



33A
2c1

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán

"Análisis y Alternativas de Restauración Ecológica
para áreas con Degradación Ambiental por
Desertificación y Erosión en Tlaxcala"

T E S I S

Que para Obtener el Título de:

INGENIERA AGRICOLA

P r e s e n t a

ADRIANA PINEDA VELAZQUEZ

Asesor: Biol. Héctor Alejandro Martínez Flores.

Coasesor: Biol. Armando Lugo Sotelo.

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 1990.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

INDICE GENERAL

	PÁGS.
I. INTRODUCCION	
1. ORIGEN DEL ESTUDIO	1
2. IMPORTANCIA	2
3. PROCEDIMIENTO	3
4. LIMITACIONES	4
5. PLAN DE EXPOSICIÓN	
II. EL PROBLEMA	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
2. OBJETIVOS	9
3. SUPUESTO E HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	
4. MARCO TEORICO	11
4.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	
4.2 ANTECEDENTES DE INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE ECOLÓGICA EN EL ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL.	18
4.3 EL PROBLEMA DE DESERTIFICACIÓN Y EROSIÓN EN EL MARCO DE LA METODOLOGÍA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.	26
4.4 DEFINICIONES Y CONCEPTOS	29
4.4.1 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	
4.4.2 DESERTIFICACIÓN	30
4.4.3 DEFINICIÓN DEL SUELO	31
4.4.4 EVOLUCIÓN DEL SUELO COMO RECURSO NATURAL	
4.4.5 CONCEPTO DE EROSIÓN Y CLASES	33
4.4.6 CAUSAS Y EFECTOS AMBIENTALES DE LA EROSIÓN	35
4.4.7 CLASIFICACIÓN DEL FENÓMENO DE LA EROSIÓN	36
4.4.8 LÍMITES DE TOLERANCIA PARA PÉRDIDA DEL SUELOS	39
4.4.9 TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN DE SUELOS UTILIZADAS EN EL PAÍS.	40

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

43

1. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE	
1.1 LOCALIZACIÓN	
1.2 ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	45
1.2.1 GEOLOGÍA	
1.2.2 RELIEVE	48
1.2.3 CLIMATOLOGÍA	50
1.2.4 SUELOS	57
1.2.5 VEGETACIÓN	62
1.2.6 HIDROGRAFÍA	68
1.2.6.1 SUPERFICIAL	
1.2.6.2 OBRAS HIDRÁULICAS	73
1.2.6.3 CRECIENTES MÁXIMAS	74
1.2.6.4 SUBTERRÁNEA	
1.3 ELEMENTOS DEL MEDIO SOCIAL Y ECONÓMICO	80
1.3.1 POBLACIÓN	
1.3.1.1 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL	
1.3.1.2 CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO	82
1.3.2 DESARROLLO ECONÓMICO	83
1.3.2.1 SECTOR PRIMARIO	84
1.3.2.2 SECTOR SECUNDARIO	85
1.3.2.3 SECTOR TERCIARIO	86
2. DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO DE LA EROSIÓN	89
2.1 EXPLICACIÓN DEL PROCESO	
2.2 CAUSAS	95
3. DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS DEL PROGRAMA PIDER: RESCATE DE TIERRAS EROSIONADAS	106
3.1 TÉCNICA DEL PROGRAMA	
3.2 DEPENDENCIAS EJECUTORAS	109
3.3 FINANCIAMIENTO	110
3.4 RESULTADOS DEL PROGRAMA	111

IV. METODOLOGIA	115
1. EL TRONCO METODOLÓGICO	
2. LA INFORMACIÓN	126
3. LOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS REGIONAL	132
3.1 MANUALES	
3.2 COMPUTARIZADOS	141
4. LOS PRODUCTOS	148
V. RESULTADOS	153
1. FASE DESCRIPTIVA	
1.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO E IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES AMBIENTALES	
1.2 DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS NATURALES	156
1.3 ANÁLISIS REGIONAL SOCIOECONÓMICO POR SISTEMA TERRESTRE	160
1.3.1 DENSIDAD DE POBLACIÓN	161
1.3.2 ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS	162
2. FASE DE DIAGNÓSTICO. EVALUACIÓN DEL ÁREA DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL	163
2.1 EVALUACIÓN DE LA APTITUD Y SITUACIÓN	
2.1.1 ÍNDICE DE EROSIÓN (ERODABILIDAD) HÍDRICA POR CAPAS	168
2.1.2 ÍNDICE DE EROSIÓN (ERODABILIDAD) EÓLICA POR CAPAS	170
2.1.3 EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LA TIERRA PARA AGRICULTURA DE TEMPORAL	
2.1.4 EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LA TIERRA PARA LA AGRICULTURA DE RIEGO	
2.2 EVALUACIÓN DEL DETERIORO AMBIENTAL	172
2.2.1 EROSIÓN SEVERA Y SALINIZACIÓN	
2.2.2 DEGRADACIÓN FORESTAL	180
2.2.3 INVENTARIO DE EROSIÓN	

2.3	EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA	186
2.3.1	TIPIFICACIÓN DE LA TÉCNICA EMPLEADA POR EL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE TIERRAS EROSIONADAS	
2.3.2	EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DEL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE TIERRAS EROSIONADAS	193
3.	FASE PROPOSITIVA	194
3.1	OBJETIVOS DE LA PROPUESTA DE ACCIONES	
3.2	ESTRATEGIA	196
3.3	PROPUESTA DE ACCIONES	197
3.4	ANÁLISIS DE COSTOS	199
VI. DISCUSIÓN		216
VII. CONCLUSIONES		237
VIII. RECOMENDACIONES Y PROPUESTA		244
1.	PROPUESTA, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE ACCIONES	245
2.	RECOMENDACIONES Y LINEAMIENTOS NORMATIVOS	248
3.	NORMAS TÉCNICAS PARA LAS ACCIONES DE RESTAURACIÓN	251
4.	CRITERIOS Y ACCIONES DE COORDINACIÓN Y CONCENTRACIÓN	263
IX. BIBLIOGRAFÍA		267
X. ANEXO CARTOGRAFICO		(SOLAPA POSTERIOR)
1.	VEGETACIÓN POTENCIAL NATURAL	
2.	RANGOS DE PENDIENTES	
3.	REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA	
4.	VEGETACIÓN FORESTAL ACTUAL	
5.	INVENTARIO DE EROSIÓN	
6.	PROPUESTA DE ACCIONES	

INDICE DE FIGURAS	279
INDICE DE CROQUIS	280
INDICE DE CUADROS	282

I. INTRODUCCION

1. Origen del Estudio.

Durante el desempeño de mis funciones como Programador de Obras en el Programa de Desarrollo Rural Integral (PIDER) denominado Restauración de Tierras Erosionadas y ejecutado a través de la Secretaría de Desarrollo y Fomento Económico del Estado de Tlaxcala, tuve oportunidad de conocer en la práctica el problema de los suelos erosionados así como la forma -- de enfrentarlo por parte del Gobierno Federal y del Estado.

Gracias a la experiencia del Ing. Fernando Pérez Ruiz - como encargado de realizar estos trabajos durante 8 años, fué posible conocer los fundamentos técnicos de los mismos, así co mo las opiniones respecto al programa de los investigadores - de la Fundación Alemana para la Investigación Científica: -- Proyecto Puebla-Tlaxcala, de especialistas del Programa Hidro lógico Internacional de la UNESCO, de técnicos de la Oficina Estatal de la Dirección General de Conservación del Suelo y - Agua y de técnicos de la Comisión Nacional de Zonas Áridas.

Lo anterior, conjuntamente con mis observaciones de campo, despertó mi inquietud en elaborar un proyecto o simplemen te un documento con bases ecológicas en relación al problema que presenta el suelo del Estado de Tlaxcala.

El resultado de mi interés dió origen a una primera ver- sión concluída en Mayo de 1983. Posteriormente, con mi incor

poración a la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental de la Subsecretaría de Ecología, en 1984, esa versión fue enriquecida, complementada y actualizada -- por propia experiencia y por la del equipo interdisciplinario en el que orgullosamente participo: el Grupo Sistema de Información Ambiental Regional, cuyo objetivo ha sido generar alternativas metodológicas viables para abordar los problemas ambientales de nuestro país bajo un contexto ecológico regional.

2. Importancia.

La importancia que pudiera tener este documento desde el punto de vista práctico, sería el de contribuir a que las obras de mejoramiento ambiental, como es el caso de la Recuperación de Tierras Erosionadas, tuvieran una base ecológica para su ejecución; que todo el dinero que se canaliza a las instituciones que realizan este tipo de trabajos fuera aprovechado óptima e integralmente y no desperdiciado en esfuerzos aislados e infructuosos.

La importancia metodológica es demostrar la gravedad del problema de "recuperar tierras de la erosión" bajo una perspectiva sectorial o unidisciplinaria, sin considerar la variable ambiental y el contexto ecológico en el diseño de los diferentes programas, lo que ocasiona que en vez de controlar y atacar la erosión se contribuya para que se incremente.

5. Procedimiento.

- Naturaleza de la información. Se realizó investigación bibliográfica y cartográfica fundamentalmente en: CONAZA, DIGITENAL (INEGI), Colegio de Postgraduados de Chapingo, Dirección General de Conservación del Suelo y Agua, INAH, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto de Biología, SEDUE, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, etc., con el objeto de fundamentar el marco teórico del estudio.

- Métodos y Técnicas. Para recopilar la información: técnica de investigación bibliográfica y trabajo de campo del tipo de observación y exploración del terreno. Para analizar e interpretar resultados: metodología de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

4. Limitaciones

La presente tesis es un trabajo de investigación aplicada, de tipo histórico - descriptivo que pretende explicar el origen y la causa de la erosión en el Estado de Tlaxcala, así como fundamentar teóricamente las alternativas ecológicas que se proponen para combatirla.

Debido a los escasos recursos tanto de tiempo, financiamiento y equipo para poder realizar una investigación de campo más exhaustiva que completara la parte práctica, sólo fue posible hacer la revisión bibliográfica, el análisis ecológico de gabinete y una salida de campo de verificación de resultados que respaldara el objetivo del estudio, conjuntamente -

con las observaciones y experiencia adquiridas y acumuladas durante mi permanencia y participación en el Programa de Recuperación de Tierras Erosionadas en el Estado de Tlaxcala. - Además de las limitaciones que ésto implica, el desarrollo de este trabajo está limitado fundamentalmente por el tipo y calidad de la información básica recopilada.

Los datos existentes en lo que se refiere al grado de erosión, superficie erosionada, superficie boscosa y potencial agrológico del estado, son poco precisos ya que las diferentes fuentes consultadas difieren en la superficie que reportan. Asimismo la cartografía temática: topografía, climas, geología, edafología, uso del suelo y vegetación, fue compilada en 1975 y publicada en 1981.

Existen diferencias sumamente significativas entre los datos reportados por las distintas instituciones que manejan estadísticas de la actividad agropecuaria y forestal dentro del estado.

Las investigaciones más recientes sobre la erosión y los suelos de Tlaxcala son las realizadas por la Fundación Alemana para la Investigación Científica mediante el proyecto Puebla-Tlaxcala, en los años 1972 a 1978, y por la extinta Dirección General de Conservación del Suelo y Agua en el Inventario de Areas Erosionadas en el Estado de Tlaxcala, en 1983.

5. Plan de Exposición.

Se tratará de apegarse lo más posible a la estructura de un Reporte o Informe de Investigación Científica dividiéndose

el trabajo de la siguiente manera:

En el capítulo II se plantea el problema objeto de la investigación, los objetivos, el supuesto y la hipótesis que la conducirán; se exponen los antecedentes sobre otras investigaciones y estudios que abordaron el problema de la erosión del Estado de Tlaxcala y aquellos relacionados con trabajos de índole ecológica que han abordado problemas ambientales. Asimismo, se exponen la forma como se concibe el análisis y las posibles alternativas de solución al problema de la erosión tlaxcalteca desde la perspectiva del ordenamiento ecológico del territorio y, finalmente, los conceptos y definiciones que constituyen el marco conceptual sobre el que se insertó el estudio.

En el capítulo III se organizaron las fichas bibliográficas que nos permiten tener una visión de los aspectos más relevantes y características del ambiente que posee el área de estudio.

En el capítulo IV se consignan la metodología que se aplicó. Cabe señalar que ésta última es también resultado del presente trabajo, aún cuando no se hayan planteado hipótesis metodológicas, ya que fué necesario evaluar la aplicabilidad de las técnicas y métodos desarrollados por el Sistema de Información Ecológica y por el Grupo del Sistema de Información Ambiental Regional. De la aplicación de las técnicas y métodos utilizados surgieron discusiones que permitieron retroalimentar el primer tronco metodológico y el procedimiento para la realización de estudios de ordenamiento ambiental. La me-

metodología con las modificaciones efectuadas son el resultado de la perseverancia y tenacidad de la Act. Elvira Miranda Viquez.

En el capítulo V se describen detalladamente las técnicas utilizadas y los resultados obtenidos. Se organizó el capítulo conforme a las diferentes fases que componen los estudios de ordenamiento ambiental.

En los capítulos VI y VII se discuten los resultados obtenidos y se plantean las conclusiones a las que se llegó.

Finalmente, se plantea una propuesta de acciones para dar solución al problema de erosión y al de desertificación, dando una serie de recomendaciones, normas técnicas para las acciones de restauración de suelos erosionados y criterios que orienten la gestión de la propuesta de acciones.

II. EL PROBLEMA

1. Planteamiento del Problema.

El Estado de Tlaxcala se caracteriza por presentar desertificación por erosión en una vasta superficie de su territorio. Este problema ha sido calificado como severo, grave o crítico sin haber efectuado una evaluación cuantitativa y un análisis ambiental que permita conocer objetivamente su magnitud. No obstante, esta problemática ambiental ha sido atendida con carácter prioritario por diversos Programas Gubernamentales que han intentado controlarla y combatirla, aparentemente sin mucho éxito, ya que hasta la fecha el problema continúa patente.

Todos estos programas realizados han estado basados en un enfoque unisectorial, tratando de resolver simultáneamente el problema de erosión y las necesidades de suelo para la actividad de ese mismo sector; por ejemplo, el sector agrícola ha tenido como objetivo el restaurar los suelos degradados -- para incorporarlos al uso agrícola, sin considerar la vocación natural de la zona. Lo mismo ha sucedido en los sectores forestal y pecuario.

Adicional a ese enfoque parcial, la mayoría de los programas utilizan una sola técnica, o a lo sumo dos, aplicándolas de forma estandarizada en todas las áreas, sin considerar otras alternativas en función de la capacidad agrológica del terreno y de las condiciones ambientales prevalecientes; por

ejemplo, la extinta Dirección General de Conservación del Suelo y Agua (DGCSA) de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) utilizó las terrazas de base angosta o de formación sucesiva aplicándola en todo el estado; el Programa Integral de Desarrollo Rural (PIDER) utilizó únicamente terrazas de banco.

En síntesis, cada Programa ha utilizado un enfoque sectorial y una técnica estandar para aplicarla en todo el territorio tlaxcalteca, en los lugares donde existe erosión, sin considerar las diferentes características ecológicas presentes en el estado y sin analizar la aptitud y vocación natural de las diversas regiones para seleccionar la técnica más adecuada respecto a las particularidades ambientales, contexto ecológico y la perspectiva regional que en todo caso determinarán la técnica a utilizar.

De igual forma ha sido soslayada la importancia de conocer el origen del problema, cayendo en la posición de dar solución al síntoma y no a la causa, circunstancia a la que puede deberse el poco éxito del control o combate de la erosión.

Es necesario señalar, por último, que como todo problema ambiental la erosión y la desertificación deben ser combatidos y controlados de forma multisectorial e integral puesto que se ha carecido de la coordinación necesaria que garantice la preservación de las obras y acciones realizadas ya que una dependencia se encarga del diseño y construcción de las obras, otra de proporcionar el material vegetativo para establecer en bordos y drenes, otra del trabajo de extensión agrícola, -

otra de la divulgación, capacitación y educación, etc.

2. Objetivos

General

Plantear alternativas ecológicas de restauración para áreas degradadas por desertificación y erosión.

Particulares

- Identificar regiones ecológicamente homogéneas (Unidades Ambientales).
- Identificar las áreas con erosión.
- Analizar ecológicamente la degradación ambiental de cada área.
- Evaluar las áreas degradadas por erosión.
- Identificar la aptitud de uso del suelo en las unidades ambientales.
- Analizar críticamente la técnica empleada por el Programa PIDER de Recuperación de Tierras Erosionadas.
- Proponer técnicas de restauración ecológica de suelos erosionados adecuadas a cada unidad ambiental.

3. Supuesto e Hipótesis de Investigación.

Hay diferencias ecológicas en el Estado de Tlaxcala, por lo tanto deben usarse diferentes técnicas de conservación y restauración de suelos erosionados acordes a las condiciones

ambientales.

