.6
PEA Terciaria	620	15.6	1 389	25.9	1 590	25.9
Insuficientemente especificado	11	0.3	408	7.6	467	3.0
EDO. DE MEXICO Población Total	1 897 851	100	3 833 185	100.0	6 050 911	100
PEA TOTAL	585 596	30.9	991 773	25.9	1 549 940	25.6
PEA Primaria	359 458	61.4	300 296	30.3	335 768	22.0
PEA Secundaria	118 941	20.3	322 418	32.5	520 514	33.7
PEA Terciaria	104 854	17.9	298 479	30.1	622 162	40.0
Insuficientemente especificado	2 343	0.4	70 580	7.1	71 496	5.0

Fuente: 1 Censo General de Población, Edo. de México.

2 Panorámica Socioeconómica.

con respecto al valor total de la producción industrial del Estado de México participó con el 16.6% (15 855 millones de pesos).

La actividad comercial y de servicio en esta zona es, en gran medida, resultado del desarrollo industrial ocurrido en ella, a pesar de su cercanía al Distrito Federal. En el año 1975 esta zona obtuvo un ingreso de 804.0 millones de pesos con un total de 11 962 establecimientos.

Por lo que respecta al sector agropecuario el panorama para esta actividad no es muy halagador ya que algunas de las áreas de cultivo de esta zona están con características salitrosas provocadas por la vecindad con el lago de Texcoco (margen poniente) reduciendo notablemente la actividad agropecuaria que en el año de 1970 obtuvo ingresos de 55.7 millones de pesos de los cuales la producción pecuaria contribuyó con el 69.6% y la agrícola con 30.4%; cabe mencionar que no existe producción forestal en esta zona.

#### 3.4.4 Unidades de Mapeo definidas y su caracterización

- Una vez ubicada la zona de estudio, dentro del contexto fisiográfico de la Cuenca del Valle de México a la vez que haber definido sus principales características ambientales, ahora es posible definir los elementos topográficos que la integran. Con la finalidad de que éstos sirvan como la

herramienta por medio de la cual sea posible dar una evaluación potencial de la zona, se procedió a definirlos a una escala mayor (1:50,000). El procedimiento metodológico ha quedado previamente descrito, pues se mencionó que se llevó a cabo una sobreposición cartográfica de las cartas que contienen información de las características ambientales de la zona (esquematizadas en los planos 2, 3, 4, 5 y 6 del anexo referentes a la Descripción del Medio Ambiente de la Zona). Cabe mencionar que en realidad se llevó a cabo una ampliación a 1:20,000 para esta actividad debido a que en la Sierra de Guadalupe, para el análisis del relieve, fué necesaria dicha proyección (ver anexo plano 6 referente al Relieve de la zona de estudio). De esta sobreposición se definieron los elementos topográficos del área de estudio, y, como ya se ha manejado, tienen la característica de ser homogéneos en cuanto a sus características ambientales pre-valecientes. Se espera que estos elementos topográficos definidos en la zona de estudio sean similares a los que se definieron para las topoformas que la contienen. Es decir, que si se toma en cuenta el nivel de detalle al que se encuentran las características ambientales a esta escala, se espera que los elementos topográficos definidos no forzosamente sean iguales en número, pero sí que éstos se encuentren contenidos dentro de cada uno de los elementos de las topoformas que contienen a la zona de estudio. En lo que se refiere

a la región de planicie, los elementos definidos estuvieron dados básicamente por la distribución edáfica, ya que ésta región continuó siendo homogénea en las demás características (geología, clima, hidrología y de vegetación). En cambio, en las zonas abruptas (parte este de la Sierra de Guadalupe y Cerro Chiconautla), estos elementos se definieron básicamente por el relieve y, en segundo término por la distribución edáfica. Este hecho se debe a que es de esperarse que el nivel de detalle de la topografía, cuando se hace a una escala mayor, varíe considerablemente; en el caso de la distribución edáfica lo que sucede es que al cartografiarse a escala 1:200,000 únicamente se toman en cuenta las unidades edáficas predominantes, nomogeneizando grandes extensiones y al llevar a cabo el análisis a una escala mayor, aparecen otras unidades que no se consideraron aunque sigan predominando las mismas.

- Una vez definidos los elementos topográficos constituyentes de la zona de estudio, se procedió a su caracterización. Como se ha mencionado, ésta consiste en definir, para cada elemento, los parámetros de las condiciones ambientales que los están caracterizando. Dichos parámetros han sido previamente mencionados en la metodología de uso potencial y, posteriormente dentro del apartado correspondientes a la Metodología. La caracterización de los elementos topográficos está mostrando que cada uno de estos elementos es distin

to de los demás, ya sea por una o varias características ambientales. A la vez, se supone que cada uno de ellos presenta un solo parámetro, para cada característica ambiental considerada. Sin embargo, durante la caracterización esto puede o no ocurrir así. Es decir, si bien un elemento topográfico queda definido por una sola estructura geológica, una sola unidad edáfica, un solo clima y un tipo de vegetación, al analizar cada uno de estos y teniendo presente lo que significan dentro de la metodología de uso potencial, cada una de estas características en términos de limitantes u oportunidades de uso; es posible llevar a cabo una agrupación de dos o más elementos topográficos que presenten la misma respuesta, cuando se quiere implementar los tipos de utilización factibles en la región. Precisamente esto fue lo que se llevó a cabo durante la Caracterización de la Zona de Estudio. Así, las Tablas 3.4.3 (a) y (b) contienen dicha información, lo cual se ha distribuido de la siguiente manera: el primero caracteriza a la región de planicie y el Cerro Chiconautla (por encontrarse inmerso en ella), mientras el segundo corresponde a la de la Sierra de Guadalupe. Las unidades que caracterizan a la zona, ya no se les ha denominado elementos topográficos sino *unidades de mapeo*, ya que éstas pueden contener a más de un elemento topográfico. A su vez, estos cuadros dan la ubicación de cada unidad

SISTEMA DE TOPOFORMAS	TOPOGRAFIA	UNIDAD DE MAPA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y CUENTAS DEL SUELO										VEGETACION O USO ACTUAL
			GEOLOGIA	CLASIF.	UNIDAD LOCALICA	PROF. EFEC.	TEXTURA	PH	SALINIDAD	ACIDEZAD de Na (Intercamb.)	DRENAJE	TOPOGRAFIA (Pendiente)	
S I L E R R I D I C U A O A L U F E	Zona abocada	1	andesitas	Lw (100)	1 + bh	12 cm (fase 11-11a)	media: 22-arcilla, 28-limo, 50-arena; media: 22-arcilla, 29-limo, 50-arena.	5.9	2 arenas/cm	< 15	lento (20)	8-20	Agronegocio
		2	brecha volcánica (triofitas y dacitas)	05 <sub>1</sub> (4)	bh	100 cm	media: 20-arcilla, 26-limo, 54-arena.	5.3	2 arenas/cm	< 15	lento (20)	6-20	Agronegocio
		3	andesitas	Lw (90)	1 + bh	12 cm (fase 11-11a)	media: 22-arcilla, 29-limo, 50-arena.	5.7	2 arenas/cm	< 15	lento (25)	25-40	Reforestación
						20 cm (fase 11-11a)	media	-	2 arenas/cm	< 10	lento (20)	25-40	
						12 cm (fase 11-11a)	media	-	2 arenas/cm	< 15	lento (20)	25-40	
						12 cm (fase 11-11a)	media: 14-arcilla, 24-limo, 62-arena.	6.0	2 arenas/cm	< 15	lento (20)	25-40	
	Zona de lagunas	4	brecha volcánica (triofitas y dacitas)	05 <sub>1</sub> (4)	bh+la	100 cm	fin. arcillosa.	-	2 arenas/cm	< 15	lento (20)	20-25 25-40	No especificado
		5	brecha volcánica (triofitas y dacitas)	05 <sub>1</sub> (4)	2 + bh	12 cm (fase 11-11a)	media: 20-arcilla, 29-limo, 50-arena.	5.9	2 arenas/cm	< 15	lento (20)	3-6	Agronegocio
					3	20 cm (fase 11-11a)	media	-	2 arenas/cm	< 15	lento (20)	3-6	
		6	andesitas	05 <sub>1</sub> (4)	bh	10 cm	media	-	2 arenas/cm	< 15	lento (20)	3-5 15	Bosque de eucalipto y pino
7	brecha volcánica	05 <sub>1</sub> (4)	bh+la	100 cm	fin. arcillosa.	-	2 arenas/cm	< 15	lento (20)	3-6	Urbano-Industrial		
Pre u. Monte	8	brecha volcánica (triofitas y dacitas)	05 <sub>1</sub> (4)	bh	100 cm	media	-	2 arenas/cm	< 15	sin problema (10)	3	Urbano-Agronegocio	

Tabla 3.4.1 (b)

Caracterización de la zona de estudio, que comprende parte de la planicie central

SISTEMA DE TOPOGRAFÍAS	TOPOGR- FÍAS Y ALIMEN- TOS TOPO- GRÁFICOS	UNIDAD DE MAPA	GEOLOGÍA	CLIMA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO						VEGETACIÓN DE ACTUAL		
					TEXTURA CLASIF. (cm)	PROF. EJEC. (cm)	TEXTURA pH	PH	CONDICIÓN (% de Na intercambiable)	PERMEA- BILIDAD		TEMPERA- TURA (pendiente 1:1)	
Depresión México b	1	1	aluvial y lacustre	BS <sub>1</sub> (140)	2g	100 fase sódica	arena: 20% arcilla: 11% limo: 69% arena: finas	10.4	25 ambos/cm	> 15	lento	< 3	vegetación alta fita arborescentes cruda
					2g	100 fase sódica	arena: 35% arcilla: 11% limo: 54% arena: finas	9.9	20 ambos/cm	> 15	lento	< 3	
					2a	100 fase sódica	arena: 42% arcilla: 11% limo: 47% arena: finas	9.9	15 ambos/cm	> 15	lento	< 3	
					2a+2b	100 fase sódica	arena: 42% arcilla: 11% limo: 47% arena: finas	9.9	15 ambos/cm	> 15	lento	< 3	
Depresión México d	2	1	aluvial y lacustre	BS <sub>1</sub> (140)	2a+2b	100 fase sódica	arena: 35% arcilla: 11% limo: 54% arena: finas	9.4	15 ambos/cm	> 15	rápido	< 3	agricultura de riego y de temporal
					2a+2g	100 fase sódica	arena: 42% arcilla: 11% limo: 47% arena: finas	9.1	15 ambos/cm	> 15	lento	< 3	
					2a+2b	100 fase sódica	arena: 42% arcilla: 11% limo: 47% arena: finas	9.3	10 ambos/cm	> 15	lento	< 3	
Depresión México c	2	1	aluvial y lacustre	BS <sub>1</sub> (140)	2c	100 fase sódica	arena: 42% arcilla: 11% limo: 47% arena: finas	9.4	2 ambos/cm	< 15	rápido	< 3	agricultura de riego menor temporal cruda arbores- centes y rural
					2a+2b	100 fase sódica	arena: 35% arcilla: 11% limo: 54% arena: finas	9.3	2.1 ambos/cm	< 15	lento	< 3	
					2a	100 fase sódica	arena: 42% arcilla: 11% limo: 47% arena: finas	9.3	2 ambos/cm	< 15	lento	< 3	
					2a+2g	100 fase sódica	arena: 42% arcilla: 11% limo: 47% arena: finas	7.7	2 ambos/cm	< 15	lento	< 3	
Depresión México e	4	1	aluvial y lacustre	BS <sub>1</sub>	2b	50 cementación	arena: 16% arcilla: 11% limo: 73% arena: finas	9.0	2 ambos/cm	< 15	rápido	< 3	de pastos en la parte norte Agropecuaria
					2c	100	arena: 42% arcilla: 11% limo: 47% arena: finas	6.1	2 ambos/cm	< 15	rápido	< 3	
Cerro Chico- Nautila Ladera	5	1	andesitas y tobas	BS <sub>1</sub>	2b+2c	77 cementación	arena: 15% arcilla: 11% limo: 74% arena: finas	6.3	2 ambos/cm	< 15	sin proble- mas	2-6	Agropecuaria
					2b	56 cementación	arena: 20% arcilla: 11% limo: 69% arena: finas	6.0	2 ambos/cm	< 15	sin proble- mas	3-6	Agropecuaria en comercio rural
					2c	56 arena	arena: 20% arcilla: 11% limo: 69% arena: finas	6.0	2 ambos/cm	< 15	lento	6-15 15 a 25	vida silvestre bosque de Quercus

de mapeo, dentro del marco de Regionalización Fisiográfica en el cual se tiene ubicada a la zona de estudio. Esto se ha hecho así, para poder analizar cómo se encuentran distribuidas estas unidades, dentro de cada elemento topográfico definido a escala 1:200,000. A continuación se da una breve descripción de cada una de estas unidades, a la vez que se explica cómo han quedado dentro del contexto fisiográfico:

- 1) Caracterización de las unidades de mapeo, que comprenden la planicie central de la zona de estudio: (Tabla 3.4.3 (a)).