1. El Estado de Tlaxcala tiene distintas unidades ambientales (zonas ecológicamente homogéneas).
2. Las características ecológicas de cada unidad ambiental son diferentes.
3. Cada una de ellas tiene diferente erodabilidad.
4. Considerando al territorio del Estado de Tlaxcala como un sistema y a las unidades ambientales como subsistemas de éste y que las relaciones funcionales entre cada subsistema representan el soporte estructural de la totalidad del sistema, en tonces cada unidad ambiental tendrá una función ecológica regional, v.gr., captadores de precipitación, recarga de acuíferos, fuentes superficiales y subterráneas de agua, generadores de oxígeno, sustrato de actividades agrícolas, etc., que mantiene la estructura y el funcionamiento del sistema: Estado de Tlaxcala.
5. La intervención del hombre con el objeto de:
 - Utilizar el recurso forestal.
 - Realizar actividades agropecuarias.
 - Restaurar los suelos erosionados.
 - Establecer centros de población y áreas urbano-industriales ha acelerado el proceso erosivo.
6. El tipo de erosión presente en el estado es inducida.
7. La erosión presente es severa.
8. La erosión provoca otros fenómenos o problemas de degrada-

ción ambiental como: azolvamiento de cuerpos de agua, deposición del material arrastrado sobre suelos fértiles, abatimiento de mantos freáticos por falta de recarga, etc.

9. Las técnicas empleadas por los Programas de Conservación y Restauración de Suelos que han sido ejecutados de forma estandarizada en todo el territorio tlaxcalteca, no cumplieron con su objetivo de controlar la erosión y restaurar los suelos erosionados para incorporarlos a la agricultura.

4. Marco Teórico.

4.1 Antecedentes del Problema.

La deforestación en la República Mexicana fue muy rápida; los primeros exploradores del Siglo XVI estimaron que de un 40 a 50% del territorio disponía de madera utilizable. Para 1970 aquel total se había reducido a un miserable 10% y está en constante descenso (Eckholm, 1977). 11.4 millones de has de terrenos forestales ubicados en bosques templado-fríos se han cambiado principalmente a un uso agropecuario de escasa productividad. (Dirección General del Inventario Nacional Forestal, 1976; ENA-CP, 1976).

El Estado de Tlaxcala ha ido perdiendo aceleradamente sus zonas boscosas. La pérdida de la cubierta vegetal en zonas con relieve accidentado, lluvias torrenciales y suelos frágiles, ha provocado que la mayor parte de su superficie presente un alto grado de erosión.

Por su localización geográfica (enclavada en el ángulo

que forman el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre -- Oriental) y su altitud (todo el estado se encuentra a más de 2,000 msnm), su vegetación original estaba compuesta fundamentalmente por bosques, tanto de coníferas como de asociación - coníferas-Quercus (Ern, 1972; 1973; 1976), con la excepción de las planicies (Huamantla, Panotla-Nativitas, Tochac, Tlaxco, Oriental y Texcalac) donde predominaban los bosques de -- aluviones y los de galería (Ern, 1972; 1976).

Como una característica importante, Tlaxcala ha sido uno de los estados de la República con una alta densidad de población, ésto se remonta hasta la Epoca Prehispánica (Bassols, - 1980; Cruz López, 1949; ENA-CP 1976; Heine, 1974; Patiño, -- 1942; Sánchez Molina, 1970).

Estas zonas al ser taladas y sometidas al mismo tiempo a un sobrepastoreo conjugado con la quema de los pastizales ubicados en el estrato inferior, en poco tiempo son materialmente arrasadas por las características de los elementos naturales propios de ellas (suelo, pendiente y precipitación), iniciándose con ello el fenómeno conocido como erosión.

La Naturaleza, en sus diferentes ecosistemas, siempre - mantiene el equilibrio propio de cada uno de ellos; en el caso de estos antiguos bosques en poco tiempo se tendría una regeneración natural tanto de la vegetación como de la fauna, - pero desgraciadamente ni siquiera se permite la repoblación - forestal debido a la presión antrópica.

Tlaxcala es uno de los estados que más ataques a sus bosques ha tenido. Existen datos poco confiables sobre la super

ficie de bosques que posee, superficie erosionada e incluso sobre la superficie total de la entidad. Los estudios agrológicos realizados datan de 1949 (Cruz López), 1963 (Dirección de Estudios del Territorio Nacional) cuya carta no existe y -- de 1983 (SARH-DGA) publicado en la Carta de Frontera Agrícola y Capacidad de Uso del Suelo. Otros antecedentes sobre erosión en Tlaxcala fueron recopilados por la Dirección de Conservación del Suelo y Agua en 1959 (SAG, 1960; 1961); por los -- Censos Agropecuario y Forestal de 1950 y 1980 (SAG, 1961 y -- SARH 1980); por el Inventario Nacional Forestal (SAG, 1976); por la monografía del Estado de Tlaxcala (SPP, 1981) y, por -- último, el trabajo más reciente elaborado por la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua denominado Inventario de Areas Erosionadas en el Estado de Tlaxcala (SARH-DGCSA, -- 1983). En el cuadro 0 se muestran dichos datos.

Cuadro 0.

Datos en Hectáreas sobre Erosión, Uso del Suelo y Uso Potencial en Tlaxcala.

	Crúz López 1949.	Censo 1950 (SAG, 1961)	Plan Tlaxcala (SAG, 1969-61)	SAG 1976	Censo 1980 (SARI)	SPP 1981	SARI DGCSA 1983	SARI DGA 1983
Superficie Esta- tal.	280,394	344,103		391,400	391,400	406,092	391,400	391,400
Tierras de Labor		200,569			235,630	291,934		
Pastizales		78,064				61,726		
Bosques		33,386		83,600	26,931			
Cuerpos de Agua								1,077
Areas Urbanas							7,979	1,711
Sup. Improducti- va (Erosión to- tal).	58,482	30,738	344,003			25,075		1,298
Erosión muy se- vera.	20,095		30,738				9,596	
Erosión severa.	38,387		217,448				77,346	
Erosión ligera.			54,358				279,852	
Erosión no manifiesta.			41,459				16,627	
Tierras agríco- las.								202,924
Tierras Pecua- rias.				179,000				104,444
Tierras Fores- tales.	17,403			212,400				79,946
Tierras eroda- bles.	204,509							
Suelos restaura- dos.			25,452.75					

El problema de la erosión en Tlaxcala no ha sido desconocido para los gobernantes de este país, ya desde 1936 surgieron manifestaciones de descontento contra el gobierno que "en nada se ocupaba por hacer estudios sobre la erosión causada por el agua, ni tampoco por contener en la práctica este fenómeno de empobrecimiento del territorio" (Figueroa, 1936). Desde hace más de 40 años Patiño en un estudio sobre la erosión en los suelos del centro y sureste de Tlaxcala advertía que: "es urgente atender la destrucción de los suelos, de lo contrario esta zona (de la Malinche) será convertida en un páramo" (Patiño, 1942).

Después de muchos años de tener el problema de la erosión presente en grandes áreas del estado, es hasta los últimos veinte años cuando el gobierno ha tratado de menguarlo por medio de una serie de actividades encaminadas a recuperar las tierras erosionadas.

Se pueden mencionar una gran cantidad de Programas llevados a cabo en este período, entre otros: "El Plan Tlaxcala en Contra de la Erosión", 1959, que realizó en un año trabajos de conservación de suelos en 25,452.75 has que consistieron en construcción de terrazas de drenaje, absorción y formación mecánica, subsoleo en tepetates y barbecho y rastreo para cultivo en fajas (SAG, 1960;61), de estos trabajos lo único que quedó es una pequeña plantación de casuarinos y una placa de recuerdo de bronce (Werner y Schonhals, 1977); Plan Malinche", 1961; Comisión de la Malinche, 1968; los diversos programas que maneja la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua como son las Terrazas de Drenaje, Terrazas de Absorción,

Barbecho y Rastreo para cultivo en fajas, Bancales de formación mecánica, etc., y los de la Subsecretaría Forestal con sus Programas de Reforestación. Después de estos intentos -- por controlar la erosión no fue sino hasta 1975 en que se inció otra acción contra la erosión: la apertura del Programa PIDER de Rehabilitación de Tierras Erosionadas, habiendo recuperado de la erosión 13,178 has, para incorporarlas al cultivo (CONAZA-PIDER, 1982; SEDIFE, 1981; 1982).

Este programa se ejecutó a través de tres diferentes organismos como son: la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA), la Secretaría de Desarrollo y Fomento Económico del Estado de Tlaxcala y por último la empresa denominada Maquina ria para la Tierra del Estado de Tlaxcala (MATET).

Con relación a la técnica empleada por estos tres organismos podemos decir que se basó exclusivamente en el uso de maquinaria pesada (bulldozer), utilizada en la construcción de terrazas de banco a nivel y depósitos de agua denominados jagüeyes.

El desarrollo de este estudio tratará de demostrar que -- los trabajos efectuados en el Estado de Tlaxcala con el objeto de recuperar las áreas erosionadas, y que alguna vez fueron -- bosques, han quedado en buenas intenciones y en gastos innecesarios que pudieron haber sido utilizados en actividades de -- más sencilla ejecución, de menor costo y con mejores resultados.

De lo aquí expuesto puede concluirse lo siguiente:

- No existen datos precisos y confiables sobre la superficie erosionada en Tlaxcala; como aquí se observa varía desde -- 25,000 hasta 248,000 has, lo mismo es aplicable tanto para -- la superficie con bosques como para la superficie agrícola.

- Puede decirse que existen grandes problemas de deforesta-- ción y de erosión, reflejados en los estudios más recientes donde se reporta, por ejemplo, que "para la temporada de llu-- vias de 1975, en los suelos de barro hubo pérdidas con valor de 73 ton/ha y para los tepetates de 17 ton/ha; otro ejemplo que confirma esta afirmación es el hecho de que en 5 años, - debido a un desmonte realizado por el Gobierno en la zona de Zitlaltépetl, se formó una barranca de 6 a 10 m de profundi-- dad, de 8 m de ancho aproximadamente y con una longitud de 6 Km" (Werner y Schonhals, 1977).

- En base a lo anterior podemos decir que el grado de erosión en Tlaxcala es grave además de irreversible, pues las conse-- cuencias son desastrosas: acumulación de sedimentos sobre sue-- los fértiles, ríos, canales y vasos de almacenamiento; descen-- so en el nivel de aguas subterráneas de pozos y galerías fil-- trantes; extinción en el área de especies de la fauna y vege-- tación que mantenían el equilibrio en este ecosistema; desapa-- rición de las zonas arboladas que influyen directamente en -- los vientos, temperatura, humedad, calidad de suelos y agua.

- La intervención del hombre en estos ecosistemas boscosos - (generadores del oxígeno y del almacenamiento subterráneo del agua) desde épocas prehispánicas, ha propiciado la denudación del suelo y la consecuente erosión.

- Existen diferencias ecológicas en el territorio del Estado de Tlaxcala determinadas por características edáficas, fisiográficas, climáticas y altitudinales.

- El gobierno ha intervenido para mejorar el aspecto y productividad de las tierras erosionadas con programas que no han contribuido al restablecimiento de la potencialidad del suelo, sino que han favorecido la erosión y la deforestación ya que al hacer grandes movimientos de tierra y no proteger esa superficie trabajada se le deja expuesta al arrastre de las partículas removidas por el aire y el agua, contribuyendo así a la pérdida irremplazable e irreversible del suelo que se formó durante más de 35,000 años (Werner, 1978; Werner y Schonhals, 1977).

- Lo anterior es consecuencia del empleo de técnicas inadecuadas por no considerar la variable ambiental y que además han tenido un alto costo económico, y como se deduce de lo antes dicho, ecológico. Estas prácticas pueden substituirse por otras de menor costo para realmente llevar a cabo un mejoramiento territorial del estado y una explotación racional de los recursos naturales con que cuenta y de los que se pueden regenerar (establecer).

4.2 Antecedentes de la incorporación de la variable ecológica en el análisis de los problemas de degradación ambiental.

La necesidad de incorporar los aspectos ambientales y ecológicos en la actividad organizada del hombre como sociedad, es reconocida a nivel mundial en el seno de la Conferencia sobre

el Medio Humano organizada por las Naciones Unidas y realizada en Estocolmo en 1972. En esta Conferencia se emitió la -- "Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano" de la cual -- cabe destacar los puntos 5 y 6:

"5. El crecimiento natural de la población plantea continuamente problemas relativos a la preservación del medio, y se deben adoptar normas y medidas apropiadas, según proceda, para hacer frente a esos problemas. De cuanto existe en el mundo, el hombre es lo más valioso. Ellos son quienes promueven el progreso social, crean riqueza social, desarrollan la ciencia y la tecnología, y, con su duro trabajo transforman continuamente el medio humano. Con el -- progreso social y los adelantos de la producción, la ciencia y la tecnología, la capacidad del hombre para mejorar el medio se acrece (SIC) cada día que pasa.

6. Hemos llegado a un momento de la historia en que debemos orientar nuestros actos en todo el mundo atendiendo -- con mayor cuidado a las consecuencias que puedan tener para el medio. Por ignorancia o indiferencia podemos causar daños inmensos o irreparables al medio terráqueo del que -- dependen nuestra vida y nuestro bienestar. Por el contrario, con un conocimiento más profundo y una acción más prudente, podemos conseguir para nosotros y para nuestra posteridad unas condiciones de vida mejores en un medio más -- en consonancia con las necesidades y aspiraciones del hombre. Las perspectivas de elevar la calidad del medio y de crear una vida satisfactoria son grandes. Lo que se necesita es entusiasmo, pero, a la vez, serenidad y ánimo; trabajo afanoso, pero sistemático. Para llegar a la plenitud de su libertad dentro de la naturaleza, el hombre debe -- aplicar sus conocimientos a forjar, en armonía con ella, -- un medio mejor. La defensa y el mejoramiento del medio -- humano para las generaciones presentes y futuras se ha convertido en una meta imperiosa de la humanidad, que ha de -- perseguirse al mismo tiempo que las metas fundamentales ya establecidas de la paz y el desarrollo económico y social en todo el mundo, y de conformidad con ellas".

Y los principios 2 y 3:

"2. Los recursos naturales de la tierra, incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente -- muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga.

3. Debe mantenerse y, siempre que sea posible, restaurarse o mejorarse la capacidad de la tierra para producir recursos vitales renovables" (PNUMA-ORLPAC, 1984).

"Es necesario señalar la importancia del informe preparatorio para tal conferencia, elaborado en Founex, Suiza, el cual proclamó la necesidad de desarrollo como prioridad ambiental, indicando que lo que estaba en peligro en el Tercer Mundo no era solamente la calidad de vida, sino la propia vida" (SAHOP, 1978).

El Plan de Acción de esa Conferencia dió lugar al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) que se creó en 1973. Así como a la creación en diferentes países, de organizaciones y dependencias gubernamentales encargadas del medio ambiente.

En 1974 se emite la Declaración de Cocoyoc que planteó

"La necesidad de reformar el orden económico en el que el deterioro ambiental y la presión cada vez mayor sobre los recursos existentes hacen pensar que peligran los límites interiores de las necesidades humanas básicas e incluso los límites exteriores, de los recursos físicos del planeta.

Este predicamento ante el que se encuentra la humanidad se deriva esencialmente de las estructuras económicas y sociales así como del comportamiento que se sigue tanto dentro de los países como en las relaciones entre unos y otros.

Los mecanismos del mercado inducen la distribución de los recursos hacia quienes los pueden adquirir y no hacia quienes los necesitan, lo que implica un estímulo de demandas artificiales, generación de desperdicios en el proceso productivo y, lo más grave, la subutilización de recursos.

Estas desiguales relaciones económicas son las que contribuyen más directamente a las presiones ambientales. Los bajos precios de las materias primas han venido a constituir un factor decisivo en la degradación ambiental. La pobreza en que se encuentran los países en vías de desarrollo ha obligado a menudo a su población a cultivar tierras marginales con el peligro consiguiente de erosionar los suelos o la ha obligado a emigrar a ciudades ya sobresaturadas.

La meta consiste en la búsqueda de un nuevo estilo de desarrollo que se sustente en la conservación de los recursos para su aprovechamiento perdurable por la humanidad. Para lograrla deben diseñarse programas que aseguren una conservación adecuada de los recursos y la protección del medio ambiente, considerando las experiencias acumuladas por el PNUMA en la elaboración y asesoría de estrategias y proyectos de desarrollo ecológicamente racionales (Ecodesarrollo)" (PNUMA, 1981).

En 1976 se celebra en la Ciudad de Vancouver, Canadá, la Conferencia Hábitat, emitiéndose la Declaración de Vancouver donde sobresalen los principios 8 y 11:

"8. Todo Estado tiene derecho a ejercer su soberanía plena y permanente sobre sus riquezas, recursos naturales y actividades económicas, adoptando las medidas necesarias para la planificación y gestión de sus recursos y tomando precauciones para la protección, preservación y mejoramiento del medio.

11. Las naciones deben evitar la contaminación de la biosfera y de los océanos y deben unirse al esfuerzo para poner término a la explotación irracional de todos los recursos ambientales, sean renovables o no renovables a largo plazo. El medio ambiente es un patrimonio común de la humanidad y su protección incumbe a toda la comunidad internacional. Por consiguiente todos los actos de las naciones y las personas deben inspirarse en un profundo respeto a la protección de los recursos ambientales de que depende la vida misma" (SAMIOP, 1978).

En 1982 se ratifican los postulados emitidos en Estocolmo a través de la Declaración de Nairobi, la cual fue aprobada por 105 gobiernos en Sesión de Carácter Especial del Consejo de Administración de la ONU el 18 de Mayo de 1982. En ella se encuentran dos conclusiones importantes:

"Durante el último decenio han surgido nuevos planteamientos: se ha reconocido ampliamente la necesidad de la gestión y la evaluación del medio ambiente, y la interacción íntima y compleja entre medio ambiente, desarrollo, población y recursos, así como la presión que ejerce sobre el medio ambiente, en las zonas urbanas, la concentración creciente de población. Una metodología amplia e integrada regionalmente, que haga hincapié en dicha interacción, puede conducir a un desarrollo socioeconómico ambientalmente racional y perdurable.

... Es preferible prevenir los daños al medio ambiente que acometer después la engorrosa y cara labor de repararlos. Entre las medidas preventivas debe figurar la planificación adecuada de todas las actividades que influyan sobre el medio ambiente" (PNUMA-ORLPAC, 1984).

Como resultado de todo lo anterior surgió una nueva línea

de acción: la Ordenación u Ordenamiento Ambiental.

La idea del ordenamiento surge en diferentes disciplinas y actividades en el mundo y pueden agruparse en dos:

1) Actividades académicas y de investigación "como ordenación del medio natural (Jean Tricart y Jean Kilian), uso de la tierra, planeación del paisaje (Landscape planning: A.P.A. Vink), diseño con la naturaleza (Design with Nature: Ian Mc Harg), -- entre otras" (Lara, 1988).

2) Actividades administrativas y de planeación pública: como planeación física regional, planeación del desarrollo urbano, planeación integral, planeación agrícola, planeación física -- con base ecológica, etc.

"Su origen no se remonta más allá de los años 60's como -- una aplicación práctica de la Ciencia de la Ecología en -- las actividades de planificación o planeación. Básicamente, el ordenamiento ecológico del territorio se fundamenta en dos ciencias nuevas: la Ecología y la Planificación. -- Ambas tienen la característica de ser integradoras de los avances de otras ciencias y por lo tanto interdisciplinarias. Como ciencias nuevas están en constante evolución, día a día sus postulados se transforman en leyes y principios que rigen su actividad. Por esta razón, las técnicas y métodos utilizados han ido evolucionando en rapidez, surgen nuevas metodologías alternativas para realizarlo.

Sin embargo, no puede decirse que dichas metodologías estén acabadas, es necesario continuar desarrollando técnicas y métodos de análisis ambiental adecuadas a las condiciones de nuestro país, puesto que nuestras características ameritan enfoques y medidas diferentes, sobre todo a las de los países desarrollados" (Miranda y Pineda, 1989).

En México se han realizado diversos trabajos y actividades encaminadas a la aplicación práctica y desarrollo teórico de conceptos ecológicos.

"Nuestro país cuenta con una larga experiencia en la gene-

ración, clasificación y divulgación de información básica acerca del territorio nacional, los recursos naturales, la población y las características socioeconómicas del -- desarrollo" (SEDUE, 1986).

"Entre las instituciones académicas que originalmente abordaron el ordenamiento ecológico del territorio se encuentran: el Colegio de Postgraduados de Chapingo (CP), quien desarrolló trabajos sobre uso de la tierra y ecología del paisaje; el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), con trabajos sobre planeación de usos del suelo y ordenamiento ecológico" (Lara, 1988);

el Proyecto Interdisciplinario de Medio Ambiente y Desarrollo Integral (PIMADI) del Instituto Politécnico Nacional, que -- aborda sus trabajos bajo la concepción del Ordenamiento Ecológico del Territorio como una modalidad del desarrollo, que -- da alternativas a la Economía que no tiene ni busca respuestas para los problemas ambientales; y el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, que fundamenta el ordenamiento ecológico en la teoría general de sistemas y en el carácter conceptual del estudio de los geosistemas.

En la Administración Pública (Pineda, 1988), destacan -- los trabajos de:

- Secretaría de Salubridad y Asistencia, Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, Unidad de Análisis de Obra Pública -- e Impacto Ambiental y Coordinación General del Sistema Integral de Salud en Puertos Industriales (1972-1982), que publicó varios documentos respecto a las condiciones globales de -- nuestro medio ambiente y una serie de reportes técnicos sobre la calidad del aire en las principales áreas urbanas de nuestro país. Asimismo aplicó el Procedimiento de Impacto Ambiental a proyectos y obras públicas, según lo previsto en la Ley Federal de Protección al Ambiente.

- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Dirección General de Ecología Urbana, que después se denominaría - Dirección General de Desarrollo Ecológico de los Asentamientos Humanos, durante 1976 a 1982 desarrolló entre sus productos de mayor relevancia, la 1a., y 2a., versiones de un Plan Nacional de carácter ecológico dentro del marco de la planeación del desarrollo urbano. Además realizó planes ecológicos o ecoplanes para el total de entidades federativas del país, proyectos ejecutivos, ecoplanes de puertos industriales y de los municipios urbanos y unos instrumentos técnicos denominados Normas y Manuales donde se plantearon alternativas ecológicas orientadas al aprovechamiento racional de los recursos naturales y a conservar o restaurar el equilibrio entre los asentamientos humanos y su medio ambiente.

- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, -- Subdirección de Impacto Ambiental, durante sus funciones en -- el período 1976-82 desarrolló un procedimiento de impacto ambiental en el Sector Agropecuario y Forestal que permitió la realización y supervisión de varios estudios derivados de sus programas y proyectos. Además realizó un trabajo a nivel nacional para evaluar la calidad del recurso agua denominado -- "Protección y Mejoramiento de la Calidad del Agua" (1977).

- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, que actualmente se denomina Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica (1983-1988), creada de la fusión de las citadas unidades administrativas, en virtud de que tenían como --

común denominador trabajos relacionados con la planeación ecológica y el impacto ambiental. Elaboró los Estudios de Ordenamiento Ecológico de las zonas prioritarias del país marcadas por el Plan Nacional de Desarrollo y por el Programa Nacional de Ecología; diseño el Sistema de Información Ecológica, elaboró el Tronco Metodológico para el Ordenamiento Ecológico, seleccionó Técnicas y Métodos de Análisis y Evaluación de recursos naturales y aplicó el procedimiento de Impacto Ambiental a los planes y proyectos de obras públicas y privadas así como a las obras en operación que provocaban daños ecológicos.

Además de los estudios y trabajos mencionados, podemos señalar los siguientes instrumentos jurídicos:

- Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (1971).
- Ley General de Asentamientos Humanos (1977).
- Ley Federal de Protección al Ambiente (1982).
- Ley Forestal (1986) y su Reglamento (1988).
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988).

De lo antes expuesto podemos concluir lo siguiente:

- La utilización de la variable ecológica en el análisis de los problemas ambientales a nivel mundial difícilmente excede los 25 años, y en nuestro país no va más allá de 20.

- En México, las técnicas y métodos de análisis ambiental han evolucionado durante ese tiempo desde la identificación cualitativa de los problemas hasta la evaluación cuantitativa y -- su análisis en un contexto regional sistémico.

- En la administración pública de nuestro país se reconoce la necesidad de considerar los aspectos ecológicos en la planeación de sus actividades y las de los sectores social y privado. Aspecto que queda perfectamente normado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y -- contemplado y también normado, en la Ley Forestal y su Reglamento.

- El Análisis ecológico de los problemas ambientales en México sólo puede efectuarse, hasta la fecha, a través de la utilización de la metodología de ordenamiento ecológico del territorio, pues reúne los requisitos teóricos de la Ecología: interdisciplinariedad y enfoque sistémico, holístico y dinámico.

4.3 El Problema de Desertificación y Erosión en el Marco de la Metodología de Ordenamiento Ecológico - del Territorio.

"El objetivo de combatir la desertificación es recuperar las superficies desertificadas para usos productivos. El objetivo último es mantener la productividad de las regiones vulnerables a la desertificación.

La desertificación no es un problema que pueda tener una solución rápida. Exige una evaluación continua y una planificación y ordenación a largo plazo y a todos los niveles.

Las actividades encaminadas a combatir la desertificación tienen que formar parte de un amplio programa de fomento del progreso social y económico, aspirando a mejorar la calidad de vida de los habitantes de los países en desarro-

llo" (ONU, 1977).

El análisis de los problemas de desertificación desde la perspectiva del ordenamiento ecológico permite confrontar las alternativas de solución con los problemas del desarrollo, para asignar prioridades con una visión regional, integral y ambiental.

Regional porque el ordenamiento ecológico es una actividad de planificación física de base ecológica que involucra necesariamente el manejo y uso del espacio, del territorio a través de la identificación de unidades o regiones ambientales homogéneas; por lo tanto, integra a su teoría el concepto de región en cuanto a que la región es la unidad espacial de desarrollo.

Integral porque el ordenamiento ecológico incorpora al análisis de los componentes del medio natural el análisis de los componentes del medio antrópico y su participación funcional dentro de la estructura del sistema a estudiar, mediante la inclusión de todos los sectores de la economía que inherentemente participan en el desarrollo regional y como consecuencia nacional.

Ambiental porque analiza todos y cada uno de los elementos del ambiente: naturales y antrópicos.

Como todo estudio de planificación para el desarrollo regional, el ordenamiento ecológico comprende medidas de tipo correctivo y preventivo.

Las de tipo correctivo deberán fundamentarse en un análisis

sis y evaluación de los problemas ambientales, de la aptitud y situación de las unidades ambientales, de las características socioeconómicas y de la estrategia y políticas de desarrollo para la región.

Las de tipo preventivo deberán considerar la vulnerabilidad y características ecológicas, la dinámica social y actividades económicas así como las estrategias y políticas de desarrollo que puedan desencadenar procesos de degradación ambiental.

Dentro de este contexto, el análisis de los problemas de desertificación desde la perspectiva del Ordenamiento Ecológico pretende cumplir con las recomendaciones emanadas en la Reunión de Expertos sobre Desertificación en las Américas y el Caribe, efectuada en Cocoyoc, Morelos, México, 1982:

"a) Asegurarse que los resultados del Diagnóstico (análisis) sirvan como base para la planificación del desarrollo regional.

b) Aplicación de mecanismos legislativos que definan los usos adecuados del suelo para garantizar la explotación racional de los recursos naturales.

c) Fomentar los proyectos de desarrollo de áreas áridas y semiáridas, en particular aquellos que tiendan a un aprovechamiento integral de los recursos hídricos, incrementando sistemas de riego y otros aspectos de tecnologías no tradicionales (captación de rocío, utilización de energía solar, etc.)

d) Proponer la creación de un Programa Oasis y Areas de Riego, con el objeto de impulsar las investigaciones e implementación de tecnologías adecuadas que permitan la consolidación de esas áreas como polos de desarrollo" (PNUMA, 1982).

"Las actividades para combatir la desertificación tienen que considerarse como elementos integrantes de un esfuerzo más amplio en pro del progreso social y económico" (ONU, 1977).

4.4 Definiciones y Conceptos.

4.4.1 Problemática Ambiental

Los problemas ambientales se correlacionan directamente con la calidad del medio. "La mayoría de los enfoques dados a la definición de calidad ambiental se basa en la presencia o ausencia de elementos nocivos que alteren el status convencional (contaminantes de aire, agua y ruido) o, en planteamiento más alto, el equilibrio ecológico. En el primer caso, es patente la primacía de lo urbano e industrial; en el segundo, el medio rural adquiere valor como contraste de lo urbano al añadir a la ausencia de contaminantes otros componentes de la calidad ambiental, tales como el paisaje natural con todos sus integrantes" (Ramos, 1979).

Con base en lo anterior pudiéramos dividir a los problemas ambientales en dos grupos:

- Problemas de contaminación ambiental.
- Problemas de degradación ambiental.

Al referirnos a problemas de degradación ambiental estaremos utilizando el 2o. enfoque, intentando estimar el grado de conservación del elemento del medio perturbado, indicando el grado de empobrecimiento sufrido por influencias humanas -- (Claver, 1981). En esta estimación se involucran procesos y riesgos naturales.

Entre los problemas de degradación ambiental se encuentran:

- Desertificación.
- Cambios de abundancia en poblaciones de flora y fauna (extinción, peligro de extinción, variación en la diversidad de comunidades, etc.)

- . Pérdida o abatimiento de la productividad de los ecosistemas.
- . Destrucción del paisaje.
- . Deterioro de cuerpos de agua superficial (lagos, lagunas, esteros, etc.)

4.4.2. Desertificación

Se denomina desertificación al proceso mediante el cual se incrementa la superficie de desiertos sobre la tierra, ya sea por procesos naturales o bien por la intensificación de tales condiciones debido a la acción del hombre.

"La desertificación es un aspecto de la degradación de los ecosistemas bajo presiones combinadas de procesos naturales y una explotación excesiva o equivocada. Este tipo de explotación ha disminuido o destruido el potencial productivo de los ecosistemas productores de alimentos y de fibras, en un momento en que es necesario incrementar la productividad para sustentar el desarrollo" (ONU, 1977).

Los procesos de desertificación relacionados con la degradación del suelo se pueden agrupar en 6 categorías (FAO-PNUMA, 1980):

- I Erosión Hídrica.- Se incluyen procesos como la erosión por salpicadura, erosión laminar, erosión en cárcavas y diversos tipos de movimientos de masas, por ejemplo: corrimientos de tierras, corrientes de fango y solifluxión.
- II Erosión Eólica.- Abarca la remoción y el depósito de partículas de suelo por la acción del viento, como los efectos abrasivos de las partículas móviles cuando éstas son transportadas.

- III Exceso de sales.- Comprende la salinización y sodización (alcalinización).
- IV Degradación Química.- Se reserva para procesos como lixiviación de bases y la formación de toxicidades diferentes, debidas al exceso de sal.
- V Degradación física.- Se refiere a los cambios adversos en las propiedades físicas del suelo como son: porosidad, -- permeabilidad, densidad aparente o de volumen y estabilidad estructural.
- VI Degradación Biológica.- Referente a los procesos que -- aumentan la velocidad de mineralización del humus.

4.4.3 Definición de suelo.

El suelo puede definirse como la capa superficial fértil de la corteza terrestre, constituida de material rocoso meteorizado y descompuesto, agua, aire, materia orgánica procedente de la descomposición vegetal y animal, y miles de formas diferentes de vida, que colaboran para su formación, principalmente microorganismos e insectos.

4.4.4 Evolución del suelo como recurso natural.

La formación del suelo es resultado de la constante evolución geológica de nuestro planeta, y es producto de la degradación del material rocoso, de los procesos químicos y biológicos de los elementos que lo constituyen, así como de la deposición de materiales desprendidos de áreas de mayor elevación y arrastrados hasta él. La formación del suelo es un --

proceso generalmente largo, en la mayoría de los casos el suelo se forma a un ritmo de 1 cm cada 100 a 400 años, por lo que se requieren de 3,000 a 12,000 años para que su profundidad sea suficiente para constituir tierras productivas (FAO, 1984).

Experimentalmente se ha encontrado que en condiciones alteradas se pueden formar aproximadamente 0.8 a 1.8 ton/ha/año de suelo, lo que representa una lámina de 0.0064 a 0.0144 cm de profundidad; por ejemplo, en áreas de pastizales la velocidad de formación de suelos es de 0.4 ton/ha/año (0.0032 cm) y en áreas forestales de 1.79 ton/ha/año, es decir 0.01432 cm de suelo (SARH, CP, 1982).

Como recurso natural en la medida que el hombre lo emplea para satisfacción de sus necesidades, el suelo es el recurso más valioso del país, pues de su uso racional y conservación adecuada depende la productividad sostenida de los sectores agrícola, ganadero y forestal de la economía, así como la preservación del patrimonio natural.

Así pues, el suelo como recurso natural es imposible separarlo del uso agrícola, pecuario, forestal, etc., y la forma de manejo racional, irracional, adecuado, inadecuado, sobre explotación, etc., que se le dé, es lo que determinará su grado de conservación o de degradación.

Por la forma actual de manejo, el hombre ha degradado los suelos, (por la manera inadecuada de utilizarlos) lo que ha propiciado la aparición de la erosión inducida.

4.4.5 Concepto de erosión y clases.

La erosión es el proceso mediante el cual los materiales del suelo son desprendidos y arrastrados, ya sea por el agua o por el viento. Es un proceso natural que modela la superficie de la tierra y nivela el relieve; pero es un proceso infinitamente lento, que el hombre ha acelerado por lo menos dos veces y media. En el mundo se calcula que se han destruido - 2,000 millones de hectáreas de tierra productiva con el paso de los siglos (FAO, 1984), debido al mal manejo del suelo y - de su capa protectora: la vegetación.

Las principales causas de la erosión inducida son: la -- destrucción de la vegetación natural, el uso agropecuario en zonas no aptas para éste, el mal manejo de los suelos como el surcado en sentido de la pendiente, el sobrepastoreo, la tala inmoderada y la sobreexplotación de bosques y selvas.

La erosión se manifiesta de varias formas: (Salgado, -- 1961).

1. Laminar o por capas.- Cuando paulatinamente y en forma -- casi imperceptible, de una superficie de terreno se van des-- prendiendo horizontalmente capas o láminas de suelo de espesor variable, según su textura, pendiente, cubierta vegetal - e intensidad de la lluvia. Esta pérdida de suelo no se muestra en forma aparente y sus resultados son desastrosos, pues cuando el hombre lo advierte sólo tiene unos cuantos centímetros de espesor o ha desaparecido por completo. Esta clase - de erosión se presenta aunque la pendiente del terreno sea -- moderada (del 3% al 10%).

2. Acanalada o por cárcavas.- Se presenta cuando la pendiente es fuerte (mayor del 10%), y cuando a consecuencia de lluvias torrenciales o prolongadas se forman canalículos o pequeñas corrientes de agua que minan y destruyen el terreno en forma de zanjás verticales, torrenteras o cárcavas; las cuales facilitan el arrastre de los suelos hacia los arroyos, los ríos y finalmente los océanos. Esta clase de erosión es más espectacular que la erosión laminar y suele provocar mayor inquietud en los agricultores, quienes de inmediato se dan cuenta cómo desaparecen sus suelos, hasta llegar a la destrucción total de sus tierras de labor.