*UNIDAD DE MAPEO 1.* En esta unidad quedaron agrupados suelos que contienen altas concentraciones de sales y sodio (Zg, Zo, Zo+Zm); aunque variaran en su profundidad efectiva, por ser la limitante que básicamente demerita su uso. De hecho, esta característica se había definido para el elemento topográfico b de la Depresión México, pero realmente también abarca parte de la región d.

*UNIDAD DE MAPEO 2.* En esta unidad quedaron agrupadas aquellas zonas que presentaban suelos con ligeras concentraciones de sales y altas concentraciones de sodio (Zo+Zm, Zo+Zg, BK+Zm). Esta característica se había definido para el elemento d, también de la Depresión México, el cual efectivamente ha quedado restringido a esta zona.

UNIDAD DE MAPEO 3. En esta unidad quedaron agrupados aquellos suelos que presentan una ligera sodicidad, no presentando otro factor ambiental que resultara limitante (Hc, Hc+Zo, Hc+Hh, Zm, Hc+Zm, Zo+Zg). Esta característica se había definido para los elementos topográficos c, tanto de la Depresión México como de los Llanos Cuautitlán-Pachuca. Sin embargo, también quedó agrupada parte del elemento a de estos últimos.

UNIDAD DE MAPEO 4. En esta unidad quedaron agrupados aquellos suelos (Hh, Hh + Re, Hh + Vp) que, aunque profundos y sin problemas de concentración de sales y/o sodio, presentan un drenaje interno rápido (ya que su textura es gruesa, es decir constituida básicamente por arenas). Dentro de este grupo sucede que se había definido al elemento topográfico a de los Llanos Cuautitlán-Pachuca, pero sin tomar en consideración este factor, ya que a esa escala se había reportado como sin problemas de drenaje; a la vez abarca una pequeña porción del elemento c de la Depresión México. Estas cuatro unidades se encuentran conformando a la región de planicie, de la zona de estudio. Al respecto cabe decir que el agrupamiento de los elementos topográficos que se habían identificado con la finalidad de definir a las unidades de mapeo, coincidió en gran medida con las zonas identificadas como elementos topográficos de las topoformas que

integran a la zona (comparar plano 3 correspondiente a la Regionalización Fisiográfica con el plano 1 de Uso Potencial en el anexo). Las diferencias son debidas como ya se dijo al nivel de detalle de las unidades edáficas con las que ahora se trabajó. Esto es evidente, por ejemplo, en la unidad de mapeo 3, donde la unidad edáfica se esperaba que solo abarcara el elemento c de los Llanos Cuautitlán-Pachuca, pero en realidad abarca una pequeña zona de su elemento colindante, que es el a; lo mismo sucede entre la b y d de la Depresión México (unidad de mapeo 1); y entre el elemento a de los Llanos Cuautitlán-Pachuca y el c de la Depresión México (unidad de mapeo 4).

A partir de lo dicho anteriormente queda claro cómo es que para cada unidad de mapeo no es posible que corresponda tan solo un elemento topográfico, de las topoformas que están conteniendo a la zona de estudio. De hecho, cuando se definieron los elementos topográficos para los Llanos Cuautitlán-Pachuca y la Depresión México, el elemento c, para cada uno de éstos, se diferenció únicamente por el clima; pero al hacer este análisis a escala 1:50,000 se pudo observar que realmente el límite climático se encuentra un poco más arriba, por lo que automáticamente estos dos elementos pasaron a formar uno mismo. Es por esto que en la caracterización de la unidad de mapeo 3, quedaron unidos, y por lo

expuesto anteriormente unidos a la vez con el a de los Llanos Cuautitlán-Pachuca.

2) Caracterización de las unidades de mapeo correspondientes al Cerro Chiconautla\*:

*UNIDAD DE MAPEO 5.* En esta unidad quedaron agrupados aquellos suelos de ladera que presentaron una profundidad efectiva menor a 100 cm, pero mayor de 50 cm, los cuales estuvieron representados por una sola unidad edáfica (Hh + Re). Esta unidad había quedado definida dentro del cerro, en la ladera, únicamente por su topografía.

*UNIDAD DE MAPEO 6.* En esta unidad quedaron agrupados aquellos suelos de ladera que presentaron una profundidad efectiva ahora menor a 50 cm. Esta había quedado, al igual que la anterior, agrupada en la zona de ladera del cerro.

*UNIDAD DE MAPEO 7.* En esta unidad quedaron agrupados aquellos suelos del cerro que presentaban una profundidad efectiva aún menor (36 cm) y que además se caracterizaron por presentarse en pendientes mayores que las dos unidades anteriores (6 hasta 25%). De hecho, esta unidad quedó ubicada dentro de lo que se denominó la cima del cerro.

\* Cabe aclarar que a las 3 unidades de mapeo definidas para el Cerro Chiconautla, se le dió el número que seguía, dentro de la zona de Planicie, debido a que éste es considerado una topografía de la planicie central.

Básicamente estas unidades quedaron ubicadas dentro de los elementos topográficos previamente definidos para el cerro, a excepción de que se había tomado como uno solo, el correspondiente de ladera. La razón por la que resultaron dos unidades en esta zona fue debido a que los datos de profundidad efectiva no se tenían definidos en la escala de 1:200,000.

3) Caracterización de las unidades de mapeo correspondientes a la Sierra de Guadalupe (Tabla 3.4.3 (b)):

La caracterización de las unidades de mapeo para esta región requirió de un trabajo más detallado, como es de suponerse, por lo abrupto del relieve. En principio se había dado tan solo una aproximación de sus topoformas pero no se determinaron sus elementos topográficos, ya que se explicó que a ese nivel de regionalización se podía inferir su potencial de uso por la fuerte homogeneidad con que se reportaban a la escala de 1:200,000 sus características ambientales. De esta manera, cuando se trabajó con esta región a la escala de 1:50,000 se pudo observar con más detalle lo que también se había mencionado con respecto a la determinación de topoformas en una serranía, y fue el hecho de que es posible encontrar valles intermontanos en zonas abruptas, o zonas cerriles casi ubicadas al piedemonte. En base a esto se definieron las unidades de mapeo, es decir, ellas definen

este tipo de geoformas dentro de cada una de las zonas en las cuales se había dividido a la sierra (zona abrupta, de lomerío y piedemonte).

*UNIDAD DE MAPEO 1.* Dentro de esta unidad quedaron agrupadas aquellas zonas de la sierra que presentaban un relieve hasta del 20% y donde se ubicaban suelos ligeros (I + Hh). Dicha unidad se distribuye en la zona abrupta, formando pequeños valles intermontanos y en la de lomeríos y pie de monte formando montículos que no permiten casi distinguir el piedemonte.

*UNIDAD DE MAPEO 2.* En esta unidad quedó ubicada una zona que presenta un suelo profundo (Hh) en pendientes hasta del 20%. Se localiza en la región abrupta, prolongándose ligeramente hacia la zona de lomerío, formando una zona de transición entre ambas.

*UNIDAD DE MAPEO 3.* En esta zona quedaron ubicadas todas aquellas zonas que presentaban un relieve abrupto, con pendientes hasta más del 40%, donde se distribuyen suelos ligeros (I + Hh, Hc, Hh, Hh + Hc). Esta unidad quedó casi totalmente ubicada en la zona abrupta, a excepción de pequeñas áreas en la sección oeste de la sierra, que se distribuyen hacia la zona de lomerío.

*UNIDAD DE MAPEO 4.* Esta unidad está representada por una pequeña área donde se distribuye un suelo profundo (Hh + Vp), pero en un relieve abrupto (con pendientes hasta del 40%). Esta unidad está ubicada en la porción de lomeríos, en la colindancia con la zona abrupta, lo cual podría interpretarse como que en realidad pertenece a ésta última.

*UNIDAD DE MAPEO 5.* Esta unidad está representada por zonas donde se distribuyen suelos ligeros (l + Hh, Hc); cuya profundidad efectiva es apenas de 20 cm, en un relieve suave (pendientes hasta del 6%). Se distribuye en la zona de lomerío y, efectivamente, se encuentran formando un lomerío de escaso relieve.

*UNIDAD DE MAPEO 6.* Esta unidad está representada por una zona que presenta un suelo profundo (Hh) y que se distribuye en un relieve con pendientes hasta del 15%. Se encuentra constituyendo una pequeña área dentro de la zona de lomerío, constituyendo efectivamente un pequeño montículo.

*UNIDAD DE MAPEO 7.* Esta unidad está representando a una zona de pendientes suaves (hasta el 6%) donde se presenta un suelo profundo. Se encuentra ubicada en la zona de lomerío y representa un área de transición entre ésta y la de piedemonte.

UNIDAD DE MAPEO 8. Esta unidad está representada por pequeñas zonas donde se extiende un suelo profundo en un relieve suave (presenta pendientes del 3%). Esta unidad se distribuye en pequeñas áreas, dentro de la zona de pie de monte, constituyendo efectivamente una zona de transición entre la sierra y la región de planicie.

Con lo expuesto anteriormente se puede observar que, por una parte, la zona de piedemonte tan solo cubre una pequeña área; debido básicamente a que existen muchos puntos de contacto entre ésta y la zona de lomerío sobre todo en la porción noreste de la sierra o bien, entre ésta y las otras dos zonas, como se observa en la porción sur de la misma (ver anexo los planos 6 y 1, referentes al relieve de la zona de estudio y al de su Uso Potencial).

Una vez definidas las unidades de mapeo se procederá a confrontar las características ambientales que las caracterizan contra los requerimientos técnicos y biológicos de los tipos de utilización factibles en la zona. Cabe aclarar que el tipo de vegetación o uso actual de cada unidad no se especificó debido a que generalmente en ellas se pudieron encontrar 2 ó más de estos, por lo que en el siguiente apartado; que es el de evaluar potencialmente a la zona sí se incluirán y definirán.

### 3.4.5 Evaluación Potencial de las Unidades de Mapeo

La evaluación potencial de la zona de estudio se llevó a cabo mediante la metodología de uso potencial previamente definida en la Introducción. En ella se sostiene que utilizando a la regionalización como un marco de referencia es posible que en este nivel ya se hayan definido los tipos de utilización factibles de implementar en la zona. Así, mediante la evaluación potencial que se llevó a cabo de las dos regiones que se encuentran conformando a la zona de estudio, fue posible discriminar ciertos usos a la vez que definir los factibles. Para estos últimos también fue posible definir los principales factores ambientales que se encuentran demeritando a la zona en algún (os) tipo (s) de utilización. A continuación se resumen aquellos tipos de utilización posibles de implementar en la zona:

- Agricultura mecanizada, continua o estacional (A<sub>1</sub> y A<sub>3</sub>).
- Agricultura de tracción animal, continua o estacional (A<sub>2</sub> y A<sub>3</sub>).
- Agricultura manual continua o estacional (A<sub>4</sub> y A<sub>5</sub>)
- Praderas cultivadas o artificiales (P<sub>1</sub>).
- Pecuario, a partir de vegetación natural de pastizal. (P<sub>2</sub>)
- Pecuario, a partir de vegetación natural, diferente de pastizal. (P<sub>3</sub>).

- Urbano ( $U_A$ ,  $U_M$ ,  $U_B$ , R) e Industrial (I).