3. La erosión vertical o lixiviación.- Que se produce cuando por exceso de agua y por las características de los suelos, el agua se infiltra en vez de escurrir, arrastrando los nutrientes y los elementos solubles hacia horizontes más profundos, elementos que quedan fuera del alcance de los sistemas radiculares de las plantas lo que provoca la pérdida de la fertilidad y el consecuente deterioro de la vegetación.

4. Erosión eólica.- Es ocasionada por los vientos y se manifiesta por el transporte de partículas sueltas de los suelos que son desprendidas y arrastradas por el aire. Las partículas son depositadas en lugares distintos a los que originalmente se encontraban, formando tolvaneras.

Esta forma de erosión puede arrastrar muchos millones de toneladas de tierra, aunque no sea aparente.

4.4.6 Causas y efectos ambientales de la erosión.

El problema de la erosión da origen a problemas ambientales como son:

- La disminución de la fertilidad de la tierra y en consecuencia de su productividad.
- La destrucción o deterioro de la vegetación.
- La destrucción del hábitat de la fauna silvestre y en consecuencia la disminución de la población o la extinción de algunas especies.
- Azolves en obras de almacenamiento hidráulica o en lagunas naturales, lo que provoca la disminución en la capacidad de almacenamiento de agua del país.
- Disminución de la infiltración del agua, lo que ocasiona una reducción en la recarga de mantos acuíferos subterráneos y propicia el abatimiento de su nivel freático.
- Inundaciones y desbordamiento de corrientes superficiales de agua debido al incremento de los volúmenes de escurrimiento, consecuencia de la nula o baja infiltración.
- Modificaciones del microclima, debido a la carencia o disminución de cubierta vegetal que protege al terreno de los efectos de la insolación y regula la temperatura y humedad del mismo.
- Alteraciones de la calidad del agua de las corrientes superficiales, debido a la presencia de sólidos sedimentables.

- Arrastre y depositación del suelo sobre áreas cultivadas, ocasionando la pérdida o disminución de las cosechas.

Debido a todos estos problemas, el hombre se ha preocupado por tratar de evitarlos, protegiendo los suelos o realizando acciones para evitar la erosión o bien para restaurar o rehabilitar los terrenos erosionados.

4.4.7 Clasificación del fenómeno de la erosión.

Por la necesidad de tomar decisiones en ese sentido, el hombre se ha visto obligado a clasificar el fenómeno de tal forma que le permita jerarquizar y asignar el tipo de acción u obra a realizar. De esta manera se han generado diferentes clasificaciones, mismas que podemos agrupar de la siguiente forma, en función del enfoque adoptado en el estudio (Vázquez Aguilar, 1986).

- Pérdidas de suelo.- Que cuantifican el volumen de suelo perdido mediante mediciones directas en campo o a través de la interpretación de fotografías aéreas o imágenes de satélite.

- Reducción de la productividad del suelo.- Correlacionando, de forma experimental, el volumen de suelo perdido con la reducción de la producción agrícola.

- Pérdidas de nutrientes.- Al igual que los anteriores, correlacionan experimentalmente el volumen de suelo perdido con la cantidad de nutrientes básicos (Nitrógeno, Fósforo y Potasio).

- Pérdidas de suelo potenciales.- Son estimaciones que se realizan a partir de variaciones efectuadas al modelo matemático de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, aplicaciones que se efectúan mediante el apoyo de datos cartográficos y estadísticos.

- Pérdidas permisibles de suelo.- Concepto que ha permitido evaluar las pérdidas netas de suelo al incorporar en las cuantificaciones la velocidad de formación del mismo.

De las técnicas antes señaladas, la mayoría han sido efectuadas para evaluar pérdidas de suelo locales. Solamente 2 de ellas se han aplicado regionalmente éstas, mediante las corroboraciones en campo (con apoyo en las teorías que han arrojado los estudios particulares), han resultado con un grado de confiabilidad aceptable lo que permite incorporar estos trabajos en estudios de planeación regional.

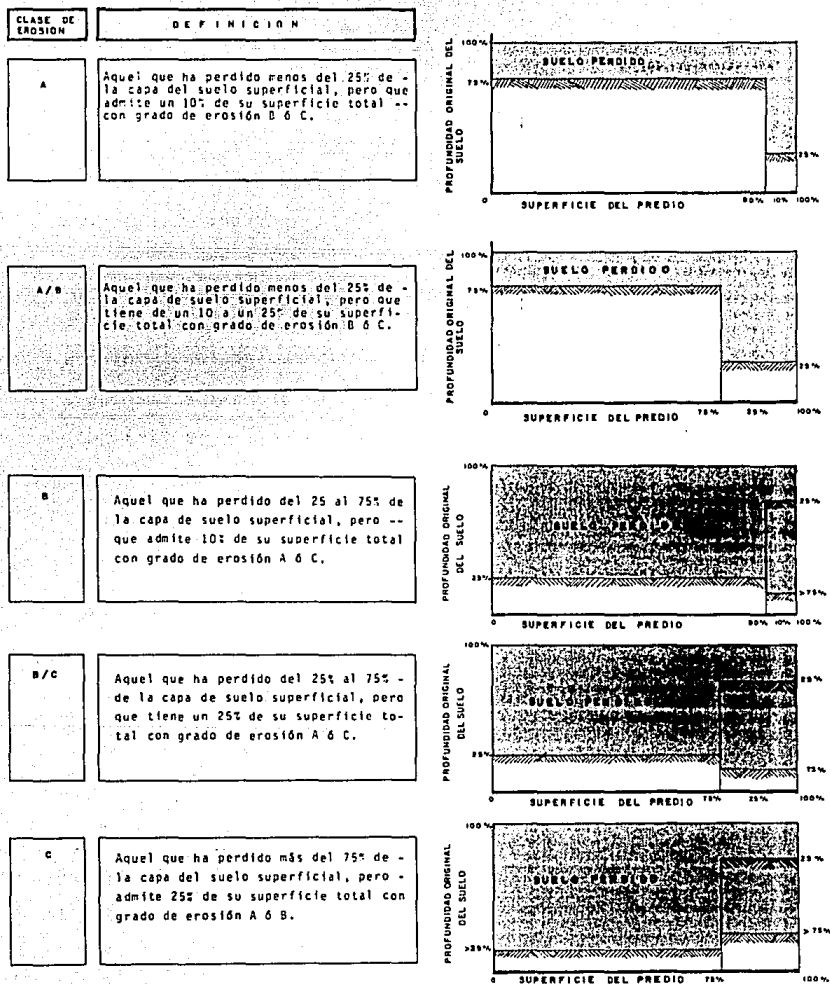
La primera de ellas es la utilización de la Metodología para la Evaluación de la Degradación de los Suelos (FAO-PNUMA, 1979) cuyo enfoque es de pérdida de suelo potencial, metodología aplicada y calibrada al territorio mexicano por el Colegio de Postgraduados de Chapingo en 1980 (Estrada y Ortíz Solórzano, 1982).

El segundo, es la clasificación de erosión propuesta por FAO/UNESCO en 1954, cuyo propósito es el de evaluar la pérdida del suelo; esta técnica fue utilizada por la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua en 1976 para iniciar el Inventario Nacional de Areas Erosionadas. A continuación se explica como se define cada clase de esta clasificación --

Figura 1.

CLASIFICACION DE EROSION DE LA F.A.O. UNFSC

(1954).



mediante la figura No. 1.

4.4.8 Límites de tolerancia para pérdida de suelos.

Como la erosión es un proceso natural es difícil reducir la al 0%. Por esta razón, se han establecido límites de tolerancia sobre la pérdida del suelo que permitan mantener el nivel de su productividad de forma sostenida.

Para esto, es necesario considerar que la velocidad en la pérdida del suelo no debe ser mayor que la formación del mismo. Experimentalmente se ha encontrado que en condiciones alteradas por efecto de las prácticas de labranza, se pueden formar aproximadamente de 0.8 a 1.8 ton/ha/año. Por lo tanto, pueden permitirse pérdidas hasta de 1.8 ton/ha/año (0.0144 cm) en suelos profundos, bien drenados y permeables y de 0.4 ton/ha/año (0.0032 cm) en suelos poco profundos y de permeabilidad reducida.

En México se han realizado estudios que indican que en los suelos con vegetación nativa poco alterada continúa formándose suelo; sin embargo, al ser manejados deficientemente están sujetos a un proceso erosivo por pérdida del suelo, como puede apreciarse en el siguiente cuadro.

Uso del suelo.	Pérdida por erosión Ton/ha/año.	Pérdidas* permisibles Ton/ha/año.	Suelo erosionado Ton/ha/año.	Formación de suelo Ton/ha/año.
Agrícola	2.4	0.8	1.6	---
Pastizales	0.6	1.8	---	0.4
Forestal	0.01	1.8	---	1.79
Áreas sin vegetación	16.0	0.4	15.6	---

* Con base en las características del suelo

Fuente: SARH-CP, 1982

Para controlar o resolver el problema de erosión inducida es necesario, además de conocer la dinámica de los suelos en el área del problema, analizar y reconocer la situación ambiental en la que se encuentran las áreas erosionadas.

Es indispensable conocer las características y funciones del sistema ambiental al que pertenecen, para poder garantizar que las acciones de conservación o restauración que se implementen estén acordes con el entorno y coadyuven a mantener o restaurar el equilibrio ecológico del sistema.

4.4.9 Técnicas de Restauración de Suelos utilizadas en el país.

Los tipos de trabajos o prácticas que se han utilizado para controlar o combatir la erosión pueden agruparse en 3:

1. Prácticas mecánicas.- Que consisten en el movimiento de tierra y en la construcción de obras con el objetivo de disminuir los escurrimientos superficiales y el transporte de sedimentos; para efectuarlas es necesario utilizar implementos agrícolas, equipo especial o mano de obra. Económicamente --

son las prácticas más caras.

La selección de las prácticas mecánicas está en función de la clase agrológica, uso y destino del suelo y condiciones ambientales, así como del valor de los terrenos por proteger y la disponibilidad de recursos económicos para implementarlas. A continuación se enlistan las principales prácticas.

- a) Surcado al contorno +
- b) Surcado lister +
- c) Zanjas y bordos a nivel*
- d) Terraza de base ancha **
- e) Terraza de banco o bancales**
- f) Terraza de bancos alternos**
- g) Terraza tipo zingg o de canal amplio **
- h) Terraza de base angosta o formación sucesiva*
- i) Terraza individual **
- j) Presas de ramas +
- k) Presas de malla de alambre *
- l) Presas de morillos +
- m) Presas de piedra acomodada **
- n) Presas de gaviones *
- ñ) Presas de mampostería **

2. Prácticas vegetativas.- Consiste en la utilización y manejo de plantas o cultivos con la finalidad de proteger el suelo del efecto erosivo de la lluvia o del viento, evitando su

-
- + Bajo nivel de inversión inicial.
 - * Medio nivel de inversión inicial.
 - ** Alto nivel de inversión inicial.

arrastre y/o transportación. Estas prácticas son menos costosas ya que la mayoría consiste en el manejo adecuado de la vegetación de interés económico.

Al igual que en el grupo anterior, la selección de las prácticas vegetativas está en función de la clase agrológica del terreno, uso y destino del suelo y de las condiciones ambientales que prevalecen en el área erosionada.

Las principales prácticas vegetativas son:

- a) Rotación de cultivos
- b) Cultivos en fajas
- c) Abonos verdes
- d) Cultivos de cobertera
- e) Cortinas rompevientos
- f) Reforestaciones
- g) Manejo de pastizales
- h) Manejo de bosques y selvas

3. Prácticas mixtas.- Es el uso conjunto o sucesivo de prácticas mecánicas y/o prácticas vegetativas con el objetivo de proteger, controlar o combatir los procesos erosivos.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

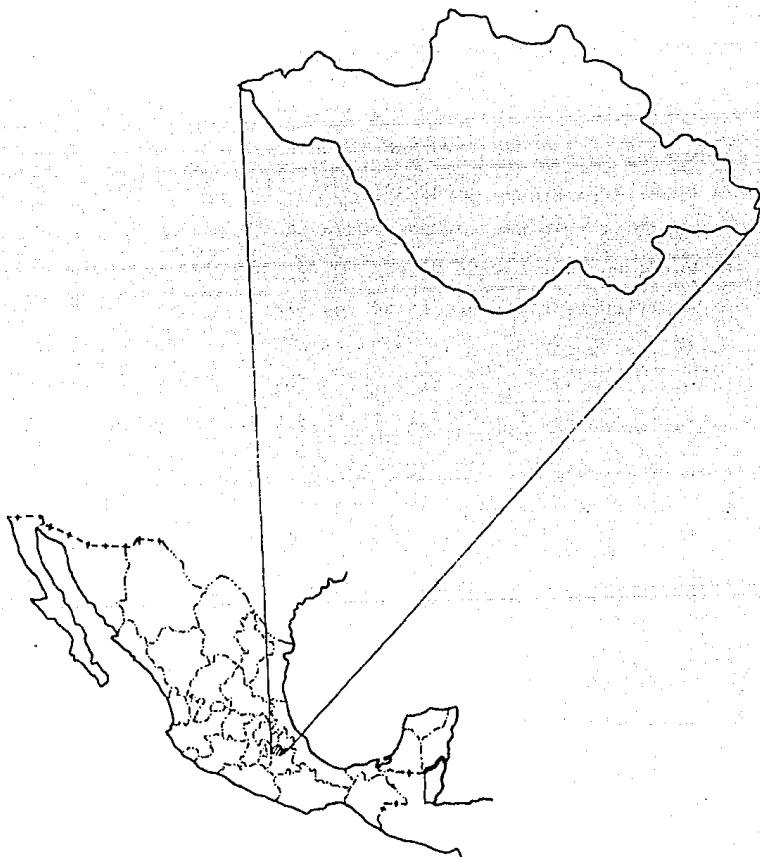
1. Descripción del Ambiente.

1.1 Localización

El Estado de Tlaxcala (ver croquis No. 1) tiene una extensión de 4,060.923 Km², que lo ubica como el más pequeño de la República; ocupa el ángulo formado por el Eje Volcánico -- Transversal y la Sierra Madre Oriental, sobre la Meseta de -- Anáhuac, por ésto, todo el estado se encuentra sobre los 2,000 m de altitud. Parte del Estado de Tlaxcala (Planicie Panotla-Nativitas) pertenece a la unidad fisiográfica del Valle de Puebla (SPP, 1981). Tiene la forma general de un rombo, con el eje mayor en sentido Oriente Sur Oriente-Poniente Nor Poniente. Su vértice Oriental se encuentra en la Sierra de Tlaxco y el Occidental en la Sierra Nevada. Sus extremos Norte y -- Sur en el Huintetépetl (igualmente en la Sierra de Tlaxco) y la Malintzin, respectivamente (Bassols, 1980; Sánchez, 1970; SPP, 1981).

Está ubicado dentro de la Provincia Fisiográfica más densamente poblada del país: Eje Neovolcánico (Bassols, 1980; -- Flores, 1974) y consecuentemente la que ha sufrido mayor degradación en sus ecosistemas a una velocidad alarmante (Ern, 1973, 1976; García, 1978).

CROQUIS DE LOCALIZACION
DEL ESTADO DE TLAXCALA



CROQUIS No. 1

1.2 Elementos del Medio Natural

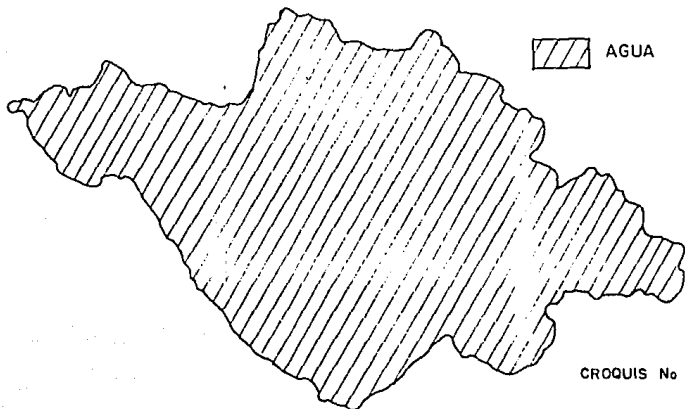
1.2.1 Geología

En el Estado de Tlaxcala existen 3 formaciones principales: la inferior, que consiste en andesitas y tobas andesíticas; la intermedia de basaltos, arenas y cenizas basálticas; y la superior, constituida por rellenos de los valles donde intervienen sedimentos fluviales, lacustres, fluvio-glaciales y eolianos, así como corrientes basálticas, arenas y cenizas volcánicas intercaladas en diversos horizontes. (Comité Carta Geológica, 1960; Cruz 1949).

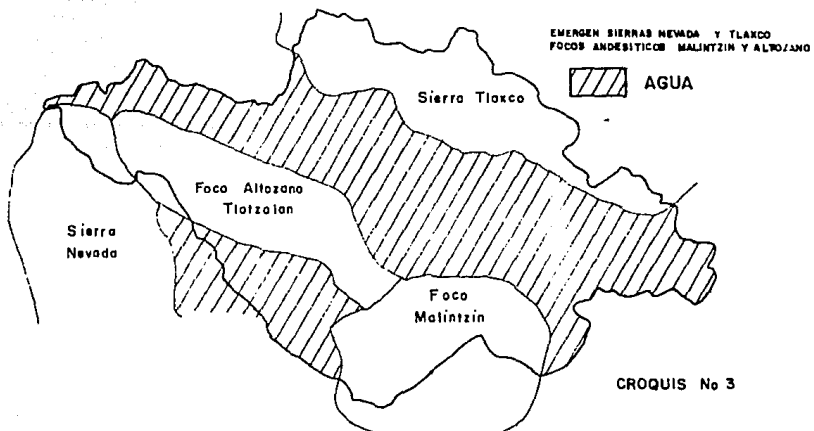
En las calizas del Cretácico existía un gran valle que abarcaba todo el estado (croquis No. 2). Al emerger las Sierras Nevada y la de Tlaxco (croquis No. 3), se acentuó el relieve (vigorizándose el trabajo de los ríos) por las emisiones andesíticas de la fractura central (en los focos de la Malintzin y el Altozano de Tlatzalan); los depósitos de rocas piroclásticas obstruyeron los valles creando una topografía distinta. Las emisiones basálticas, que marcaron el término de la actividad volcánica del Neógeno*, acabaron de cerrar los valles y dieron lugar a la formación de cuencas lacustres independientes entre las que se encuentran: Tochac, Tlaxco, Texcalac, Huamantla, Oriental, Zoapila y Panotla-Nativitas -- (croquis No. 4). Durante la vida de estos lagos ocurrió el depósito de las calizas hidrogénicas, las diatomeas o tizates y las arcillas verdosas y blanquizas.

* Neógeno.- Período final de la Era Terciaria, subdividida en: Mioceno y Plioceno.

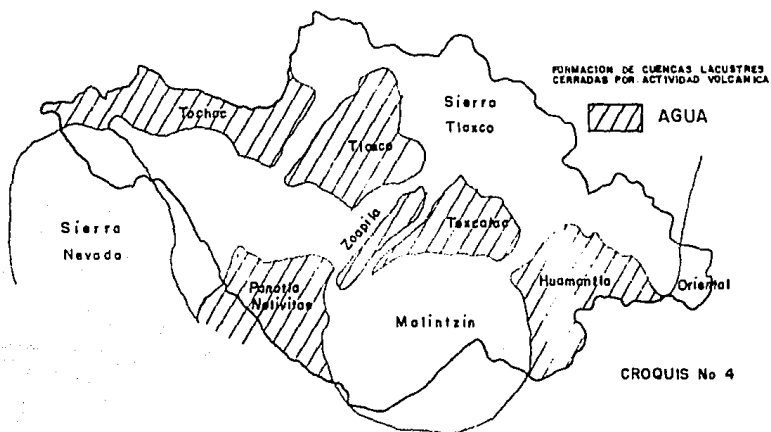
MESOZOICA - CRETACICO



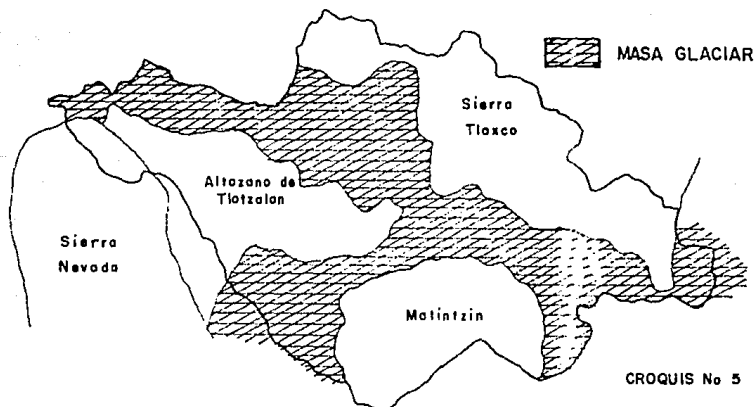
CENOZOICA - MIOCENO SUPERIOR



NEOGENO



EPOCA GLACIAR



La época glaciár (croquis No. 5) dió lugar al depósito de muy escasos sedimentos, pues los glaciares rellenaron las cuencas lacustres y se unieron formando una masa relativamente estática. Sólo los glaciares que descendían de la Sierra Nevada tenían vigor para surcar los sedimentos lacustres que ocupaban el lugar de la actual Planicie de Panotla-Nativitas, transportando sus cargas hacia el Sur Oriente hasta terminar la etapa de glaciación; las morrenas formaron nuevas obstrucciones y restablecieron las condiciones lacustres de la Cuenca de Puebla.

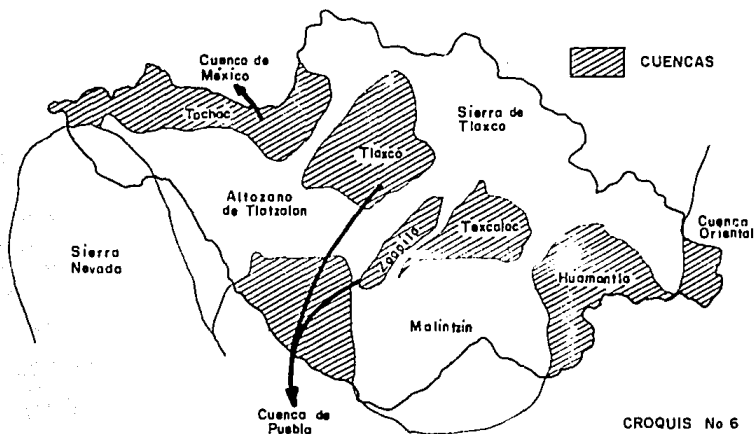
Al encontrar salida las aguas de la Cuenca de Puebla por Molcajac, labraron el profundo cañón de ese nombre y al desaguar el vaso, se estableció el actual curso del Río Atoyac. Las aguas de las cuencas restantes también encontraron salida (croquis No. 6): las de Tochac hacia la Cuenca de Puebla y -- solamente las de Huamantla y Zoapila quedaron en condiciones semejantes a las actuales, sin drenaje exterior, formando parte de la cuenca cerrada de Oriental (Comité carta geográfica, 1960; Crúz, 1949; Flores, 1974; SPP, 1981).

1.2.1 Relieve

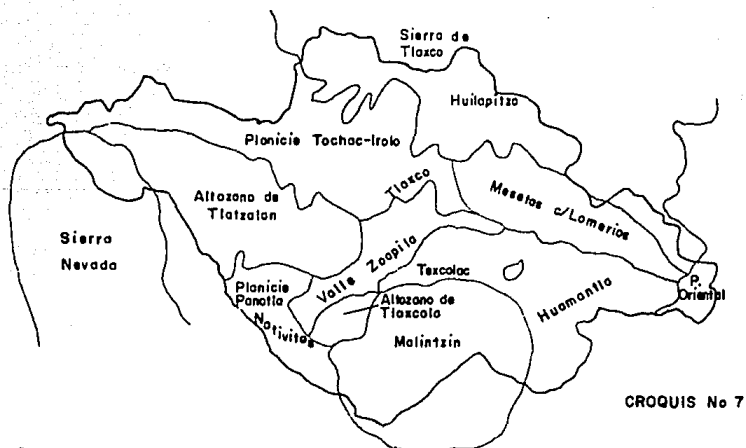
Dentro del relieve del estado se encuentran dos parteaguas continentales (ver croquis No. 7); la Sierra de Tlaxco y la Sierra Nevada.

La Sierra de Tlaxco se encuentra al Norte, con una extensión longitudinal de 80 Km, es la unidad orográfica más importante del estado. En el extremo Poniente está la Sierra Nevada con una extensión de 20 Km dentro de Tlaxcala, ligada

DESAGÜE DE CUENCAS



RELIEVE



a la sierra anterior se localiza el Altozano de Tlatzalan -- con una longitud de 40 Km, en dirección casi paralela a la -- de la Sierra de Tlaxco.

En la porción Sur Oriente se encuentra la Malintzin (con un diámetro de 36 Km y una superficie circular de 646 Km², -- abarca el 16% de la superficie total del estado) alineada con la cresta del Altozano de Tlatzalan. Entre éste y la Malintzin se forma una saliente, en la porción Sur Oriente, ocupada en parte por el pequeño Altozano de Tlaxcala, ligado por -- el volcán mencionado y la Planicie de Panotla-Nativitas (con 288 Km² de extensión).

Al pie de la Sierra de Tlaxco se encuentran las principales planicies del estado: Planicie de Tlaxco (108 Km² de -- extensión), Texcalac (107 Km²) y Huamantla (107 Km²) separadas entre sí por lomeríos transversales.

Se ubica también entre la Sierra de Tlaxco y el Altozano de Tlatzalan la principal depresión del estado: la gran -- Planicie de Tochac (250 Km²), al Sur Oriente de ésta se encuentran las arriba mencionadas.

La Planicie de Oriental (57 Km²) se encuentra en el extremo Oriente, alojada en la Sierra de Tlaxco y lomeríos secundarios (Crúz, 1949; SPP, 1981).

1.2.3 Climatología

Climatológicamente se identificaron tres grupos de climas: C, B, y el E (clasificación climática de Köppen modificada

por García, 1978). Siendo el grupo de climas C el característico debido a que el estado es influenciado en su marcha de temperatura por la altitud, independientemente de que se ubique en una latitud (19°LN) que correspondería a climas tropicales. Por los regímenes pluviométricos que se presentan, domina el templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw). Dentro de este clima se determinó la presencia de tres climas diferentes diferenciados entre sí por el grado de humedad que presentan (croquis No. 8):

C(w2) (w)B (i')G.- Templado, el más húmedo de los subhúmedos con régimen de lluvias de verano, verano fresco, poca oscilación térmica y marcha anual de la temperatura gangética.

C(w1) (w)B (i').- Templado subhúmedo, régimen de lluvias en verano, con verano fresco y poca oscilación térmica.

C(w0) (w) B I.- Templado, el más seco de los subhúmedos, régimen de lluvias de verano, con verano fresco, isotermal.

Dentro del grupo de climas B, el estado cuenta con una mínima superficie que presenta un clima seco y templado; lo primero debido fundamentalmente a que esta zona se encuentra en lo que se denomina "sombra de lluvia" o efecto de sotavento, pues está en las laderas de la vertiente Occidental de la Sierra de Tlaxco, que como ya quedó mencionado es un parteaguas continental. Lo segundo, como ya se explicó, es característico del estado por su altitud. El clima encontrado de este grupo es:

BS1Kw"(i').- Estepario, el menos seco de los BS, templado con

dos máximos de lluvia y poca oscilación térmica.

Con lo que respecta al grupo de climas E, éste sólo se ubica en las grandes altitudes, por lo que caracteriza a la cima de la Malintzin con el siguiente clima:

ETHw.- Frío de tundra, encontrado en grandes altitudes, con régimen de lluvias en verano:

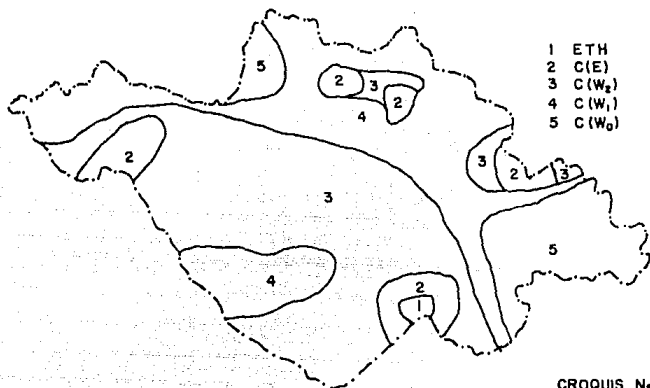
(García, 1978; SARH, 1975; SOP, 1970; UNAM 1970).

Debido a lo general de la división de los tipos de climas, según García (1978), y la estrecha información que puede obtenerse al querer relacionar el clima y la vegetación específica de bosques de coníferas, se plantearán en este inciso los estudios más recientes para poder determinar con exactitud tanto la distribución de los microclimas como de la vegetación.

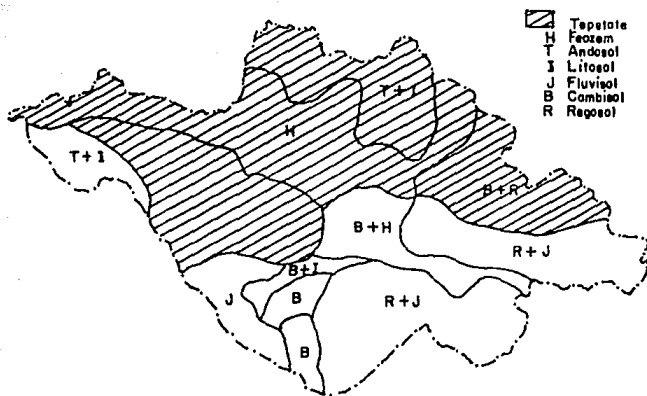
Desde el punto de vista climático el Estado de Tlaxcala se considera como una región montañosa de los trópicos marginales, con influencias climáticas extratropicales. El carácter tropical marginal se manifiesta tanto en la marcha de la temperatura, con una oscilación anual relativamente pequeña, de hasta 6°C, como también en el régimen de lluvias caracterizado por un período de precipitación veraniega y una estación seca invernal.

Las influencias extratropicales se derivan de la circulación atmosférica del trimestre de invierno, y se manifiestan por la invasión frecuente de frentes fríos en la parte Oriental del altiplano mexicano produciendo una depresión en

CLIMATOLOGIA



SUELOS



la temperatura mínima. Simultáneamente estas masas de aire frío ocasionan a veces precipitaciones adicionales (Klink, 1973; Lauer, 1973; Lauer, 1977).

Considerando estos fenómenos climatológicos generales, la división de la vegetación adquiere un significado especial en la selección de criterios para delimitar las áreas de los tipos climáticos.

En la distribución vertical del área se presentan siete pisos altitudinales de la temperatura, mismos que se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Distribución Altitudinal de la Vegetación en Pisos Térmicos por el Número de Días con Helada que se presentan.

Piso Térmico.	Altitud	Descripción	Vegetación	No. Días con heladas
		Nevado	Límite climático de nieves	360
* 1	4,800	-----	-----	-----
		Subnevado	Zacatonales	315-360
5	4,000	-----	Límite de árboles -----	-----
		Helado	Bosque de <u>Pinus hartwegii</u>	195-320
9	3,300	-----	Límite de bosques -----	-----
		Frío	Bosque de Pinos y Oyameles	115-200
13	2,700	-----	-----	-----
		Semifrío	Bosque de Pinos y Encinos	65-120
15	2,400	-----	-----	-----
		Fresco	Bosques Mixtos de Encinos y Pinos.	20-70
17	2,100	-----	-----	-----

* En (°C).

Fuente: Lauer, 1977.

El segundo criterio importante está representado por la precipitación. Con relación al efecto climático-ecológico - sobre la cubierta vegetal, se sabe que en lugares muy húmedos la cantidad de lluvia es más importante, mientras que en regiones semihúmedas y secas adquiere mayor significación la duración de la época de lluvias para el comportamiento ecológico del mundo vegetal, por lo que los climas se han trazado -- valiéndose de la componente higríca* en la forma de isohigrómenas (líneas de igual número de meses húmedos); ver cuadro - 6.

Cuadro 6. Subtipos Higrícos del Clima por Precipitación presente.

Tipos Principales Higrícos.		Subtipos Higrícos.	
No. de meses Húmedos.	Descripción	Precipitación (mm)	Descripción
7	Semihúmedo	> 1,200	Lluvioso (D)
		800-1,200	Semilluvioso (C)
		800-1,200	Semilluvioso (C)
6	Semiárido	400- 800	Semiseco (B)
		< 400	Seco
5	Subárido	400- 800	Semiseco (B)
		< 400	Seco (A)

Fuente: Lauer, 1977.

En la interferencia de las componentes térmicas e higrícas surgieron tipos climáticos higrótérmicos integrados que describen bastante bien, climatológicamente, al estado. Se diferencian diez tipos climáticos que proporcionan un índice ecológico potencial para evaluar un área particular, sobre --

* Higríca.- Referida a la humedad atmosférica.

todo en relación con las características de la cubierta vegetal natural; esta tipificación hace posible la información requerida por la actividad agrícola y forestal (Lauer, 1977).

En el cuadro 7 se muestran los tipos y subtipos climáticos que se determinaron por medio de una clave de números y letras. Las combinaciones de números representan los tipos climáticos como sigue: números romanos = pisos altitudinales de temperatura y números arábigos = número de meses húmedos. Las letras mayúsculas describen los subtipos climáticos:

A = seco (<400 mm de precipitación anual)

B = semiseco (400-800 mm)

C = semilluvioso (800-1, 200 mm)

D = lluvioso (>1,200 mm)

Cuadro 7. Clasificación de los Tipos Climáticos Por Pisos Térmicos y Componente Higrúica.

Tem. Med. An.	Altitud.	Descrip. piso térmico	Días con heladas.	5		6		7	
				Subárido <400	400-800	semidrido 400-800	800-1200	semihúmedo 800-1200	>1200
1	4,800	Nevado	360						XI 7D
5	4,000	Subnevado	315-360						X 7D
9	3,300	Hielado	195-320						IX 7C IX 7D
13	2,700	Frío	115-200			VIII 6B	VIII 6C	VIII 7C	
15	2,400	Semifrío	65-120	VII 5A	VII 5B	VII 6A	VII 6B	VII 6C	VII 7C
17	2,100	Fresco	45-70	VI 5A	VI 5B	VI 6A	VI 6B	VI 6C	

Fuente: Lauer, 1977.