- . Los siguientes tipos de utilización están restringidos a la región de planicie: Agricultura mecanizada continua; pecuario con pastizal natural o con praderas artificiales, y urbano de alta densidad e Industrial. Los demás tipos de utilización definidos son factibles tanto en la región de planicie como en la de relieve accidentado.
- . En cuanto a los factores ambientales que se habían definido como aquellos que se encuentran constituyendo limitantes para ciertos tipos de utilización, pero que sin embargo no impiden su implementación (esto se refiere al grado de aptitud que muestra el terreno) se encuentran:
  - 1) El clima seco estepario prevaleciente en la zona ( $BS_1$ ), que dentro de la metodología ha quedado como un tipo climático que presenta un régimen de humedad disponible 4H, es decir, la cantidad de agua aportada mediante la precipitación pluvial no permite llevar a cabo la utilización agropecuaria del terreno, en ninguna época del año; a menos de que se utilicen especies adaptadas a este régimen climático, y
  - 2) La presencia de suelos con altas concentraciones de sales y/o sodio, en la mayor parte de la región de planicie, que tan solo permite a la zona una utilización agropecua-

ría con especies resistentes y en algunos casos únicamente utilizando la vegetación aprovechable.

Cabe señalar que el factor climático limita a toda la porción de planicie y las zonas de lomerío y de piedemonte de la Sierra de Guadalupe. En estos últimos también se considera a la profundidad efectiva un factor limitante; estando los suelos salitrosos únicamente afectando a la porción de planicie.

#### Evaluación Potencial de la porción de planicie de la zona de estudio

La confrontación de los factores ambientales que caracterizan a las unidades de mapeo (Tabla 3.4.3 (a)) con los tipos de utilización factibles señalados para esta zona, permite determinar el potencial de uso para cada unidad. De esta manera los resultados de tal evaluación se encuentran reportados bajo dos aspectos: la *capacidad de uso* del terreno, que se refiere a los tipos de utilización que son factibles de implementar y la *aptitud de uso* que se refiere al grado en que las características ambientales satisfacen los requerimientos físicos y biológicos de los tipos de utilización factibles.

En el cuadro 3.4.5 (a) se muestra el resultado de dicha evaluación, de la cual se presenta a continuación una breve

3  
 TABLA 3.45 (a) EVALUACION POTENCIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

UBICACION FISIOGRAFICA	UNIDAD DE MAPLO	USO POTENCIAL		PRINCIPALES FACTORES LIMITANTES	USO ACTUAL	USO PRIORITARIO		
		CAPACIDAD DE USO	APTITUD DE USO					
SIERRA DE GUADALUPE	Zona abroñada	1	A4, A5, P3	Baja	La profundidad efectiva (hasta 20 cm) y el relieve (pendiente hasta del 20 %). La cobertura de vegetación para el uso pecuario es baja (menos del 50 % del área total). Las clases A4 requieren de cultivos adaptados.	Agronegociato Agricultura manual Uso urbano de baja densidad		
		2	A4, A5, P3 U <sub>B</sub> , II	Medio Baja	El relieve (hasta del 20 %) y la clase agrícola requiere de especies adaptadas al clima; la presencia presenta una cobertura media (menos del 50 %).	Agronegociato Reforestación		
		3	Sin capacidad de uso	-	La cobertura y condiciones de la vegetación no permite ningún tipo de utilización forestal.	Reforestación (bosque de pino y mesquite)	Reforestación	
	Zona de Llaneros	4	A4, A5	Baja	El factor relieve (pendiente hasta del 40 %). Estas clases agrícolas requieren cultivos adaptados al clima.	No especificado	Reforestación	
		5	A2, A3, A4, A5, P3 U <sub>M</sub> , U <sub>B</sub> , II	Baja	El factor profundidad efectiva (hasta 20 cm). Las clases agrícolas requieren especies adaptadas al terreno presenta una cobertura baja (menos del 50 %).	Agronegociato	Agricultura manual	
		6	A4, A5, U <sub>B</sub> , II P3, A2, A3, U <sub>M</sub>	Alta Alta	El factor topografía (hasta del 15 %). Las clases agrícolas más aptas para el clima; el uso pecuario presenta una cobertura media (menos del 50 %).	Bosque de mesquite y pino	Pecuario extensivo (vegetación aprovechable)	
		7	A2, A3, A4, A5, U <sub>B</sub> , II U <sub>B</sub> , II	Alta	Las clases agrícolas A3 y A4 requieren de riego.	Urbano industrial	Urbano de baja densidad	
Zona de piedemonte	8	A2, A3, A4, A5, P3, U <sub>M</sub> , U <sub>B</sub> , II	Alta	Las clases agrícolas A3 y A4 requieren de riego y las A3 y A4 de especies adaptadas al clima (HSF).	Urbano agronegociato	Urbano de baja densidad		
PLANICIE CENTRAL	Depresión México b	1	U <sub>M</sub> , U <sub>B</sub> , II P1, P2	Medio Baja	La presencia de un agua subterránea en el caso de las clases agrícolas; las altas concentraciones de sal (hasta 25 miligramos/cm <sup>3</sup> y sodio 115) con el caso de la clase P1 y la cobertura de la vegetación (menos del 50 %) en la P2 la P1 requieren de riego.	Urbano de mediana densidad y en menor proporción industria; Pastizal halófito	Urbano de mediana densidad	
		2	U <sub>M</sub> , U <sub>M</sub> , U <sub>B</sub> , I, II P1	Alta Medio	La concentración de sodio (15 %) solo permite el grado de aptitud adecuada para las clases agrícolas y pecuarias; existe buena concentración de sales hasta 15 miligramos/cm <sup>3</sup> que impiden una aptitud media en el desarrollo de cultivos; no afectan al uso pecuario; la A1, A2, A4 y P1 requieren riego y las A3 y A5 especies adaptadas al clima.	Agricultura de riego, en menor proporción de temporal; Pequeña área urbana e industriales	Uso pecuario con pastos cultivados	
	Dep. México e LI Cuautl-Pachuca a, c	3	P1, U <sub>M</sub> , U <sub>M</sub> , U <sub>B</sub> , I, II A1, A2, A3, A4, A5	Alta Medio	La presencia de una capa víscida en el caso de las áreas agrícolas; las clases A1, A2, A4 y P1 requieren de riego y las clases A3 y A5 de cultivos adaptados al clima.	Agricultura de riego, menor proporción agrícola y rural	Agricultura de riego	
		4	U <sub>M</sub> , U <sub>M</sub> , U <sub>B</sub> , I, II P1, A1, A2, A3, A4, A5	Alta Medio	El menor volumen hídrico en las clases agrícolas y pecuarias; De las clases requieren de las especies agrícolas adaptadas en la cantidad aptitud.	Urbano (hacia la parte norte) Agronegociato	Urbano de mediana densidad	
	CERRO CHICONAUTLA	Ladera	5	A2, A3, A4, A5, P3, U <sub>M</sub> U <sub>B</sub> , II	Alta	Las clases A1 y A2 requieren de cultivos adaptados al régimen climático; las demás clases agrícolas de cultivos adaptados.	Agronegociato	Agricultura de temporal
		Ladera	6	A2, A3, A4, A5, P3, U <sub>M</sub> , U <sub>B</sub> , II	Medio	La profundidad efectiva (40 cm); las clases agrícolas requieren de cultivos adaptados al clima.	Agronegociato y rural en menor proporción	Pecuario, con vegetación aprovechable
Cima	7	A4, A5	Baja	La profundidad efectiva (30 cm) y la topografía (pendiente hasta del 25 %); estas clases requieren cultivos adaptados.	Bosque de Quercus	Reforestación		

discusión:

- . Se puede observar que los tipos de utilización agrícolas y pecuarios que son factibles, para cada unidad (1 a la 4) siempre presentan un grado de aptitud media o baja; no siendo así para los usos urbanos, que siempre se consideraron de aptitud alta. Esto es así debido a que si bien las características físicas que presenta esta porción de planicie son capaces de satisfacer los requerimientos técnicos de todos los tipos de utilización señalados, a excepción de la unidad de mapeo 1, donde no aparecen los usos urbanos de alta densidad y el Industrial por ser una zona donde se distribuyen suelos con fases gleycas; los requerimientos biológicos no se ven satisfechos por estos mismos factores, al estar conformada por suelos que en su mayoría, presentan problemas de sal y sodio. Así en la unidad 1, este factor tan solo permite los usos pecuarios restringidos a praderas resistentes o la vegetación natural de pastizal que se desarrolla en ella, que además presenta una cobertura pobre. En la unidad 2 aunque este mismo factor ya permite el establecimiento de los tipos agrícolas, estos presentan una aptitud baja, ya que la concentración de sodio todavía se considera

---

\* estos suelos se han definido como aquellos que tienen la característica de almacenar agua en su interior a escasos cm de profundidad.

elevada; a la vez el uso pecuario con praderas artificiales ya presenta una mediana aptitud debido a que la concentración de sales se considera ligera. La unidad de mapeo 3 ya permite una aptitud alta para el uso pecuario con praderas cultivadas, siendo de mediana aptitud para los usos agrícolas, debido a que sigue existiendo ligeros problemas de sodicidad, no presentando ya problemas de sales. Finalmente, la unidad de mapeo 4, aunque ya no presenta problemas de sodicidad o salinidad, tiene el inconveniente que los suelos que la conforman tienen un drenaje interno rápido, lo cual se interpreta como de mediana aptitud tanto para los usos agrícolas, como para el pecuario con praderas cultivadas.

Se puede decir entonces que, dentro de esta zona, las unidades de mayor potencial de uso son la 3 y la 4, siguiéndole la 2 y finalmente la 1 (ver anexo plano 1 referente al uso potencial del suelo de la zona de estudio). Al llevar a cabo la comparación entre esta evaluación y la que se hizo a escala de 1:200,000 se puede observar que en ambos se manejan los mismos tipos de utilización, como ya se había mencionado, y que a su vez el grado de aptitud también corresponde; siendo entonces la única diferencia que la zonificación de estas unidades varía si no considerablemente sí de una manera importante (hacer una comparación entre el plano 3, correspondiente a la Regionalización Fisiográfica

con el 1 de Uso Potencial, donde la calidad de las pantallas muestra dicha Zonificación), además que a esta escala fue posible cuantificar con un mayor grado de detalle las características de los principales factores limitantes (nótese que el problema de drenaje interno en la unidad de mapeo 4 no había sido identificada a la escala de 1:200,000).

Las unidades de mapeo definidas para el Cerro Chiconautla se encuentran, a su vez, reportadas en la misma tabla 3.4.3 (a) y corresponden a la 5, 6 y 7 de la región de planicie.

En dicha topografía el establecimiento de los tipos de utilización estuvo dado básicamente por la profundidad efectiva, siendo evidente que el uso urbano de alta densidad y el Industrial así como la agricultura mecanizada y el establecimiento de praderas cultivadas no son factibles, por el relieve que la caracteriza. Así, la unidad de mapeo 5 presenta tanto para los usos agropecuarios y urbanos factibles una aptitud alta, pues su profundidad efectiva aunque menor de 100 cm, es mayor de 50 cm.; para la unidad de mapeo 6 aunque presenta las mismas posibilidades de uso que la anterior, su grado de aptitud es media, dado a que el factor de profundidad efectiva se ha hecho más restrictivo. Finalmente, la unidad de mapeo 7 únicamente permite el establecimiento de una agricultura manual, ya que está representada por la cima del cerro (con pendientes hasta del 25%),

teniendo sin embargo, una aptitud baja. De esta manera, aquí también se puede observar un gradiente de intensidad de uso, siendo la unidad 5 la que presenta un potencial mayor, siguiéndole la 6 y finalmente la unidad 7.

Al llevar a cabo la misma comparación, entre el uso potencial definido a escala 1:200,000 y la propuesta, se puede observar que no corresponde del todo, ya que para esta topografía se habían definidos dos tipos de uso potencial para todo el cerro, iguales a las propuestas para las unidades de mapeo 6 y 7, debido a que no se tenían evaluadas las diferencias en profundidad efectiva que presentan las unidades edáficas que se encuentran constituyendo su suelo.

#### Evaluación potencial de la porción de serranía de la zona de estudio (Sierra de Guadalupe)

- . El resultado de la confrontación de los factores ambientales que caracterizan a las unidades de mapeo de esta porción (Tabla 3.4.3 (b)) con los tipos de utilización factibles señalados para la zona de estudio na dado dicha evaluación, cuya explicación se presenta a continuación (ver Tabla 3.4.5 (a)):
- . Se puede observar que en este caso los usos urbanos se encuentran restringidos a densidades medias, bajas o de tipo rural; y éstos solamente restringidos a aquellas

unidades que estando localizadas en la zona de lomerío, forman ya parte de la zona de piedemonte; asimismo dentro de los usos agropecuarios factibles en esta región no se incorporan a aquellos donde es necesaria la mecanización. Lo dicho anteriormente es debido a que los factores ambientales prevaletentes presentan limitantes más bien de tipo técnico que biológico, y estos a su vez están representados por el relieve. Las principales limitantes, dentro de los requerimientos biológicos, están dados por el tipo y cobertura de la vegetación principalmente, por lo que aquí no se incluye el pastizal natural, sino que el pastoreo únicamente puede ser en otros agostaderos. Así las unidades de mapeo 7 y 8 de esta zona permiten todos los tipos de utilización factibles, debido a que se distribuyen en pendientes ligeras y existe vegetación aprovechable por el ganado, por lo que muestran una aptitud alta; en el caso de la unidad de mapeo 6, aunque también es posible llevar a cabo todos los tipos de utilización considerados, para los agrícolas con tracción animal, el pastoreo extensivo y el uso urbano de mediana densidad muestran una aptitud media debido a que aquí la topografía es ligeramente más abrupta (pendientes hasta del 15%). En la unidad de mapeo 2 ya no es posible la agricultura que involucra tracción animal y los usos urbanos se consideran de aptitud baja, siendo para los demás tipos de

utilización de aptitud media; debido al mismo factor señalado que es el relieve. En el caso de la unidad de mapeo 5 el factor limitante resulta ser la profundidad efectiva del suelo, por lo que es posible el establecimiento de todos los tipos de utilización considerados pero éstos tienen una aptitud baja. La unidad de mapeo 1 muestra la misma limitante que la anterior, además de que se distribuye en pendientes fuertes (hasta del 20%), por lo que ya no es posible el establecimiento de ningún uso urbano y para los agropecuarios posibles de implementar muestran una aptitud baja. En la unidad de mapeo 4, por el factor de relieve, no permite la implementación de los mismos tipos de utilización señalados para la unidad anterior, además del pecuario extensivo, por lo que sus posibilidades de uso se restringen a la agricultura manual. Por último la unidad de mapeo 3 al extenderse en una zona con pendientes mayores al 40% y en suelos ligeros, además de que se presenta una vegetación que no es aprovechable por ningún tipo de ganado, se considera sin potencial de uso.

Una vez descritas las posibilidades de uso de las unidades de mapeo de esta región, y los grados de aptitud que estas presentan es posible clasificar a estas por su intensidad de uso. De esta manera las unidades 7 y 8 representan a las unidades con un potencial de uso más alto; le seguiría la unidad 6 y luego estaría la 2, posteriormente la 5 (se

hace notar que aunque esta presenta una capacidad de uso mayor que la 2 e igual que la 6, esta muestra una aptitud baja para todos los tipos de utilización); luego estarían ubicadas la 1 y la 4 con notable diferencia en su potencial (restringido a 3 y 2 usos respectivamente y de aptitud baja). Y, finalmente, se ubicaría la unidad 3 que no presenta potencial de uso.

Al llevar a cabo la comparación del uso potencial propuesto a escala 1:200,000 con el que se efectuó, se puede observar que en realidad en el primero únicamente se estaban manejando las alternativas propuestas para las unidades 1, 4 y 3 (en realidad se habían manejado las de la clase 6 también, pero en la proyección de la zona de estudio del plano 3 del anexo, se cartografió utilizando un criterio conservador, ya que la información de la zona se tenía a nivel muy general); por lo que se puede concluir que el nivel de aproximación de esta escala, tiene un 50% de validez.

#### INTEHSIDAD DE USO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

- . Una vez definido el uso potencial tanto para la zona de serranía, como para la porción de planicie, incluyendo dentro de ésta al Cerro Chiconautla, es posible llevar a cabo una agrupación de las unidades de mapeo que las están caracterizando, dada por la intensidad o potencialidad de uso que

presentan. De esta manera, el criterio que se utilizó para dicha agrupación fue el siguiente, dado de mayor a menor intensidad de uso:

- 1) Unidades donde aunque no se presentan todos los tipos de utilización considerados factibles para la zona de estudio, las que se presentan muestran una aptitud alta.
- 2) Unidades que aunque presentan todos los tipos de utilización considerados factibles en la zona, estas muestran un grado de aptitud alta o media.
- 3) Unidades de mapeo que aunque presentan todos los tipos de utilización, su grado de aptitud puede ser alta, media o baja; o bien, que no presentan todos los tipos de utilización y su grado de aptitud es alta o media.
- 4) Unidades de mapeo que no presentan todos los tipos de utilización y su grado de aptitud es media.
- 5) Unidades de mapeo que no presentan todos los tipos de utilización factible y que además su grado de aptitud es media o baja.
- 6) Unidades que tan solo presentan 3 ó 2 tipos de utilización y su aptitud es baja.
- 7) Unidades donde no existe un potencial de uso.

Esta clasificación por intensidad de uso, ha quedado claramente definida en el plano de uso potencial, en donde el

cuadro anexo muestra la distribución de estas unidades de mapeo, dentro de los 7 grupos definidos. Se puede observar asimismo que estos grupos están representados por medio de pantallas, las cuales representan un tono de claro a oscuro (definido por la calidad de los puntos) con la intención de que se observan que a una mayor intensidad de color (o puntos más gruesos) existe un menor potencial y viceversa (es decir los colores claros presentan mayor intensidad de uso).

#### 3.4.6 Tipos de Utilización Prioritarios Definidos al incorporar ciertos parámetros socioeconómicos

- . En la Tabla 3.4.5 (a) aparece una columna referente a la utilización prioritaria que, en base a ciertas características socioeconómicas que presenta la región de estudio, se definieron.
- . Es importante hacer notar que los usos prioritarios, al estar refiriéndose a los usos que son factibles de ser implementados en la zona de estudio tomando en cuenta su situación socioeconómica; debería de determinarse teniendo presente el marco económico y político bien definido en el cual se encuentra inmerso, es decir, debería de tenerse presente, por ejemplo, la ubicación de la zona de estudio dentro del Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México. Sin embargo, esto no se ha llevado a cabo al no contemplar,

La metodología de uso potencial, la evaluación de estos parámetros. Se considera, sin embargo, que es posible dar una aproximación de estos usos, atendiendo por un lado a la capacidad física del terreno e incorporando ciertos aspectos socioeconómicos que actúan como una presión sobre el uso al que se le está destinando. De esta manera, los usos prioritarios están dados bajo dos aspectos importantes:

- 1) Por un lado responden a la capacidad física del terreno y,
- 2) cumplen las demandas actuales, desde un punto de vista socioeconómico.

Así, al ser la zona de estudio una región en donde en los últimos 30 años ha presentado un crecimiento urbano acelerado, principalmente como consecuencia de los flujos migratorios a la que se ha visto sometida y a las condiciones socioeconómicas que los producen, así como al establecimiento de una gran cantidad de industrias; ha traído como principal consecuencia un crecimiento explosivo y descontrolado, puesto en manifiesto por el uso inadecuado del suelo que se le ha dado, en la mayor parte de la región de estudio. Así, resulta claro que la política a seguir debe estar enfocada a frenar dichas acciones, por lo que los usos prioritarios están en concordancia a dicho objetivo. Las bases, entonces, con las cuales se definieron éstos son:

- 1) El crecimiento industrial en la zona de estudio debe de expanderse, en función únicamente de las industrias ya establecidas.
- 2) Un cambio paulatino del uso del suelo, en relación a la zona habitacional ubicada en las faldas de la Sierra de Guadalupe.
- 3) Redensificación de las áreas sin construir en las zonas habitacionales, al sur de la zona de estudio, al considerarse que éstas se encuentran constituyendo áreas subutilizadas.
- 4) Integrar las zonas urbanas comprendidas entre la cabecera municipal de Tecámac y la de Ecatepec, a lo largo de las vialidades primarias existentes.
- 5) Considerar a las zonas comprendidas entre Santa María Chiconautla, la Cabecera municipal de Tecámac y el fraccionamiento Ojo de Agua, zonas rurales o suburbanas.
- 6) Delimitar aquellas zonas de importancia agrícola y de regeneración, para evitar el crecimiento urbano anárquico en ellas.
- 7) Establecer una zona de transición entre la planicie y la región de relieve accidentado.

De esta manera las unidades de mapeo 1 y 4, correspondientes a la planicie, se les ha definido como zonas donde su uso

prioritario es el urbano de mediana densidad, por considerarse áreas actualmente subutilizadas en cuanto a la capacidad instalada de infraestructura, equipamiento y servicios públicos. De esta manera como se explicó, se trata de una política de concentración del crecimiento demográfico hacia estas zonas, evitando que se propicie a otros, que no presentan capacidad física para este tipo de utilización.

Las unidades de mapeo 4 de la planicie, que se encuentra bordeando a la Sierra de Guadalupe, así como la 1, 7 y 8 de la sierra han quedado definidas como zonas con un uso prioritario urbano de baja densidad. La 4, 1 y 8 con la finalidad de formar una zona de amortiguamiento entre la zona urbana de mediana densidad y lo que son los límites de la Sierra que pueden tener otros usos, y el del Distrito de Riego. En el caso, de la unidad 7, con la finalidad de ir descentralizando a esta zona que al estar en una zona tan alta representa un costo extraordinario tener que dotársele de servicios de infraestructura. En este caso se trata una zona no apta para este tipo de utilización que aparte representa una superficie sobreutilizada.

Las unidades de mapeo 5 y 6 de la Sierra de Guadalupe y la 6 del Cerro Chiconautla se les ha definido como zonas donde se puede llevar a cabo un pastoreo extensivo, utilizando la vegetación aprovechable, que además aunque ubicadas cerca

del uso urbano de baja densidad propuesto no presentan las condiciones físicas para extenderlo.

Las unidades de mapeo 2, 3 y 4 de la Sierra de Guadalupe y la 7 del Cerro Chiconautla se les ha definido como zonas donde es necesario preservar y reforestar, para evitar que se siga presentando el fenómeno de erosión en ellas y al ser consideradas importantes áreas de recarga de acuíferos subterráneos.

Por último, se ha propuesto que para la unidad de mapeo 2, correspondiente a la planicie, un uso pecuario intensivo (praderas cultivadas) ya que por su cercanía al Distrito de Riego, es posible ampliar su capacidad instalada ya que actualmente se considera subutilizada; además de que se encuentra ubicada dentro de una región considerada aún rural.