Los números romanos empiezan desde VI por estudios realizados en pisos térmicos inferiores (Lauer, 1977).

Los tipos climáticos que predominan en Tlaxcala son: VIII 6B, VIII 6C, VII 5B, VII 6B, VII 6C, VI 6B y VI 6C.

Estos tipos climáticos predominantes se presentan ya que la mayor parte de la superficie estatal se ubica entre los 2,100 y 2,700 m de altitud, existiendo todos los tipos higrícos y todos los subtipos climáticos, a excepción de D que se circunscribe a la zona de alta montaña de la Malintzin.

1.2.4 Suelos

La mayoría de los suelos de la República se formaron durante el Cuaternario (Flores, 1974). El clima del Plioceno fue cálido, bastante homogéneo y comenzó a deteriorarse para dar lugar al Pleistoceno que se caracteriza por las grandes alteraciones climáticas, que en el aspecto térmico llegaron a los enfriamientos productores de las glaciaciones, por un extremo y, por otro, a los interglaciares durante los cuales debido al incremento en la temperatura, las grandes masas de hielo se fundieron casi en su totalidad. Al mismo tiempo hubo incremento en las precipitaciones seguido o antecedido de temporadas secas. Es importante también el valor de los fenómenos volcánicos (deposición de cenizas) en el rejuvenecimiento de algunos suelos al igual que los cambios climáticos y finalmente los depósitos aluviales. Todo esto trae como consecuencia que los suelos de México sean jóvenes y poco desarrollados, sobre todo en la parte de la Cordillera Neovol-

cánica (Flores, 1974; García Castañeda, 1978). Estas sucesiones de fenómenos geológicos en el Estado de Tlaxcala dieron origen a los suelos característicos de la zona.

Los suelos del Estado de Tlaxcala son consecuencia de la sucesión de los fenómenos geológicos registrados, además por ubicarse en la Cordillera Neovolcánica puede decirse que son suelos jóvenes, debido a la deposición de cenizas volcánicas de la Malintzin, fundamentalmente, y el Iztaccíhuatl y Popocatepetl, en forma secundaria (Flores, 1974). Por la localización geográfica de Tlaxcala, el ecosistema predominante era el bosque. La presencia de la vegetación forestal favoreció al desarrollo de los suelos de barro y la deforestación subsecuente a la colonización del hombre, desde la época Precolombina, dió inicio a la denudación del suelo (Crúz, 1949; Patiño, 1942).

El fenómeno edafológico que más atrae es el tepetate, -- que son tobas volcánicas consolidadas con una estructura característica. Se presenta generalmente en compañía de los -- suelos de barro y se manifiestan en la superficie debido a -- la erosión (Aeppli, 1972, 1975).

El tepetate puede considerarse como el material madre de los suelos de barro (Werner, 1978). El horizonte superior es rico en arcilla (hasta un 40%) debido a la meteorización del material de origen; hacia abajo esta meteorización muestra una disminución (al igual que el contenido de arcilla). La estructura del suelo superior es poliédrica; hacia abajo cambia a poliédrica-prismática para pasar en el suelo inferior a una estructura de bloque macizo. Este horizonte inferior -

tiendo a consolidarse al secarse (es el tepetate) (Aeppli, - 1975; Werner, 1977). En variantes muy arcillosas, el suelo de barro adquiere en los horizontes superiores características de expansión y encogimiento. Estos suelos muestran así propiedades de cambisoles y vertisoles (Werner, 1977).

En la mayoría de los suelos de barro se presenta una ca pa de recubrimiento denominada capa holocena, que es un estra to arenoso-limoso de origen eólico (Aeppli, 1975).

Se supone que el estado estaba poblado por árboles antes de la colonización del hombre, y por ello protegido contra la erosión. Los suelos de barro se desarrollaron durante el -- transcurso de la vegetación forestal precedente (por ello se les considera como formaciones fósiles) (Aeppli, 1975), que al ser desmontados para cultivo son erosionados y las particu las desprendidas principalmente del terreno de aluvión en las partes centrales de las cuencas, son depositadas y consolidadas sobre los suelos de barro. Esta capa holocena impide, a causa de su textura, pérdidas de agua mediante evaporación y favorece la infiltración (Aeppli, 1975; Werner, 1978, 1977).

El tepetate está en cada suelo de barro desarrollado, - en cierto modo preformado, sin que pueda ser reconocido en - una excavación en estado húmedo. Solamente cuando la erosión interviene y los horizontes superiores son eliminados, se seca el horizonte formador de tepetate y desarrolla, después -- de manera irreversible, su constitución mecánica extraordinariamente dura gracias a que posee una consistencia interna -- muy elevada (Aeppli, 1975), que se apoya en el efecto enmasi-

llador del sílice amorfo, que en el curso de la formación del suelo quedó liberado en los horizontes superiores y llegó en dirección hacia abajo a los horizontes formadores de tepetate. Junto al sílice pueden haber participado también en el enmasillamiento minerales de arcilla y óxidos e hidróxidos de fierro (Werner y Schonhals, 1977).

Dentro del sistema de clasificación de la 7a. aproximación (1968) según FAO-UNESCO, los suelos de barro se consideran cambisoles y los tepetates como duripanes o suelos con "duric phase" (Werner y Schonhals, 1977). La capa holocena no es una unidad de suelo y no concuerda con las características de definición de ellas, tiene un grosor que varía de 20 a 100 cm, sólo cuando sobrepasa esta profundidad puede considerársele como regosol. Esta capa se presenta en toda la superficie del estado, a excepción de la zona central de la Cuenca de Tlaxcala, en las partes inferiores de las laderas Norte de la Malintzin, en la Planicie de Oriental y en alturas mayores a los 2,800 msnm (Aeppli, 1975; Werner, 1978; Werner y Schonhals, 1977).

Los suelos predominantes (Aeppli, 1972, 1975; Werner, 1978, 1977), numerados en orden de importancia según la superficie que ocupan son (croquis No. 9):

1. Tepetate (duripanes).- Distribuidos en todo el estado, no son aptos para la agricultura, deben reforestarse para evitar el avance de la erosión del suelo.
2. Cambisoles (suelos de barro).- Pueden ser para uso agrícola siempre y cuando posean capa holocena, que por su alto con

tenido de arcilla (30%) son incultivables en épocas de sequía y difícilmente cultivables cuando están húmedos. La capa holocena es fácilmente erosionable.

3. Gleysoles.- Se consideran todos los suelos en los cuales el agua subterránea está situada a menos de un metro por debajo de la superficie. Son suelos de alta fertilidad siempre y cuando no tengan problemas de salinización o un nivel demasiado alto de agua freática. Su utilización está supeditada a la utilización de drenaje. Se encuentran en la Planicie de Panotla-Nativitas.

4. Regosoles.- Dístricos de arenas eólicas, se encuentran en el Oriente del estado, en la Planicie de Oriental y Huamantla. Son suelos de los que se pueden obtener altos rendimientos agrícolas; si no se encuentran adecuadamente cultivados existe extremo peligro de erosión. Eutricos de sedimentos de toba, se encuentran alrededor de la Malintzin en forma de anillo, suelos valiosos para la agricultura con una alta capacidad de agua aprovechable, pero con extremo peligro de erosión (Werner, 1978).

5.- Ranker y Rendzinas.- Se encuentran en la falda meridional de la parte Oriental del Altozano de Tlaxcala. Debido a la poca profundidad, ubicación en laderas y reducida capacidad de agua aprovechable, casi no se usan para el cultivo.

6. Fluvisoles.- Localizados en la parte central de la Cuenca de Tlaxcala, son suelos con alta capacidad de agua aprovechable y de intercambio, son aptos para el cultivo agrícola a excepción de laderas muy empinadas.

7. Andosoles (vitrícos). - Ubicados en la cúspide de la Malintzin. No aptos para la agricultura. (Aeppli, 1972, 1975; -- Werner, 1977, 1978).

1.2.5 Vegetación

Con lo que respecta a vegetación, por encontrarse México en una región de superposición y mezcla de los dos elementos fitogeográficos (holártico y neotropical) (Ern, 1972; Klink, 1973), por su posición geográfica, su relieve accidentado y su variedad climática es uno de los países del mundo más ricos en árboles (Ern, 1976, 1973; Lauer, 1973).

El clima tropical marginal de México, modificado por el relieve marcado según la altura, es causa de una disposición de diferentes comunidades de plantas en forma de pisos altitudinales, dependientes de los tipos climáticos y de los diferentes grados de humedad que son determinados por las distintas formaciones de nubes que se producen regularmente por los efectos de barlovento y sotavento que tienen bastante importancia. Otra influencia modificadora en la división de la vegetación es la producida por las diferencias edáficas que provienen del sustrato para la formación del suelo y de las condiciones de humedad (Klink, 1973; Ern, 1973; Lauer, 1973).

La vegetación del Estado de Tlaxcala es de procedencia boreal y el carácter de la vegetación está marcado esencialmente por las coníferas de las variedades: Pinus, Abies, Cupressus y Juniperus, que aún forman extensos bosques en las orillas orientales de las tierras altas, entre 2,000 y 3,000 m, así como en los flancos de los volcanes (entre los 2,500

y 4,000 msnm) (Ern, 1972).

Los bosques de coníferas de Tlaxcala están concentrados en dos regiones de la tierra fría: 1o. en la Sierra de Tlaxco y 2o. en las laderas de la Malintzin. Las tierras altas y los cerros calizos soportan bosques de ralos de encinos, pinos y enebros (Ern, 1973).

La repartición de las diversas asociaciones de coníferas es determinada por las exigencias ecológicas de las especies dominantes (Ern, 1973).

Podemos agrupar las coníferas de Tlaxcala en los siguientes grupos ecológicos, determinados por la altitud:

1. Bosques secos de pinos y enebros.- Crecen por lo general entre los 2,000 y 2,700 msnm en las grandes cuencas y en los cerros calizos. Forman bosques muy abiertos mezclados con encinos, robles, gramíneas y varias cactáceas. Las asociaciones más valiosas por su madera son las de Pinus rudis y Pinus oaxacana, en los cerros de la planicie Oriental y sus alrededores. Los bosques de Pinus cembroides, cerca de El Carmen, tienen cierta importancia por la obtención de sus semillas comestibles. En los arenales de la Planicie de Oriental, Juniperus deppeana puede considerarse como muy eficaz contra la erosión. La destrucción de estos bosques secos por tala y fuego está muy avanzada y parece muy difícil reconstruir su aspecto original (Ern, 1973).

2. Bosques secos de robles de follaje.- Se localizan principalmente al Oriente del Estado, entre las altitudes de 2,500

a 2,700 m; la integran fundamentalmente las siguientes especies: Quercus crassipes, Quercus castanea y Quercus microphylla, en algunos lugares existe mezcla con los bosques mixtos de pinos y encinos, asociándose entonces con: Pinus leiophylla, Pinus teocote, una variedad xerófila de Pinus pseudostrobus, Pinus oaxacana, Pinus rudis y Pinus cembroides (Ern, -- 1972).

3. Bosques mixtos de pinos y encinos.- Estos bosques cubren las vertientes inferiores de los volcanes, abajo de la altitud de los 2,700 m, ocupando grandes áreas del sotavento de las elevaciones más altas y del altozano de Tlaxcala y está caracterizada por la presencia de Pinus rudis, y encinos de hoja caduca. Están mezclados con Arbutus glandulosa y Arbutus xalapensis, éste último sobre todo en regiones más cálidas. Un representante muy importante es Juniperus deppeana, localizado en los bordes del área seca, no se observa en los bosques de pinos y encinos del tipo más húmedo cuyos principales representantes son los pinos mesófilos Pinus pseudostrobus, Pinus montezumae y Pinus Teocote. La presencia de Pinus leiophylla tanto en los bosques de pinos y encinos secos como húmedos, debe ser consecuencia de la acción del hombre (Klink, 1973).

4. Bosques de coníferas de alta montaña.- Este piso altitudinal es desde semihúmedo a subhúmedo, ya que está situado en el nivel principal de condensación de las nieblas, que usualmente se encuentran a 2,700 msnm (Klink, 1973). La diferencia entre semihúmedo y subhúmedo queda explicada por los contrastes de insolación según la diversa exposición de las laderas), --

que produce una evapotranspiración variada originada por una rápida formación de nubes tipo convectivo durante la primera mitad del día (Ern, 1972; Klink, 1973). El límite altitudinal es hasta los 3,000 m.

El bosque de coníferas de alta montaña subhúmedo está integrado por pinos mesófilos como: Pinus pseudostrobus, Pinus ayacahuite, Pinus patula y agrupaciones casi puras de Abies religiosa con Quercus laurina y Alnus firmifolia; en las barrancas se encuentra Cupressus lindleyi que sustituye al "oyamel" (Klink, 1973).

El bosque de coníferas de alta montaña semihúmedo está representado por: Pinus montezumae, Pinus teocote, Alnus firmifolia y encinos siempre verdes como Quercus laurina; Abies religiosa y Pinus ayacahuite se presentan en barrancas húmedas (Klink, 1973).

5. Bosques de Pinus hartwegii.- Se encuentran entre los 3,200 y 4,100 m, junto con algunas Abies religiosa hasta los 3,600 m. El límite superior del arbolado está entre los 3,900 msnm en la Malintzin y está formado por Pinus hartwegii. Como únicas plantas leñosas el Juniperus monticola forma orizabensis y forma compacta y una Mahonia siempre verde (probablemente M. ilicifolia) suben a alturas más elevadas, creciendo normalmente en suelos rocosos (Ern, 1972; Klink, 1973).

6. Zacatonales de alta montaña.- Se localizan de los 4,100 a los 4,500 msnm. Están formados por una comunidad Festuca toluensis y Calamagrostis toluensis, que se extiende hasta el bosque de Pinus hartwegii, arriba de los 4,300 m es sustituida

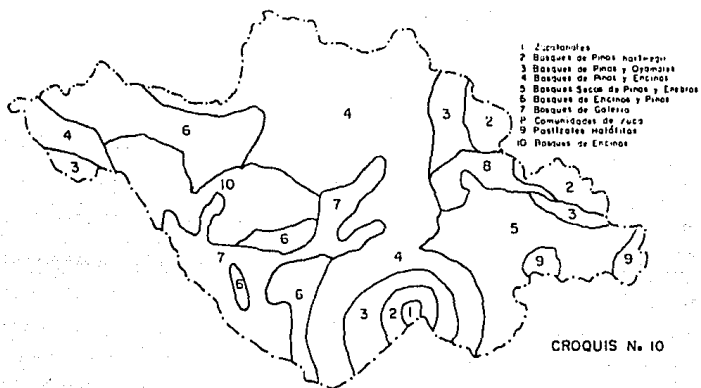
por una comunidad de Festuca livida y Arenaria bryoides, hasta los 4,500 m generalmente unida, y después se disuelve en agrupaciones pequeñas según las circunstancias edáficas (Ern, 1972; Klink, 1973).

7. Bosques secundarios de pinos resistentes al fuego. Este grupo ecológico no está determinado por la altitud, sino más bien por características que le han permitido sobrevivir a los ataques del hombre al incendiar los bosques de coníferas de alta montaña. La mayoría de los bosques de pinos extendidos en las faldas de los volcanes y en el borde Oriental y Norte de la mesa central pertenecen a este tipo de bosque secundario o serial. Los Pinus leiophylla, Pinus Teocote, Pinus rudis, Pinus oaxacana, Pinus montezumae y Pinus hartwegii tienen en común una cierta resistencia al fuego; tienen una corteza gruesa y las plantas jóvenes tienen la mayoría de sus hojas en la extremidad superior de sus troncos. Así sobreviven a los fuegos del suelo. Al contrario de Abies religiosa, Cupressus lindleyi, Pinus ayacahuite y Pinus pseudostrobus que tienen la corteza gruesa, pero los árboles jóvenes tienen una forma piramidal con la mayoría de las hojas en las ramas inferiores, así son devorados por el fuego y mueren fácilmente (Ern, 1973).

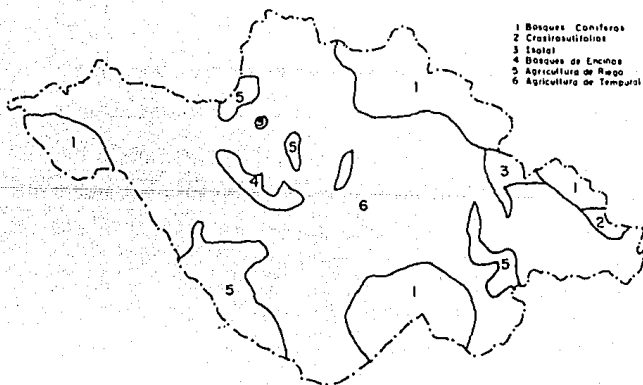
Otros tipos de vegetación:

8. Bosques de galería o aluviones.- Se distribuyen en la llanura de los ríos Zahuapan y Atoyac y están integrados fundamentalmente por Fraxinus, Salix y Alnus arguta (Lauer, 1973).

VEGETACION POTENCIAL NATURAL



VEGETACION ACTUAL



9. Comunidades de Yuca.- Esta vegetación está influenciada probablemente por el hombre y se localiza en el Municipio de -- Atltzayanca (El Capulín, Teocoac y Atltzayanca) la componen - las especies Yucca filifera y Yucca elephantipes (Klink, 1973).

Todos los bosques del área están muy influenciados por las - acciones destructivas del hombre. Por esta razón, la distri - bución aquí presentada es una vegetación potencial natural; es decir, una vegetación que desarrollándose sola se adapta - ría a las posiciones correspondientes (bajo las condiciones actuales) como última fase, bastante estable, de una sucesión (Klink, 1973). (croquis Nos. 10 y 11).