Por esto mismo, las unidades 3 y 4 de la planicie, colindantes a ésta y que no se encuentran dentro del Distrito de Riego se les ha propuesto un desarrollo suburbano o rural, ya que las características del paisaje así como las de su población lo imponen para lograr una integración armónica entre la zona urbana y la rural. Asimismo, la unidad de mapeo 5, del Cerro Chiconautla, al estar representada por suelos de productividad alta, pero en colindancia con esta zona rural, se le ha definido un uso prioritario de agricultura de temporal, ya que al estar distribuidos en pendien

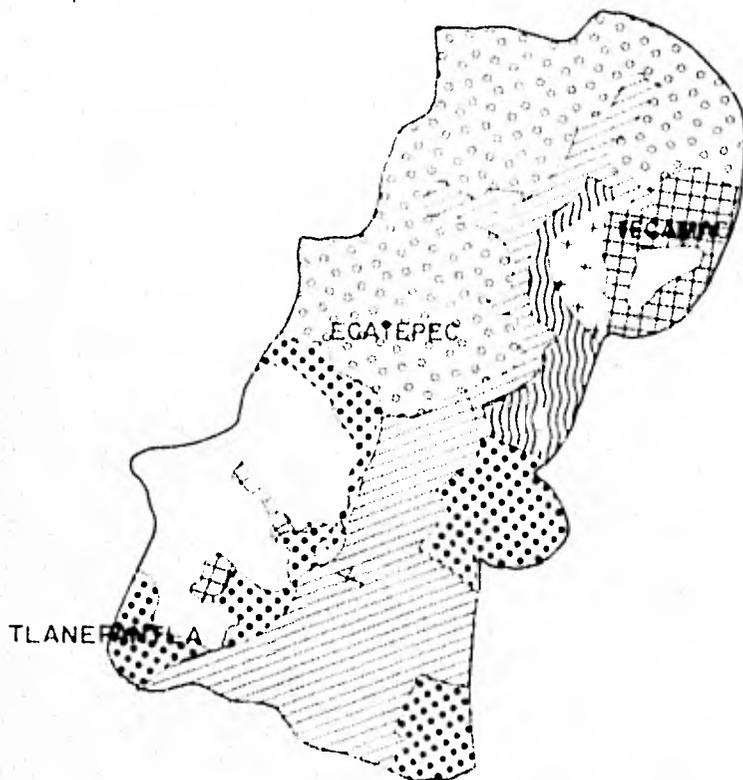
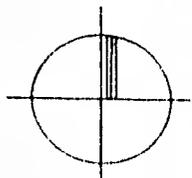
tes ligeras presentan cierto riesgo de erosión cuando se les somete a usos urbanos.

La figura 3.4.6 (a) presenta una esquematización de la zona de estudio, con los usos que se están proponiendo.

#### 3.4.7 Comparación del uso potencial propuesto con el actual

Es evidente que los usos prioritarios definidos tienen como principal finalidad la zonificación y reglamentación del uso del suelo en la zona de estudio; es decir, que han quedado considerados en dos políticas: la primera, referente a intensificar el uso en aquellas áreas actualmente subutilizadas y la segunda, lograr disminuir la intensidad de uso, al que se ha sometido a aquellas áreas cuya capacidad física se encuentra limitada, es decir, evitar la sobreutilización de éstas. Es por esto que al llevar a cabo una comparación de éstos con el uso actual se puede concluir que la zona ha estado siendo sometida a una destrucción y perturbación de su medio físico natural, como consecuencia del uso inadecuado que se le ha dado al suelo, al no considerar su aptitud o potencialidad física. Este uso inadecuado se hace evidente principalmente en:

- 1) Parte de las laderas de la Sierra de Guadalupe, donde el desmonte desmedido para fines agrícolas o urbanos, han originado una erosión severa de su suelo, convirtiéndola



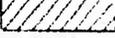
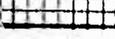
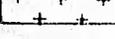
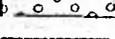
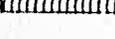
-  Reforestación
-  Uso Urbano de baja densidad
-  Uso Urbano de mediana densidad
-  Pecuario extensivo
-  Agricultura de temporal
-  Agricultura de riego
-  Pecuario intensivo

FIGURA 3.4.6 (a)  
ESQUEMATIZACION DE LOS USOS  
PRIORITARIOS PROPUESTO PARA LA  
ZONA DE ESTUDIO

en una zona sin potencial de uso.

- 2) En la parte superior de la Sierra, donde la tala desmedida de las especies vegetales pertenecientes al bosque de encino (actualmente solo hay vestigios de este tipo de vegetación) para consumo regional, ha provocado la deforestación de ella, dejando suelos poco fértiles sin posibilidades de uso.
- 3) En las zonas donde se presenta el pastizal natural, representado por especies saladas, donde la urbanización progresiva ha provocado la disminución considerable de este tipo de vegetación, el cual se considera el principal retenedor de este suelo, y que su extensión contribuirá aún más a la existencia de un ambiente más desértico que en el que actualmente nos encontramos.
- 4) En las áreas agrícolas que por el hecho de encontrarse subutilizadas contribuyen al hecho de que paulatinamente se les estén incorporando a usos urbanos.

Con lo expuesto anteriormente resulta claro que el medio físico natural de la zona de estudio se ha visto alterado como consecuencia de la presión que sobre su suelo se ha hecho en la necesidad actual que existe de expandir sus áreas urbanas, por los factores socioeconómicos previamente descritos. Así, esta expansión no planificada ha ido inva-

diendo zonas de aptitud agrícola y forestal, provocando en el primer caso la subutilización del suelo y la pérdida total de su potencial de uso, en el segundo.

- . Como ya se ha expresado, el uso actual del suelo responde, en primera instancia a las necesidades socioeconómicas de una región, estando la capacidad física del terreno, relegada a un segundo término. Es más, en la zona de estudio se puede observar que éstas, en algunas áreas, ni siquiera se han tomado en consideración. Esto se considera contraproducente, ya que al no tomar en consideración las cualidades del suelo, es necesario luego reubicar los diferentes tipos de utilización, o bien, llevar a cabo costos extraordinarios para lograr que dichos usos puedan permanecer en dichas áreas.

4. CONSIDERACIONES TOMADAS PARA  
LA SELECCION DEL SITIO DONDE  
SE APLICARON LAS METODOLOGIAS  
PROPUESTAS

En este apartado se pretende incorporar una discusión acerca de la razón por la cual se decidió tomar como ejemplo práctico a la zona suroriental de la Cuenca del Valle de México. En primera instancia, es conveniente hacer notar que la principal finalidad de incorporar un ejemplo práctico es el de mostrar la funcionalidad de las metodologías propuestas; ya que de otra manera hubieran quedado tan solo como un marco teórico. Si bien es cierto que para esta finalidad cualquier región pudo haber sido empleada para este análisis; existía otra razón que era la de incorporar el conocimiento que sobre el uso del suelo se tiene, utilizando bases ecológicas, en una zona donde se manifestara la problemática ambiental de la cual adolece la Cuenca del Valle de México.

Así, como se ha expresado a lo largo de este trabajo, la cuenca que nos ocupa ha manifestado esta problemática con una creciente contaminación y progresivo agotamiento de sus recursos naturales, como consecuencia del acelerado desarrollo urbano e industrial que en los últimos 30 años se ha generado; por lo que la zona de estudio se consideró una región representativa donde dichos problemas se manifiestan.

Además, siendo una problemática común dentro de la planeación, el conflicto que se genera por la competencia espacial entre los usos urbanos y los agropecuarios; la zona elegida y la Cuenca del Valle de México en general, son un buen ejemplo de esto, y nos permite contribuir al planteamiento de soluciones ecológicas, las cuales, dentro del marco estructural de la planeación del uso del suelo generalmente no se toman en cuenta.

## 5. CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo desarrollado, se ha intentado demostrar lo funcional que es utilizar una metodología de regionalización fisiográfica, que sirva como marco de referencia en los sistemas de evaluación de tierras; ya que mediante el establecimiento de unidades, (que pueden representar desde ecosistemas o comunidades hasta poblaciones naturales dependiendo de la escala utilizada) permite que en la planeación del uso del suelo éstas puedan ser utilizadas para llevar a cabo un análisis ordenado que evita, además, excesivas generalidades.

- . La metodología de uso potencial del suelo, al estar evaluando regiones naturales, -homogéneas en cuanto a sus características físicas y biológicas- debe, para cumplir su cometido, incorporar criterios que le permitan evaluar la gama de alternativas de uso del suelo que contemplan las diferentes actividades productivas que es posible establecer dentro del ámbito nacional.
- . El sistema de evaluación propuesto tiene, evidentemente, un alcance general referido a una escala nacional y regional; pero que sin embargo se considera una herramienta importante cuando se pretende llevar a cabo análisis más precisos, a nivel local o de comunidad.

- . El procedimiento de sobreposición cartográfica utilizado en este trabajo ha demostrado ser de gran utilidad en la evaluación de uso potencial del suelo, ya que permite obtener la información de campo que, en otras circunstancias, tomaría demasiado tiempo, lo cual haría inoperante el proceso; dado que en la mayoría de los casos de este tipo de evaluaciones requieren de soluciones urgentes.
- . La evaluación de uso potencial del suelo, al ser su última finalidad determinar una gama de alternativas de uso; requiere para seleccionar el conveniente, considerar criterios socioeconómicos que debido al alcance limitado de este trabajo no han podido ser incluidos.
- . De lo dicho anteriormente, se hace evidente, que la planeación del uso del suelo, exige de la integración de las diversas disciplinas involucradas (agronomía, ecología, geología, geografía, etc.) si se quiere lograr que este tipo de evaluaciones puedan verdaderamente aportar soluciones congruentes con las necesidades del país.
- . Las metodologías de uso potencial del suelo presentan la urgente necesidad de ser apoyadas por inventarios de alcance regional, que proporcionen información integrada de diferentes características naturales de los ecosistemas, como sería el hecho de presentar la relación que existe entre el suelo, clima y vegetación dentro de éstos; como contar con un tipo de clasificación de suelos cuya información relacionara, de manera interpretativa, la información

geológica con las características edáficas de los grupos de suelo que se tienen en el país.

- . Durante el desarrollo del ejemplo práctico, se pudo comprobar que el grado de especificidad con el que se pueden conocer las características ambientales de una región determinada, es directamente proporcional a la escala a que dicha información viene reportada.
- . Depende de la región de estudio con la que se esté trabajando, que en ella sea posible observar la íntima relación entre los factores ambientales: formas terrestres en relación al clima e hidrología, distribución edáfica y tipos de vegetación; no pudiendo, entonces, inferir habitats-tipo cuando existe alteración alguna de estos factores.
- . En la región de estudio, se pudo observar una diversidad mayor en los tipos de utilización a implementar en la zona montañosa que en la planicie; debido en parte a que se ha visto que a cualquier cambio de relieve se espera un cambio edáfico y de vegetación. Esto, sin embargo, pudo suceder también porque la región de planicie ha sido alterada en mayor proporción, reduciendo así los tipos de utilización a implementar.
- . Si bien la evaluación potencial de una zona no es capaz de determinar, en un momento dado, el tipo de utilización más factible, ésta sí aporta la información necesaria para tal decisión.

- . Al llevar a cabo la comparación entre los usos prioritarios definidos y los actuales en la zona de estudio, se puede observar que en la mayoría de los casos no corresponden, por lo cual se ha concluido que en la determinación del uso del suelo no se incorpora el conocimiento físico del terreno como se debiera.
- . Las metodologías propuestas pueden aplicarse a otro tipo de zonas, con problemáticas diversas en cuanto al aprovechamiento de sus recursos y en las cuales, la metodología puede funcionar con mayor eficacia, sobre todo si se aplica en zonas cuyas características ambientales no estén tan severamente alteradas; sin embargo, este trabajo aborda un problema no menos real y tal vez más frecuente en un país como el nuestro, en vías de desarrollo.
- . Aunque de manera general, se puede decir que el presente trabajo es una aportación a la planeación del uso del suelo, al presentar alternativas de uso que son posibles de considerar en las diversas actividades productivas. En México, este tipo de trabajos tan solo se han desarrollado a nivel local, o bien tomando actividades productivas específicas, así como aportaciones metodológicas que siguen lineamientos de metas definidas: autosuficiencia alimentaria, incremento de la producción forestal nacional, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, W. 1965. *Suelos de Apdo, Gámeses, Morfología y Clasificación*. Serie de Investigaciones No. 6. Col. de Postgraduados, UACH, Mexico.
- Anaya Lang, A.O. 1962. *Estudio sobre las relaciones del suelo y algunos factores climáticos en seis sitios del declive occidental del Izamalhuatl*. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Bassols Batalla, A. 1972. *México: Formación de Regiones Económicas*. UNAM.
- Bailey, R.G. 1976. *Ecoregions of the United States*. (Map.) USDA, For. Serv., Intermountain Region, Ogden, Utah.
- Bailey, G.R., Henderson, A.J., Frister, D.P., 1976. *Nature of land and Resource Classification*. Journal of Forestry, October pp. 650-655.
- Barrera, A. 1962. *La Península de Yucatán como Provincia Biótica*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, sección de Graduados. Revista de la Soc. Mex. de Hist. Nat. tomo XXIII.
- Beek, K.J., Bennema, J. 1973. *Evaluación de las tierras para la Planificación Agrícola*. Bol. Lat. de Fom. de Suelos y Aguas No. 3.
- Bennema, J. 1972. *Evaluación de Tierras para Zonas Rurales*. Consulta de Expertos. Wageningen. P. Bajos. Boletín Latinoamericano sobre Fom. de Suelos y Aguas No. 4.
- Bertrand, G. 1972. *La Géographie physique contre nature?* CIMA, ERA, 427, CNRS: Institut de Géographie, Toulouse. pp. 77-96.
- Boulding, Kenneth, E., 1966. *Environmental Quality in a Growing Economy. Resources for the future*. Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Caballero, R.J. 1978. *Estudio Botánico y Ecológico de la Región del Río Ixpawapa, Uxatexuz*. El uso agrícola de la selva. BIOTICA, Vol. 3 No. 2 Xalapa, Ver.