1.2.6. Hidrografía

1.2.6.1 Superficial

Existen solamente dos corrientes permanentes importantes: los ríos Zahuapan y Atoyac. El primero nace en la Sierra de - Tlaxco, originándose de escurrimientos que descienden de la - vertiente Sur de la Sierra de Puebla y desemboca en el Río -- Atoyac a la altura de Panzacola, después de hacer un recorri - do bastante largo de Norte a Sur pasando por la presa de San José Atlangatepec, San Martín Xaltocan, San Pablo Apetatitlán y Tlaxcala, se interna más adelante en la Planicie de Panotla - Nativitas. Tiene una longitud de 89 Km y un área de cuenca - de escurrimientos de 1493.9 Km². El Atoyac nace en las estri - baciones de la Sierra Nevada (comprendiendo los Estados de -- Puebla y Tlaxcala) y se forma a partir de los escurrimientos que bajan por la vertiente Norte del Iztaccíhuatl, su recorri

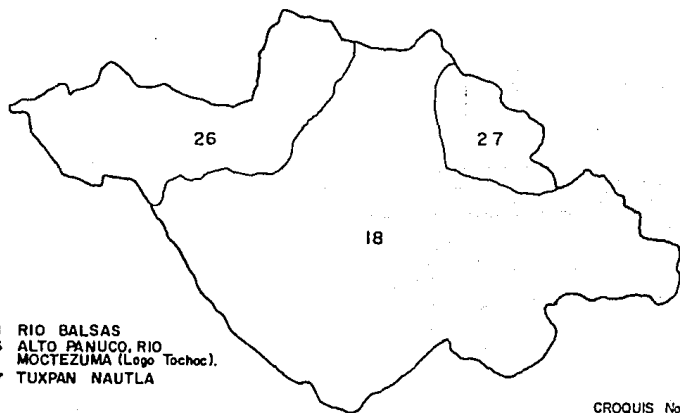
do dentro del estado es muy pequeño, por el Sur Poniente pasa por San Miguel Xochitecatitla y San Miguel Xoxtla antes de unirse con el Zahuapan (Bassols, 1980; Cruz López, 1949; Sánchez Molina, 1970; SPP, 1981). Tiene un área de cuenca de escurrimientos de 235 Km² y una longitud de 36.6 Km, exclusivamente dentro del Estado de Tlaxcala. Es importante mencionar que estos ríos están convertidos en canales de desagüe de cada población que atraviesan, por lo que están altamente contaminados.

El Estado de Tlaxcala está dividido por 3 cuencas hidrológicas: Alto Balsas, Alto Pánuco y Tuxpan-Nautla, que corresponden a las Regiones Hidrológicas números 18, 26 y 27 respectivamente (SARH, 1971) (Ver croquis No. 12).

La Cuenca del Alto Río Balsas (Región Hidrológica No. 18) es la que ocupa una mayor superficie dentro del estado: 2,952.6 Km².

El Río Balsas es uno de los ríos más importantes del país; nace unos 40 Km al Norte de la Ciudad de Tlaxcala, en los límites de este estado y el de Puebla, recibiendo el nombre de Zahuapan, descende de las faldas de la Sierra de Tlaxco hasta la presa de San José Atlanga, de donde se deriva un canal principal por la margen izquierda para irrigar 2,054 Ha. desde Atlanga hasta Xaltocan.

De la presa de Atlanga, 35 Km aguas abajo, recibe las contribuciones del Río Apizaco y 9 Km adelante las aportaciones del Río Totolac; 3 Km después se encuentra la presa derivadora Panotla que irriga 728 Ha distribuídas en la zona de -

REGIONES HIDROLOGICAS

- 18 RIO BALSAS
26 ALTO PANUÑO, RIO
MOCTEZUMA (Lago Tocho).
27 TUXPAN NAUTLA

CROQUIS No 12

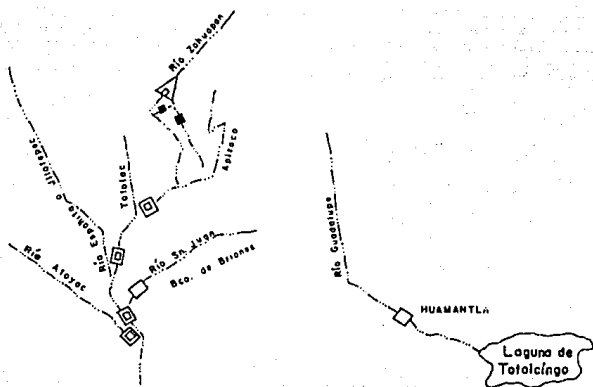
Panotla, Ixtacuixtla y San Martín Texmelucan; 6 Km adelante se incorpora al cauce del Río Jilotepec o Española; 13 Km -- río abajo recibe las aportaciones del Río San Juan (originado en la parte occidental de La Malinche, a 4,000 m de altitud) para incorporarse, 3 Km adelante, al Río Atoyac a 10 Km al NNW de la Ciudad de Puebla.

El Río Atoyac tiene dentro del Estado de Tlaxcala un recorrido de 36.6 Km que corresponden al 8% de su longitud total, se forma con los escurrimientos que bajan por la vertiente norte del Iztaccíhuatl, a 4,000 m de altitud, en los límites de los Estados de México y Puebla. Entre las principales corrientes formadoras que escurren dentro de Tlaxcala pueden citarse: Río Atotonilco, Arroyo Ajejela y Río Zahuapan. El Río Atotonilco se origina en las inmediaciones del poblado de Sanctorum, corre de Norte a Sur, 16.5 Km aproximadamente, antes de incorporarse al Río Atoyac, 93.3 Km al NNW de San Martín Texmelucan.

El Arroyo Ajejela se origina a 25 Km al Nor poniente de la Ciudad de Tlaxcala, su dirección es de N a S, corre por una zona de cultivo beneficiando al poblado de San Martín -- Texmelucan, cruza la carretera San Martín-Tlaxcala para incorporarse, 2.5 Km al Oriente de Tepetitla, al Río Atoyac por la margen izquierda. La longitud total de esta corriente es de 30 Km aproximadamente (croquis No. 13).

La Cuenca Cerrada del Río Guadalupe, perteneciente también a la Cuenca Hidrológica del Alto Balsas, está integrada por los siguientes sistemas: Río Guadalupe y Laguna de Totolcingo (croquis No. 13). El Río Guadalupe nace en el Cerro de

HIDROGRAFIA



CROQUIS No 13

FUENTE: BOLETIN HIDROLOGICO No. 48
REGION HIDROLOGICA No. 18 Parcial I y II
CUENCA DE LOS RIOS ATOYAC Y MIXTECO.
SRH.-SS PLANEACION. 1971.

la Caldera, muy cerca de los límites de Puebla y Tlaxcala, a 3,500 m de altitud. Corre con rumbo Sur poniente hasta el cruce del ferrocarril México-Veracruz en las inmediaciones de la Colonia Agrícola Benito Juárez, donde corrige su rumbo hacia el Sur oriente. Posteriormente esta corriente recibe por la margen derecha escurrimientos que descienden por el Nor oriente de La Malinche, cruza al Estado de Puebla para perderse en una zona pantanosa por los embalses máximos de la Laguna de Totolcingo.

La Región Hidrológica Tuxpan-Nautla ocupa 259.5 Km², una mínima superficie dentro del estado, correspondiendo dicha área a la Cuenca del Río Tecolutla. La corriente principal tiene su origen en el arroyo Zapata formado en el parteaguas con la Región Hidrológica No. 18, a 3500 msnm y 20 Km al N de Huamantla, Tlax. Afluyen a él los arroyos Huixcolotla y Los Lobos por la margen izquierda y a partir de esta confluencia recibe el nombre de Río Coyuca. Desde aquí su curso se desarrolla a 2200 m de altitud en el Estado de Puebla.

La Región Hidrológica del Alto Pánuco abarca 750.092 Km² en el estado. Los escurrimientos en esta zona son mínimos y captados por una subcuenca intermedia: Lago Tochac. No existen corrientes superficiales permanentes.

1.2.6.2 Obras hidráulicas

a) Presa de almacenamiento San José Atlanga. Fue construída (de 1957 a 1961) para regularizar y aprovechar, en riego, los escurrimientos del Río Zahuapan, beneficiando 4000 Has distribuidas en la zona Panotla, Ixtacuixtla, San Martín Texmelucan.

La presa consiste de una cortina de tierra provista en el extremo de su margen izquierda.

b) Unidad Atlanga-Panotla-Nativitas. Perteneció al Distrito de Riego Atoyac-Zahuapan-Tlaxcala, cuenta con las presas de Atlanga y Panotla y beneficia a 728 Has.

c) Unidad de riego por bombeo Zacatelco. Se localiza en el municipio de Zacatelco, está constituida por 8 pozos profundos para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en beneficio de 513 Has pertenecientes a ejidatarios y pequeños propietarios.

1.2.6.3 Crecientes máximas

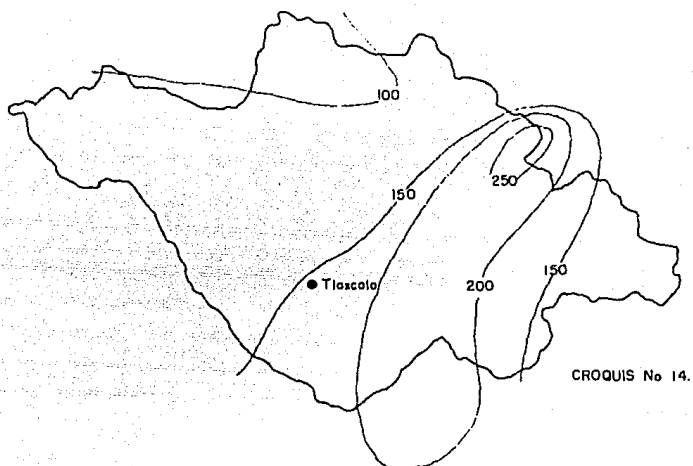
Un estudio de los gastos máximos ocurridos en el período comprendido entre los años 1926 a 1970 y de las lluvias máximas presentadas en la zona del Alto Balsas, permitió identificar 4 crecientes (ver cuadro No. 8) se estima son las más importantes en que se tienen registros hidrometeorológicos -- (citado en SRII, 1971).

Con estos datos pudieron trazarse las isoyetas de tormentas de las 4 crecientes más importantes (ver croquis Nos. 14, 15, 16 y 17).

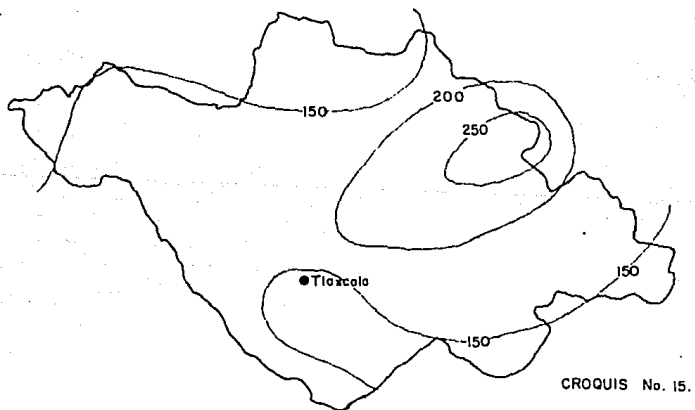
1.2.6 Subterránea

Las aguas subterráneas son la principal fuente de abastecimiento para todo tipo de uso, pues la única corriente superficial de importancia en la entidad es el Río Zahuapan.

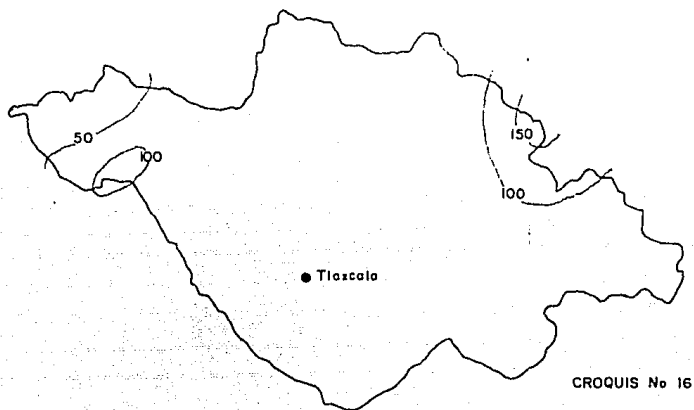
ISOYETAS DE TORMENTAS
del 1 al 11 de Sept. de 1955



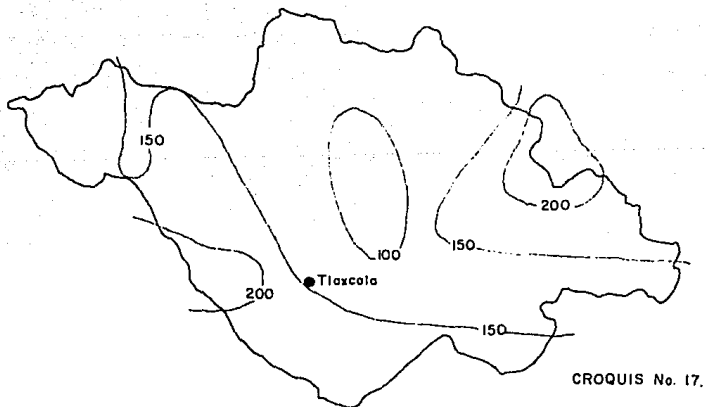
ISOYETAS DE TORMENTAS
del 1 al 19 de Sept. de 1955



ISOYETAS DE TORMENTAS
del 21 al 27 de Sept. de 1967



ISOYETAS DE TORMENTAS
del 19 de Agosto al 2 Sept. de 1969.



Cuadro No. 8

Crecientes máximas en 44 años de observación

Año	Mes	Período	Gasto máximo registrado			Lluvia máxima acumulada		
			Estación	Gasto	Día	Estación	Lluvia	Período
1955	Sept.	2 al 16	Sn. Juan Tetelcingo.	1956	7	Tlacotepec, Mor.	273	1o. al 11
1958	Sept.	3 al 19	Sn. Juan Tetelcingo.	1161	19	Izúcar de Matamoros, Pue.	342	1o. al 19
1967	Sept.	21 al 30	Sn. Juan Tetelcingo.	1973	27	Amatzinac	265	21 al 27
1969	Agosto- Sept.	16 al 5	Sn. Juan Tetelcingo.	1832	3	Camotlán, Oax.	517	Del 17 de agosto al 2 de sept.

Fuente: SRH, 1971.

La recarga anual del estado es de 310 millones de m³ y la extracción anual de 51 millones de m³ confirmados, y 14 millones de m³ estimados.

Dicha extracción se realiza a través de aproximadamente 563 a 600 pozos con gastos promedio: mínimo de 2.5 $\frac{1}{s}$, medio de 35 $\frac{1}{s}$ y máximo de 65 a 76 $\frac{1}{s}$, con profundidades que varían de 89 m en el Valle de Tlaxcala a 200 m en el Valle de Huamantla.

Con base en estos datos y según la clasificación de SARH, el estado se ha registrado como una zona subexplotada, que es aquella donde puede incrementarse la explotación del agua subterránea para cualquier uso, siempre y cuando sea bajo control de la SARH.

La concentración de pozos así como los principales aprovechamientos se hacen en el Valle de Huamantla y en el Valle de Tlaxcala (Zacatelco), agua destinada para la agricultura.

Los principales acuíferos están en:

- Valle de Tlaxcala.- Manto de grandes dimensiones que recibe su recarga de los ríos Zahuapan y Atoyac.
- Valle de Huamantla-Cuapiaxtla.- Con niveles estáticos favorables en el área de Huamantla, pero con descenso hacia Cuapiaxtla (más de 100 m de profundidad).
- Valle de Soltepec.- Acuífero con extracción suficiente y niveles mayores a 80 m de profundidad.

- Apizaco.- Tiene buena producción pero con niveles profundos.
- Cuenca de Oriental.- La porción de esta cuenca que se encuentra en territorio Tlaxcalteca posee condiciones poco favorables para la explotación debido a la calidad del agua y a la profundidad a la que se encuentran sus niveles.
- Tlaxco.- Con condiciones poco favorables para la extracción, pues los niveles de profundidad son mayores a 200 m.

Las áreas de recarga de acuíferos se encuentran en la Malinche, Sur oriente de la Sierra de Tlaxco, al poniente de la entidad: en la porción tlaxcalteca de la Sierra Nevada y al Norte de la Ciudad de Tlaxcala.

Las rocas y suelos de Tlaxcala se han clasificado de acuerdo a su permeabilidad y con las posibilidades de que funcionen como acuíferos, en 4 tipos:

- + Material consolidado con posibilidades altas.- Constituido por tobas intermedias que es un material poco consistente y de permeabilidad alta. La presencia de agua está comprobada por la existencia de infraestructura hidráulica en el Valle de Tlaxcala, Huamantla y Norte de Tlaxco.
- + Material consolidado con posibilidades medias.- Constituido por diferentes tipos de roca, restringido a pequeños afloramientos de ígneas extrusivas intermedias e ígneas extrusivas básicas muy fracturadas, lo que les hace presentar buena permeabilidad.
- + Material consolidado con posibilidades bajas.- Constituido por rocas ígneas intrusivas y metamórficas, con poca fracturación y poca permeabilidad.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

andesíticos, riolitas y brechas de tipo sedimentario bien cementadas, lo cual redundando en una virtual impermeabilidad. Se localiza en la Sierra de Tlaxco, Malinche, Poniente del estado y al Norte de la Ciudad de Tlaxcala.