Centro Regional Tropical Puyacatengo. 1977. *Los sistemas agrícolas en la región lacandona*. Edición Provisional. Ieapa, Tab., Méx., (UACH).

CERUR. 1976. *Líneas de método metodológicos para la Elaboración de Planes de Desarrollo Urbano para Ciudades pequeñas y medianas con base a la Teoría de Umbrales*.

Clisby, R.H. y P.B. Sears. 1955. *Palinología en Southern North America III. Microfossil profiles under Mexico City correlated with sedimentary profiles*. Bull. Geol. Soc. Amer. 66: SU-520, USA.

Clements, F.E., and U.E. Snelford. 1939. *Bioecology*. John Wiley, New York, 425 p.

Corliss, J. C. *Ecoclass. A method for classifying Ecosystems*. Foresters in Land-use Planning. Proc. 1973. Nat. Conservation Soc. Am. For., Washington, D.C. 264-271 p.

Cotner, M.L. 1976. *Land Use Policy and Agriculture: A national perspective*. USDA ERS - 630, July.

Cotner, M.L. Skold, M.D. and Krause, O. 1975. *Farmland will there be enough?* USDA ERS - 584.

Cuanalo de la Cerda, H. Ponce Hdez., R. 1979. *Agrohabitat y Agrosistema*. II Seminario de Análisis de los Agrosistemas de México. Colegio de Postgraduados. UACH.

Crosson, P. 1977. *Implications for land use in the United States of Demand for food and fiber*. Paper presented at the National Symposium on Land Use. Omaha, Nebraska, 21-24 Marc.

Crowley, J.H. 1967. *Biogeografía*. Com. Geog. 11: 312-326.

Dassmann, R.F., 1972. *Towards a System for Classification Natural Regions of the World and their representation by the National Parks and Reserves*. Biol. Conserv. 4: 247-255.

Davis, L.S. and Henderson, J.A. 1976. *Ecosim a Classification and Information System for Management of Wildland Ecosystems: The conceptual framework*. Utah State Univ., Logan. 55 p.

Departamento del Distrito Federal (DDF) 1975. *Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal; Descripción de la Cuenca del Valle de Mexico*. Tomo I. México.

DETENAL. 1980. *Marco Fisiográfico de la República Mexicana*. Departamento de Edafología. Oficina de Fisiografía. Mapa inédito.

DETENAL. 1980. *Sistema de Clasificación y Levantamiento Histográfico*. Oficina de Edafología. Departamento de Edafología. Publicación inédita.

DETENAL. 1980. *Sistema de Evaluación de Tierras para la Cartografía del Uso Potencial de las Tierras*. Oficina de Agrología. Depto. Uso Potencial. México.

Dice, L.R., 1943. *The Biotic Provinces of North America*. University of Michigan Press, Ann Arbor. 77 pp.

Dickinson, R.E. 1956. *City, Region and Regionalism*. Routledge and Regan Paul, London, p. 7.

Duch, Gary, J. 1980. *Proposiciones metodológicas para la Determinación del Potencial de Uso Agrícola de las Tierras*. Seminario sobre Producción Agrícola en Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH).

Edington, H.J. y Edington, H.A. 1977. *Ecology and Environmental Planning* Chapman and Hall. London.

Fenneman, H.H. 1928. *Physiographic Division of the United States*. Ann Assoc. Am. Geogr. 18: 261-353.

Forest Service U.S. 1977. *Silvicultural Activities and non-point pollution abatement. A Cost Effectiveness analysis procedure*. Dept. of Agric. Of. of Research and Development. U.S. Environment protection agency.

García, E. 1964. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppe*n (para adaptarlo a las Condiciones de la Rep. Mex.) Pub. Inst. Geogr. Mex. 1: 171-191 Offset Larios, México, D. F.

Godfrey, E.A. 1977. *A Physiographic Approach to Land Use Planning*. Askley. National Forest. Vernal, Utah. B4078.

Grupo de Estudios Ambientales, A.C. 1979. *Manual Metodológico para el Estudio de una Región*. México 21, D. F.

Goodman, G.T. y Chadwick, H.J. 1975. *The ecology of Resource Degradation and Renewal*. Brit. Ecol. Soc. Symp. 15, Blackwell, Oxford.

Hammond, A.R., Macinko, G. y Fairchild, B.W. 1978. *Sourcebook on the Environment*. The University of Chicago Press. Chicago.

Hernández, X. et. al. 1978. *Sistemas primarios de producción agrícola: Características ecológicas, Tecnológicas y Socioeconómicas y consideraciones preliminares para su clasificación*. Seminarios Regionales sobre Agro-sistemas con énfasis en el estudio de Tecnología Agrícola Tradicional. C.S.A.T. H. Cárdenas. Tab.

Hinckley, D.A. 1976. *Applied Ecology. A nontechnical Approach*. Macmillan Publishing Co. Inc. USA.

Hutnick, R.V. and Davis, G.M. 1973. *Ecology and Reclamation of Devastated Land*. 2 vols. Gordon and Breach, N.Y.

INIF. *Un intento de clasificación de suelos para uso forestal en la Península de Yucatán*. Publicación inédita.

Jacobs, J. 1976. *Diversity, stability and maturity in Ecosystems influenced by human activities*. Unifying concepts in Ecology. Junk BV Publishers. The Hague. The Netherlands.

Jáuregui, O.E. 1965. *Resociación y bioclima del valle de México*. Instituto de Geografía. I: 99-123. México.

Klingebiel y Montgomery. 1967. *Land Capability Classification*. Handbook 210 USDA.

Krishnamurthy, L., Garcia, E.R., Gliessman, R.S. 1978. *El impacto del Hombre al cambiar las Propiedades Funcionales. Los Agroecosistemas Tradicionales y modernos*. Seminarios Regionales sobre Agroecosistemas con énfasis en el Estudio de Tecnología Agrícola Tradicional. C.S.A.T. H. Cárdenas, Tab.

Lacate, O.J. 1969. *Guidelines for Bio-physical Land classification of forest lands and associated woodlands*. Can. For. Serv. 1264, Ottawa. 61 p.

Lacate, D.S. and Romaine, M.J. 1978. *Canada's Land Capability Inventory Program*. Journal of Forestry: October pp. 669-671.

Macías, C. J. 1971. *Possibilidades de uso agropecuario de los Terrenos del Ex-Lago de Texcoco*. Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México.

Madrigal Sanchez, J. 1967. *Contribución al conocimiento de la Ecología de los bosques de oyamec en el valle de México*. INIF. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Bol. Tec. No. 12.

Melo Gallegos, C. 1975. *Desarrollo de los Parques Nacionales Mexicanos*. Dirección General de Planificación. Departamento del Distrito Federal.

Miranda, F. 1973. *Comentario*, In: *Mesas Redondas sobre problemas del valle de México*. Edic. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México, D.F. pp. 189-199.

Martin, G.G., Sancholuz, A.L. 1980. *Planificación ecológica del uso de la Tierra y Evaluación de la Capacidad de Sustentación en la Región Xalapa*. INIREB. Xalapa, Ver.

Mc Harg, I. 1969. *Design with Nature*. Natural History Press, Garden City, N.Y.

- Miranda F. y Hernández, X.E. 1963. *Los tipos de vegetación de México y su clasificación.* Bol. Soc. Bot. 28: 29-179 México.
- Mooser, F. 1961. *Informe sobre la Geología de la Cuenca del Valle de México y zonas colindantes.* Sría. de Recursos Hidráulicos. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.
- National Resources Planning Board. 1941. *Land Classification in the United States.* U.S. Gov. Print. OFF. Washington, D.C.
- Nelson, D.V., Harris, G.A. y Hamilton, T.E. 1978. *Land and Resource Classification-Who cares?* Journal of Forestry. October pp 644-646.
- Odum, E.P. 1972. *Ecología.* Nueva Editorial Interamericana, México.
- Urdoñez, E. 1941. *Las Provincias fisiográficas de México.* Rev. Geografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Tomo I No. 2 y 3. México.
- Pianka, E.R. 1978. *Evolutionary Ecology.* Harper and Row, Publishers, N.P. pp. 41-42.
- Prothin, A. 1968. *El concepto de Región en sus relaciones con la Planificación Territorial.* Revista Mexicana de Sociología. Vol. XX No. 3 Méx.
- Raisz, E. 1964. *Landforms of México.* Rama de Geografía de la Oficina de Recursos Navales. Segunda edición corregida. Cambridge, Mass. (mapa).
- Reiche, C. 1926. *Hora Excursionaria en el Valle de México.* Talleres Gráficos de la Nación. México, D.F. 303 pp.
- Ryszkowski, L. 1974. *Ecological effects of intensive agriculture.* Warsaw Polish Scientific Poland.
- Rzedowski, J. 1954. *vegetación del Pedregal de San Angel.* An. Esc. Nac. Ciencias Biol. Méx. 8:59-129. 1957. *Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del Lago de Texcoco.* Bol. Soc. Bot. Mex. 21: 19-33.
- Rzedowski, J. 1976. *Vegetación de México.* Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México, D. F.
- Rzedowski, J. 1974. *Cartografía de los principales tipos de vegetación de la mitad septentrional del valle de México.* Anales de la Esc. Nal. de Ciencias Biológicas. IPN. Vol. 13 Núm. 1-4.
- Ruhe, V.H. 1975. *Geomorphology.* Houghton Mifflin Co.

- SAHUP. 1978. *Desarrollo Urbano. Aplicación de la Teoría de los Umbrales para evaluar estrategias de Desarrollo Urbano.* Subsecretaría de Asentamientos Humanos Dirección General de Centros de Población, México.
- Sánchez, O. 1969. *La Flora del Valle de México.* Editorial Herrera, México, D.F. 519 pp.
- SARH. 1979. *Bosques y Fauna.* Órgano Oficial de la Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Departamento de Divulgación Forestal. No. 4. Oct-Dic. México.
- Sarukhán, J. 1968. *Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálida húmeda de México.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y F.A.O. México.
- Sterling, B. 1977. *Land-The Far Horizon* Amer. J. Agr. Econ. December: pp. 1037-1044.
- Stern, C. 1966. *Las regiones de México y sus Niveles de Desarrollo Socio-económico.* Tesis UNAM.
- Tamayo, L. 1941. *Morfología de la República Mexicana y División Regional de la misma.* REV. Geográfica del Instituto Mexicano de Geografía e Historia. Tomo I. No. 2-3 México.
- Thornwaite, C.W. 1931. *The climates of North America according to a new Classification.* Geog. Rev. 21: 633-655.
- Toledo, V.M. et. al. 1978. *El uso múltiple de la selva baja basado en el conocimiento tradicional.* Estudio Botánico y Ecológico de la Región del Río Uxpanapa, Veracruz. No. 7 BIOTICA. Vol. 3 No. 2 Xalapa, Ver. Méx.
- Toledo, V.M. 1980. *La Ecología del medio campesino de Producción.* Rev. Antropología y Marxismo. No. 3 Abril-Septiembre. México.
- Iricart, J. 1975. *Usages des terres, ressources ou contraintes et développement rural.* Am. de Géogr. LXXXII.
- Turrent, F.A. 1976. *Escritos sobre la Metodología de la Investigación en Productividad de Agroecosistemas.* Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. UACH.
- Udvardy, M.D.F. 1975. *A Classification of the biogeographical Provinces of the World.* International Union for Conserv. of Natural Resources. Morges, Switzerland. IUCN. OC CAS. pap. 18.
- Valdeéz, F.A. 1981. *Algunos aspectos de la Ganadería en México.* Rev. Geog. Agric. Julio. México.

Vivó, A.J. 1953. *Geografía de México*. Fondo de Cultura Económica.  
480 pp.

Wertz, W.A., Arnold, J.F. 1972. *Land System Inventory*. USDA. For.  
Service. Intermountain Region, Ogden, Utah. 12 p.

7. ANEXO DE PLANOS





# CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

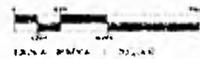
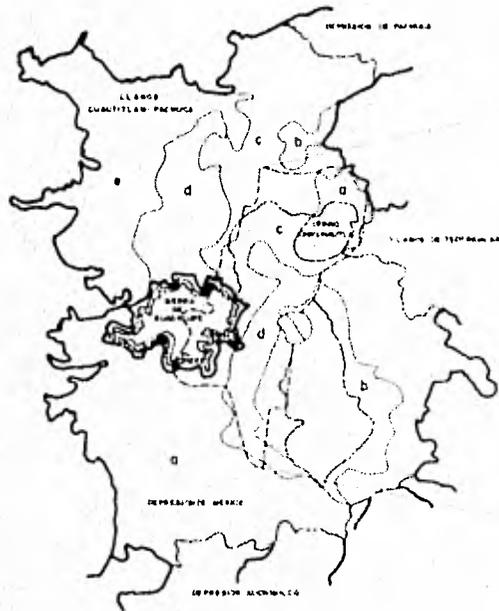
TOPOFORMAS DE LA PLANICIE CENTRAL Y SIERRA DE GUADALUPE QUE CONTIENEN LA ZONA DE ESTUDIO

3

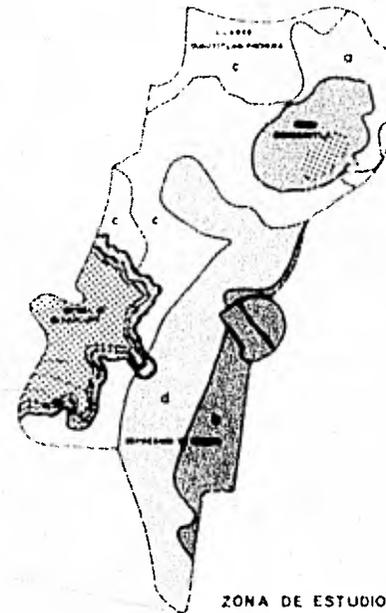
REGIONALIZACION FISIOGRAFICA

## SIMBOLOGIA

-  LIMITE DE LOS MATERAS DE TOPOFORMAS CORRESPONDIENTES A LA PLANICIE CENTRAL Y SIERRA DE GUADALUPE
-  LIMITE DE TOPOFORMAS CORRESPONDIENTES A LOS LLANOS CUAUTITLAN-PANUCA, SIERRA DE TETIPACAN, LLANO DE TETIPACAN Y LDO DE LA SIERRA DE GUADALUPE
-  ELEMENTOS TOPOGRAFICOS CORRESPONDIENTES A LOS LLANOS CUAUTITLAN-PANUCA, SIERRA DE TETIPACAN Y LA DEPRESION MEXICA
-  LIMITE DE LA ZONA DE ESTUDIO



Esta carta  
fue elaborada  
por el autor



METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA EVALUACION DEL USO POTENCIAL DEL SUELO

EXAMEN PROFESIONAL FACULTAD DE CIENCIAS U.N.A.M.

ALUMNA: FLORA MARIA GARCIA VARRAS

ASISTENTE:

DR. DANIELA GARCIA VARRAS

DR. DANIELA GARCIA VARRAS

DR. DANIELA GARCIA VARRAS



## SIMBOLOGIA

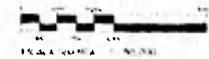
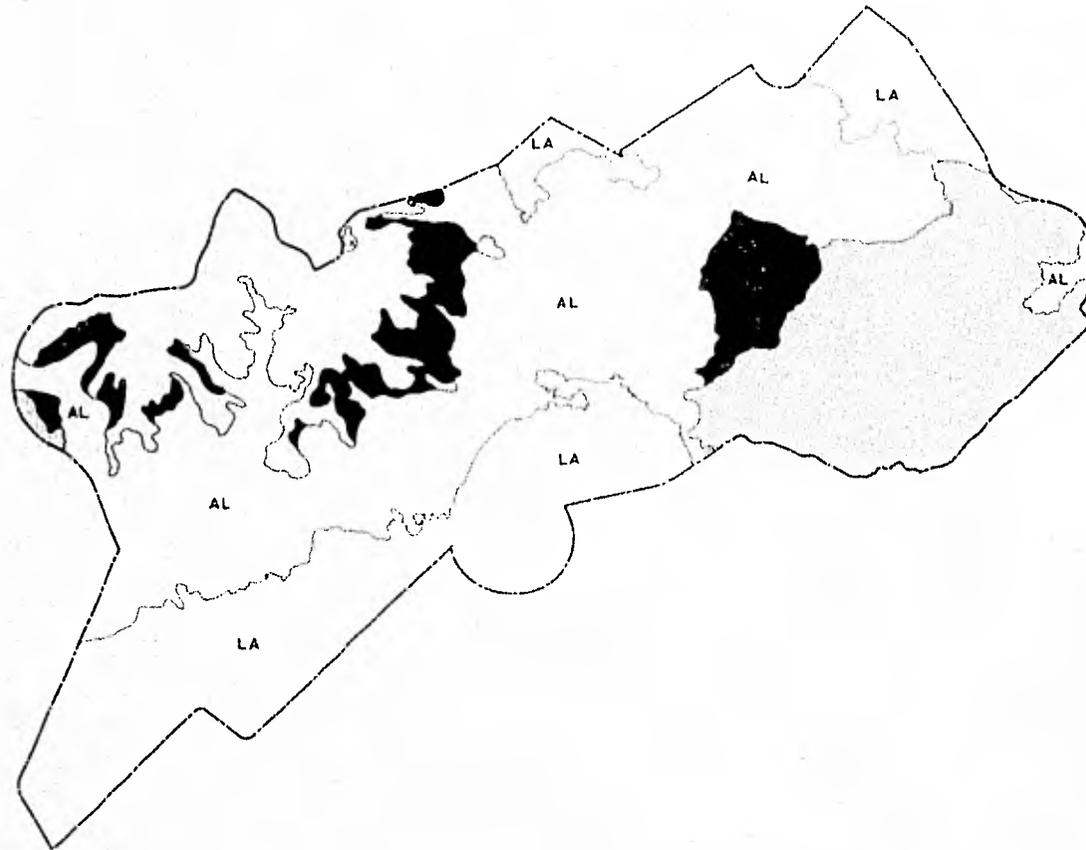
 BRECHA VOLCANICA

 ANDESITAS Y TOBAS

 ANDESITAS

 ALUVIAL

 LAGUNAR



METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA  
EVALUACION DEL USO POTENCIAL DEL SUELO

EXAMEN PROFESIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS UNAM

ALUMNA:  
FLORES MARIA GARCIA VILLAR

PROFESOR:

BIOL. MONICA VIZCAINO COOK

M.Sc. VICTOR MANUEL TOLEDO BARRIZ

# CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

HIDROLOGIA Y  
CLIMATOLOGIA

3

DESCRIPCION DEL  
MEDIO AMBIENTE

## SIMBOLOGIA

 LIMITE DE LA ZONA DE ESTUDIO

 LIMITE SIERRA DE GUADALUPE

 LIMITE CERRO CHICONAUTLA Y  
CERRO ZACATECO

 ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES

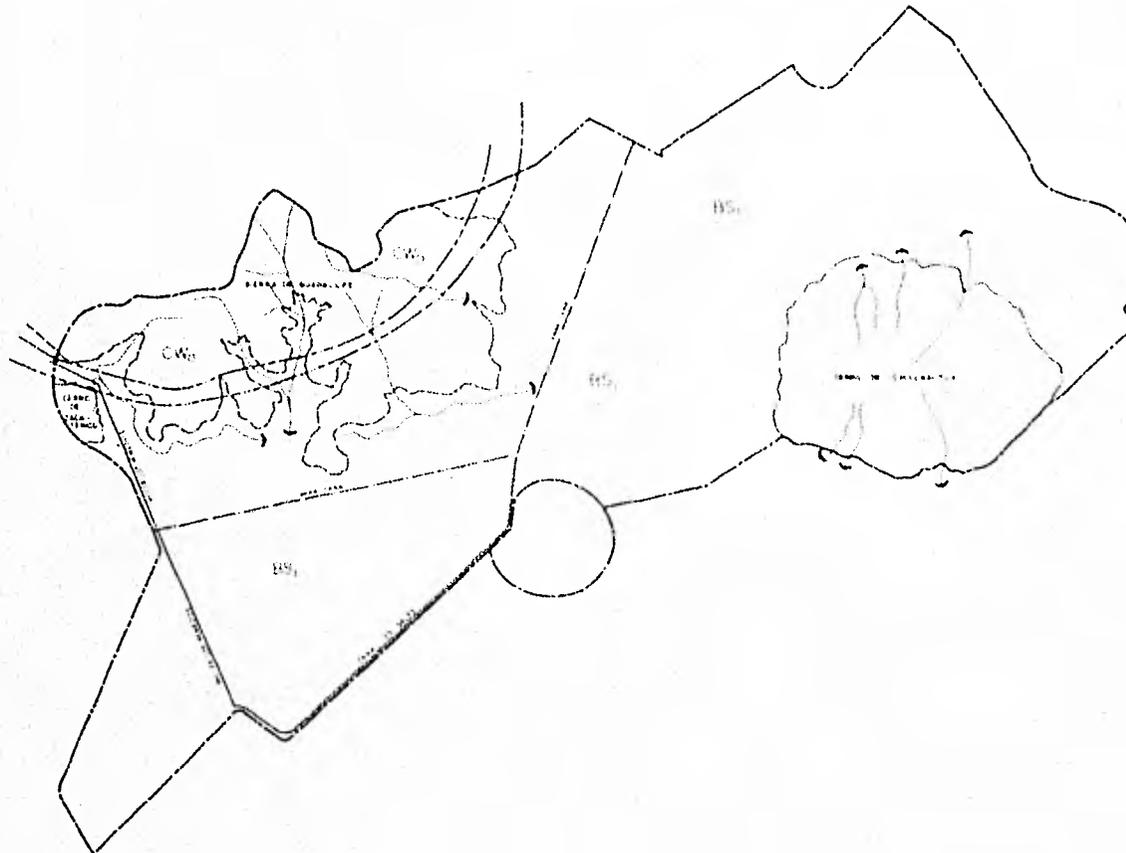
 ISOIETA 1500 m

 ISOTERMA 7°C

TIPUS CLIMATICOS

CM<sub>2</sub> TEMPLADO SUBHUMEDO

BS SECO ESTEPARIO



METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA  
EVALUACION DEL USO POTENCIAL DEL SUELO

EXAMEN PROFESIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS UNAM

MAPA  
FLORA MARÍA GABTA VARGAS

MAQUETA  
DISEÑO: MÓNICA VIZCAINO COOR.  
DISEÑO: VÍCTOR MARQUEL TOLEDO MARQUEL

# CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

EDAFOLOGIA

4

DESCRIPCION DEL  
MEDIO AMBIENTE

## SIMBOLOGIA

### UNIDADES EDAFOLOGICAS

Z<sub>1</sub> - SOLONCHAS ORTICO  
Z<sub>2</sub> - SOLONCHAS SALINCO  
Z<sub>3</sub> - SOLONCHAS SULFICO  
M<sub>1</sub> - PROSOLO CALCARICO  
M<sub>2</sub> - PROSOLO SALINCO  
M<sub>3</sub> - CAMBISOL EUCRICO  
M<sub>4</sub> - CAMBISOL SUTRICO  
L - LITOSOL

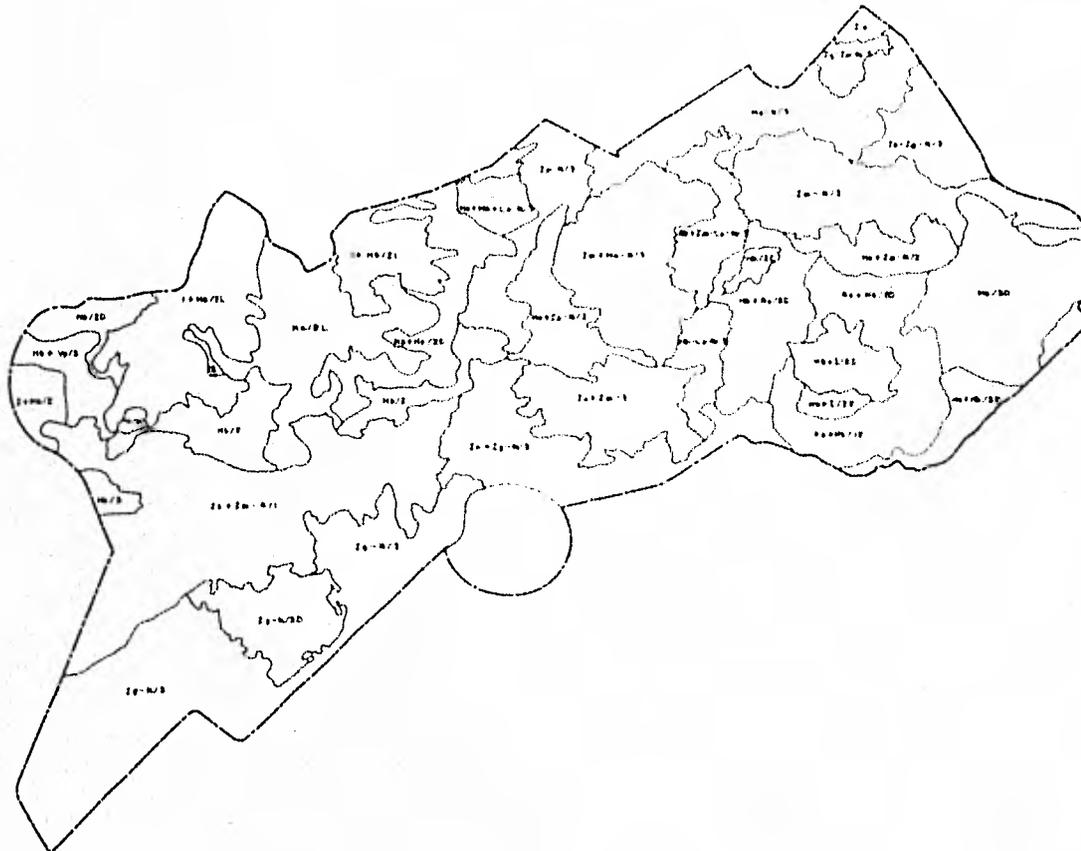
### CLASES TEXTURALES

1 - ARENERA  
2 - ARENA  
3 - FINA

M - FASE BODICA  
E - FASE SALINA

### FABES FIBICAS

S - BURICA  
L - LIFICO



METODOLOGIA PROPUESTA PARA  
EVALUACION DEL USO POTENCIAL DEL SUELO

EXAMEN PROFESIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS U.N.A.M.

FLORA MARIA GABRIEL MORALES

BOGUCHA

BOL. BOBICA VIZCARRA COBE

BOG. C. VICTOR MARQUEZ TOLEDO BOGUCHA

# CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

RELIEVE DE LA  
ZONA DE ESTUDIO

5

DESCRIPCION DEL  
MEDIO AMBIENTE

## SIMBOLOGIA

### PARAMETROS DE PENDIENTES

**a** MENOS DE 1 %

**b** DE 1 A 5 %

**c** DE 5 A 10 %

**d** DE 10 A 20 %

**e** DE 20 A 35 %

**f** DE 35 A 50 %

**g** MAS DE 50 %

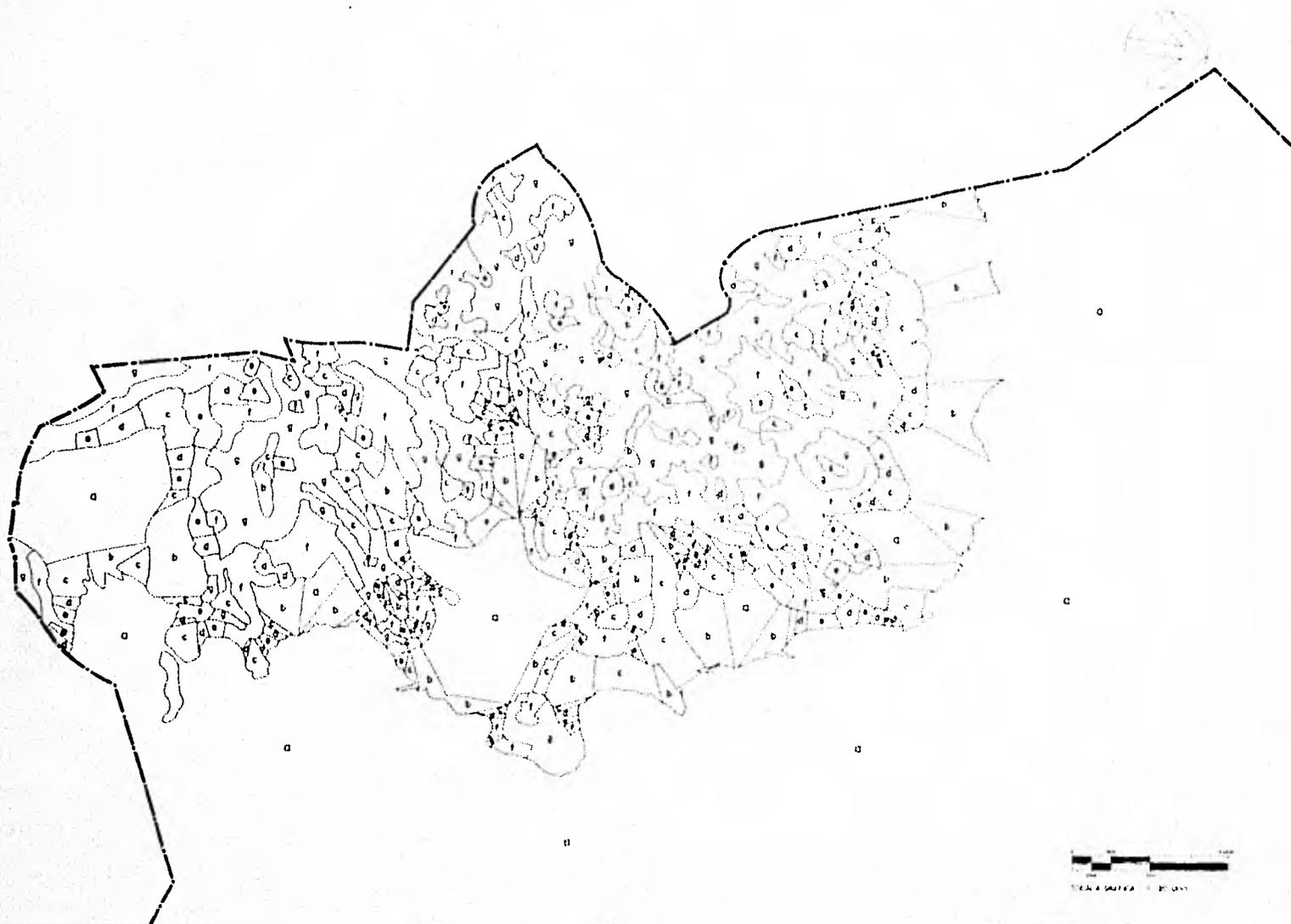
METODICA PROPUESTA PARA LA  
EVALUACION DEL USO POTENCIAL DEL SUELO

EXAMEN PROFESIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS UNAM

ALUMNA  
FLORA MARIA BARRERA MORALES

PROFESOR  
DRO. RUBEN VICARIO COO.

MAPA C. VICTOR MANUEL TOLEDO MARRERO



# CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

USO ACTUAL  
DEL SUELO

6

DESCRIPCION DEL  
MEDIO AMBIENTE

## SIMBOLOGIA



USO INDUSTRIAL

AGRICULTURA DE TEMPORAL

AGRICULTURA DE SIEMBRA

RESERVA DE CUERPOS

AGRICULTURA DE TEMPORAL  
Y PASTOREO INTENSIVO

USO URBANO DE ALTA Y MEDIA  
DENSIDAD

ECOSISTEMA DIFERENCIAL DE ESCALONADO Y SIEMBRA

AREA EN PROCESO DE DESMONTES

USO URBANO DE BAJA DENSIDAD

VEGETACION HALOFITA

METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA  
EVALUACION DEL USO POTENCIAL DEL SUELO

EXAMEN PROFESIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS U.N.A.M.

ALUMNO:  
FLORA MARIA GARCIA BARROSO

PROFESOR:  
BIOL. MONICA VIZCAINO COOK  
MAG. C. VICTOR MANUEL TOLEDO HERRERA

# CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

USO POTENCIAL DEL SUELO  
EN LA ZONA DE ESTUDIO

1

USO POTENCIAL

## SIMBOLOGIA

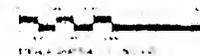
### TIPOS DE UTILIZACION

- A<sub>1</sub> - AGRICULTURA MECANIZADA CONTINUA
- A<sub>2</sub> - AGRICULTURA DE TRACCION ANIMAL CONTINUA
- A<sub>3</sub> - AGRICULTURA MECANIZADA O TRACCION ANIMAL ESTACIONAL
- A<sub>4</sub> - AGRICULTURA MANUAL CONTINUA
- A<sub>5</sub> - AGRICULTURA MANUAL ESTACIONAL
- P<sub>1</sub> - PRAERAS CULTIVADAS
- P<sub>2</sub> - VEGETACION NATURAL DE PASTIZAL
- P<sub>3</sub> - VEGETACION NATURAL DEPERENTE O PASTIZAL
- U<sub>1</sub> - URBANO DE ALTA DENSIDAD
- U<sub>2</sub> - URBANO DE MEDIANA DENSIDAD
- U<sub>3</sub> - URBANO DE BAJA DENSIDAD
- I - INDUSTRIAL
- R - RURAL



### EVALUACION POTENCIAL

TIPO DE SUELO	USO POTENCIAL	USO POTENCIAL
1	2	3
2	3	4
3	4	5
4	5	6
5	6	7
6	7	8
7	8	9
8	9	10
9	10	11
10	11	12
11	12	13
12	13	14
13	14	15
14	15	16
15	16	17
16	17	18
17	18	19
18	19	20
19	20	21
20	21	22
21	22	23
22	23	24
23	24	25
24	25	26
25	26	27
26	27	28
27	28	29
28	29	30
29	30	31
30	31	32
31	32	33
32	33	34
33	34	35
34	35	36
35	36	37
36	37	38
37	38	39
38	39	40
39	40	41
40	41	42
41	42	43
42	43	44
43	44	45
44	45	46
45	46	47
46	47	48
47	48	49
48	49	50
49	50	51
50	51	52
51	52	53
52	53	54
53	54	55
54	55	56
55	56	57
56	57	58
57	58	59
58	59	60
59	60	61
60	61	62
61	62	63
62	63	64
63	64	65
64	65	66
65	66	67
66	67	68
67	68	69
68	69	70
69	70	71
70	71	72
71	72	73
72	73	74
73	74	75
74	75	76
75	76	77
76	77	78
77	78	79
78	79	80
79	80	81
80	81	82
81	82	83
82	83	84
83	84	85
84	85	86
85	86	87
86	87	88
87	88	89
88	89	90
89	90	91
90	91	92
91	92	93
92	93	94
93	94	95
94	95	96
95	96	97
96	97	98
97	98	99
98	99	100



METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA  
EVALUACION DEL USO POTENCIAL DEL SUELO

EXAMEN PROFESIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS UNAM

ALUMNA:  
FLORA MARIA BARZA VERDAS

ASISTENTE:  
RAUL MONICA VIZCAINO COOK

MAESTRO:  
MARC VICTOR MANUEL TOLIBO MARQUEZ