+ Material no consolidado con posibilidades altas.- Formado por suelos aluviales, tobas y conglomerados que constituyen acuíferos de tipo libre como los presentes en los valles de Tlaxcala, Soltepec y Huamantla.

En el croquis No. 18 se han representado las áreas de recarga y los principales acuíferos del estado.

1.3 Elementos del Medio Social y Económico.

1.3.1 Población

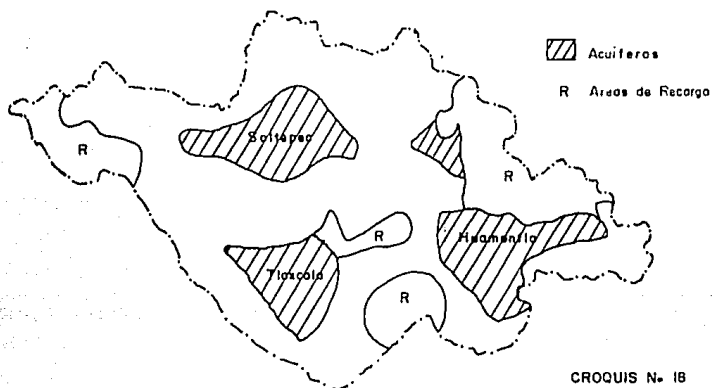
1.3.1.1 Distribución poblacional

"El proceso de urbanización ha sido lento: en 1930 casi tres cuartas partes del total de la población era rural (72.44%); en 1960 era del 53.1% y para 1970 la cifra descendió a 41.3%. En 1980 los porcentajes alcanzados fueron de 42.7% rural y 57.3% urbana, es decir, aumentó la rural en 1.4%.

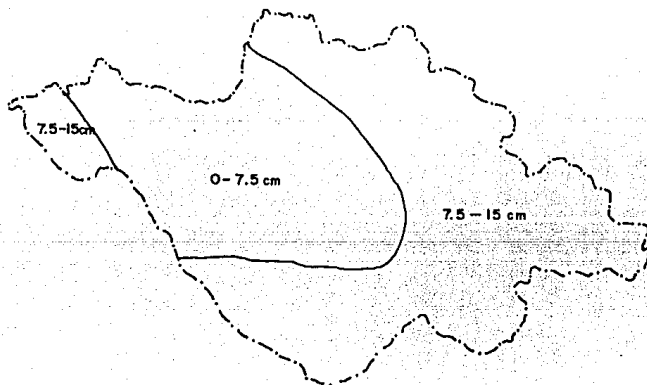
Esta situación es atribuible al aumento de localidades rurales de 619 en 1970 a 715 en 1980, incremento que corresponde a los varios centros de población creados con motivo de la última fase del reparto agrario, a la distribución poblacional característica del estado y a la canalización de inversiones que han ido extendiendo servicios básicos de infraestructura a los lugares retirados.

En general, la población se concentra en comunidades urbanas que en 1970 contaban con el 49.6% de la población total del estado y en 1980 con el 56.0%; se estima conservadoramente que a 1985 ese porcentaje ascendía al 60.2%" (Dominguez A. y Sánchez A., 1986).

AREAS DE RECARGA Y PRINCIPALES ACUIFEROS



LLUVIA MAXIMA EN 24 horas PARA UNA FRECUENCIA DE 25 años



1.3.1.2 Crecimiento demográfico.

"El Estado de Tlaxcala, cuya superficie cubre únicamente el 0.19% de la totalidad del país es el más pequeño de la República con una gran densidad de población.

En 1980 Tlaxcala ocupaba el cuarto lugar entre las entidades federativas más densamente pobladas. La población del estado en 1970 era de 420,638 habitantes y para 1980 ascendió a 556,597 con una tasa de crecimiento anual de 2.8%, inferior a la nacional que es de 3.2%. Para 1985 se estima que la población del estado era de 540,261 habitantes y será de 974,553 para el año 2000, si la tasa de crecimiento sigue siendo la misma.

La tasa demográfica anual promedio varía por dos factores primordialmente: la mortalidad y la migración, la que según sus características se clasifica en pendular, horizontal y definitiva.

El crecimiento de la población campesina, la extensión geográfica limitada y las condiciones naturales poco favorables para la agricultura provocan a su vez la desocupación de la mano de obra, la que determina la migración hacia sitios que son fuentes de trabajo.

La migración de tipo pendular es la que sucede dentro del estado, cuando los campesinos salen en la mañana a ciudades vecinas o propiedades particulares, para regresar en las noches o los fines de semana a su localidad.

La migración horizontal es la que resulta del movimiento poblacional de un municipio a otro durante los períodos -- en que los cultivos, o las fábricas y las plantas industriales requieren mayor mano de obra, de ahí que en las zonas centro y sur hayan crecido determinados municipios, ya que presentan la característica de ofrecer mejores oportunidades económicas así como la cercanía con Puebla.

La migración definitiva (emigración) es el resultado del movimiento que realiza la población de una localidad hacia otra entidad federativa, con el fin de radicar definitivamente en ésta.

Como resultado de la migración horizontal, el número de pobladores se ha visto definitivamente incrementado en algunos municipios, como son: Chaiutempan con 41,494 habitantes; Apizaco con 37,894; Huamantla 36,654; Tlaxcala 35,384; San Pablo del Monte 29,908; Zacatelco 27,162; Calpulalpan - 21,495; Ixtacuixtla 20,592 y Tlaxco con 20,384 habitantes.

El hecho de que en un lapso de dos décadas la población se haya visto incrementada en un 74,3% (de 155,399 habitantes en 1960 a 270,947 en 1980) en estos municipios, mientras que en el resto únicamente se incrementara en 49.3%, es indicativo de que la más alta densificación se presenta so-

bre unas áreas determinadas de la entidad (la Centro y -- Sur como ya se mencionó anteriormente), que son las que cuentan con mayor infraestructura industrial y urbana para el desarrollo económico y los municipios que facilitan el traslado (migración pendular) a otras entidades como el Estado de México y el de Puebla, con mayor accesibilidad a fuentes de trabajo.

Así vemos que mientras únicamente en 9 de los 44 municipios del estado se concentra el 48.7% de la población total en 1980, en los restantes 35 se encuentra el 51.3%. Esta tendencia se nota desde la época prehispánica haciéndose más marcada con el paso del tiempo. En 1960 estos 9 municipios concentraban al 44.8% de la población y el resto al 55.2% y en 1972 al 46.8% ; 53.2% respectivamente.

La migración definitiva de la población tlaxcalteca hacia otras entidades federativas es bastante considerable, quedando muy por encima de la inmigración. Esta migración se hace principalmente al D.F., Puebla y Estado de México y algunas veces emigran a las zonas fronterizas e incluso al extranjero. En 1970 había 104,511 tlaxcaltecas que residían fuera del estado, mientras que la inmigración únicamente reportó 26,986 personas, o sea el 25.8% de las -- que salieron.

De las que emigraron, más de la mitad (54.1%) fueron absorbidas por el D.F.; una quinta parte (20.3%) se encontraba en el Estado de Puebla y el resto (25.6%) en otras entidades.

Como se señaló con anterioridad, Tlaxcala se encuentra entre las entidades federativas más densamente pobladas, -- con un índice estimado para 1985 de 142.2 habitantes/km², siendo superada únicamente por el Distrito Federal y los Estados de México y Morelos" (Domínguez A., y Sánchez A., 1986).

1.3.2 Desarrollo económico

"La forma de explotación, transformación y uso de los recursos naturales, es una expresión clara del nivel de desarrollo que presentan los pueblos, tanto económica como tecnológicamente. La dificultad que pueda presentar el aparato productivo de una entidad para su desarrollo y sostenimiento es generalmente un fiel reflejo del tipo de manejo que se hace de sus recursos naturales y la eficiencia en la explotación y regeneración de ellos. El desarrollo económico y la protección a la Naturaleza son factores -- compatibles y necesarios para un buen aficamiento de un desarrollo sostenido y duradero para cualquier población, en la medida que garantizan la existencia de recursos naturales para la satisfacción de necesidades de generaciones venideras.

En el estado, la dilapidación de algunos recursos naturales como los bosques, y la subutilización de otros, como los suelos desmontados, es una situación que produjo desequilibrios ecológicos regionales y locales como la erosión; a la vez que considerables carencias económicas y sociales. La experiencia histórica muestra que la expansión de la actividad del sector primario de Tlaxcala se basó unilateralmente en la explotación de estos recursos (vegetación y suelos), desatendiendo la producción de bienes y servicios independientes de ellos, generándose una escasa integración económica dentro del estado. Es a partir de las tres últimas décadas que se ha promovido el aumento y desarrollo de los tres sectores productivos en la entidad" (Domínguez A., y Sánchez A., 1986).

En la actualidad, estos sectores presentan las siguientes perspectivas:

1.3.2.1 Sector primario

" El sector primario, constituido por las actividades agrícolas, pecuarias, silvícola, forestal y de caza y pesca, ha sido como ya se mencionó, el soporte del crecimiento económico del estado hasta la actualidad.

La participación del sector primario al Producto Interno Bruto (P.I.B.) estatal ha ido incrementándose paulatinamente a través del tiempo. Así tenemos que su participación para 1980, fue del 13.48%.

En términos absolutos, la población económicamente activa (P.E.A.), que en 1940 fue de 51,384 trabajadores que representaban al 22.94% de la población total, para 1980 -- fue del 11.84%, siendo su población total de 556,597 habitantes.

a) Actividad agrícola.- Son consideradas como superficie de labor 250,000 hectáreas del estado, representando al 63% de su territorio.

A pesar de las limitaciones naturales, financieras y técnicas por las que atraviesa el agro tlaxcalteca, las tierras dedicadas a la actividad agrícola han ido aumentando, debido básicamente a que es la principal alternativa económica con que se cuenta.

La incorporación de nuevas superficies agrícolas a partir de 1940, dió comienzo a una desertificación paulatina, incrementando los porcentajes de erosión del suelo.

Independientemente de este problema, en las últimas décadas los incrementos en la producción han sido relativamente significativos debido a las inversiones realizadas por

el Gobierno Federal y Estatal, destinadas principalmente a la construcción de infraestructura hidráulica con el fin de brindar mayor apoyo a los ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios. Esta actividad contribuyó con el 7.02% al PIB de 1980.

b) Actividad Pecuaria.- Esta es una actividad con poco desarrollo en el estado, presentándose zonas definidas para ello en las localidades de Huamantla, Tlaxco, Xalostoc, Terrenate y Calpulalpan. Se ha visto que en los últimos 10 años la superficie aprovechable ha disminuido notablemente, ya que en 1976 se contaba con 38,505 hectáreas con pastos naturales y para 1983 tan sólo se aprovecharon 26,007 hectáreas. La población pecuaria en 1983 fue de 1'179,603 cabezas de ganado, destacando por su importancia el ganado bovino con 86,441.

Esta rama contribuyó con el 4.28% al PIB, en 1980.

c) Actividad Silvícola Forestal.- El 21% del territorio, 83,670 hectáreas arboladas, representa el potencial forestal del estado, de esta extensión, 11,502 hectáreas fueron destinadas al aprovechamiento en 1983, siendo el 62.5% de pino, 27% de oyamel y el 10.5% de encino.

Actualmente se han reducido las áreas forestales debido a la creciente presión demográfica, ampliación de la frontera agrícola y pecuaria y sobre todo, a la creciente demanda de este tipo de materias primas. Así, en 1983, la producción maderable fue del orden de los 55,000 m³ rollo, disminuyendo en un 18% la producción de 1982 dejándose de aprovechar 11,727 m³ rollo de madera.

Esta rama del sector primario tuvo una aportación del 1.73% al PIB en 1980.

d) Pesca.- El estado cuenta con 715 cuerpos de agua que ocupan una superficie de 2200 hectáreas constituidas principalmente por jagüeyes, presas, lagunas, estanques y canales, en los cuales se realizan trabajos de acuacultura. Esta actividad ha generado 1,029 empleos indirectos, que además son complementarios a las actividades agropecuarias en 213 comunidades del estado, registrándose una producción de 350 toneladas de pescado en 1983. La rama tuvo una aportación de 0.45% al PIB en 1980" (Domínguez A., y Sánchez A., 1986).

1.3.2.2 Sector secundario

" El desarrollo de este sector presenta dos períodos. El primero, a partir de la década de los 40's hasta mediados de los 50's, se caracteriza por el crecimiento de las industrias productoras de bienes de consumo inmediato como alimentos, bebidas, textiles y prendas de vestir; en el -

segundo, se desarrollan las ramas productoras de bienes de consumo intermedio y de capital, como son los productos químicos, petroquímicos, eléctricos, etc. La relevancia del sector industrial queda mostrada al considerar su aportación al PIB de 1980, que fue del 29.96%.

a) Actividad minera.- Esta actividad es de escasa significación económica en el estado, ya que su desarrollo se basa en la explotación de contados minerales ferrosos, y no ferrosos, limitando su potencial a tan sólo 23 yacimientos donde encontramos: diatomita, caolín, bentonita, tierras fuller, arenas silíceas y tequexquite.

b) Actividad industrial.- La entidad cuenta con 350 empresas industriales establecidas, que generan 40,000 empleos con amplia diversificación de producción de bienes de capital: textiles, químicos, siderurgia, aparatos eléctricos, productos metal mecánicos, petroquímicos, piezas automotrices, farmacéutica, productos alimenticios, etc.

La infraestructura industrial se encuentra ubicada principalmente en los municipios de Apizaco, Xalostoc, Tocatlán, Tzompantepec, Huamantla, Cuapiaxtla, El Carmen y Tetla, -- (Ciudad Industrial Xicoténcatl); también han impulsado -- parques industriales en Zacateco, Xicohtzingo, Panzacola, Ixtacuixtla, Nanacamilpa y Calpulalpan conjuntamente con el Corredor Industrial Malinche establecido en los municipios de Teolocholco, Miguel Hidalgo y José María Morelos y Pavón.

En 1980 esta rama del sector secundario tuvo una PEA del 6.03% y su aportación al PIB fue del 22.82% en cambio para 1983 su PEA era del 19.6% y su aportación al PIB del 61.3% mostrando un repunte considerable" (Domínguez A., y Sánchez A., 1986).

1.3.2.3 Sector Terciario

"El sector terciario lo conforman las actividades comerciales, administrativas, financieras, turísticas y de comunicaciones y transporte; muestra un claro crecimiento y representa un receptor de vital importancia económica, ésto como consecuencia del aumento poblacional dinámico del sector primario y crecimiento del sector secundario. Este sector aportó al PIB el 56.56% en 1980.

El desenvolvimiento del sector por rama de actividad en los últimos años, presenta las siguientes características:

a) Actividad comercial.- La actividad comercial en los últimos 20 años presentó un crecimiento altamente significativo aunque los sistemas de comercialización aún no están acordes con el movimiento económico nacional y estatal. El 95% del comercio establecido que genera ingresos al fisco, lo componen causantes menores debido a que gran parte del comercio es tradicional, débil, insuficiente y

caro.

El creciente intermediarismo y altos costos de transportación para los productos agropecuarios, originan una baja - considerable en los ingresos del productos e implica además, bajos índices de comercialización directa y bajas considerables en el consumo, por encarecimiento de los productos. Esta situación ha promovido que la entidad haya obtenido a la fecha, la concesión de 6 bodegas en la Central de Abastos de la Ciudad México a fin de comercializar los productos hortofrutícolas de manera directa; que la producción de leche de ganado bovino se comercialice por medio de la planta pasteurizadora que CONASUPO opera en la entidad y, que la producción de carne de ganado porcino sea comercializada a través del rastro frigorífico de Cuaxomulco, el más moderno del estado.

El abasto de productos básicos se realiza por medio de IMPECSA y CONASUPO; el de productos agrícolas, así como su distribución, mediante la operación de 26 bodegas rurales y 3 almacenes de ANDSA establecidos en las zonas de mayor captación y producción. La aportación al PIB por esta rama en 1980 fue del 31.37%.

b) Actividad turística.- Esta actividad no mostró ningún desarrollo durante 1940-1970 y es hasta mediados de la década de los 70's cuando empieza a adquirir cierta importancia demandando bienes y servicios a los otros sectores.

En 1983 se registra una confluencia de más de 3 millones de visitantes, en su mayoría turismo transitorio, con estadías promedio no mayores a 3 días; el número de establecimientos en materia de hospedaje fue de 23; la capacidad receptiva en establecimientos de primera categoría fue tan sólo de 1,124 turistas-noche representando el 52% del total.

En cuanto a servicios recreativos, el IMSS instaló dos centros vacacionales, "La Trinidad" y el albergue de "La Malinche" y dos centros de tipo ejidal, en Zacatelco y Atlantatepec. Existe otro de organización obrera (CROC) en Acuitlapilco.

Otro aspecto recreativo lo conforman 10 cines, 3 teatros, 16 centros sociales, 6 plazas de toros, 4 lienzos charros y 4 estadios.

c) Comunicaciones y transportes.- El sistema de caminos de alcance nacional, estatal y municipal, cubre prácticamente el 100% del territorio del estado, ya que todas las poblaciones mayores de 100 habitantes se encuentran comunicadas de manera permanente, cubriéndose las principales zonas agrícolas y forestales. Las 44 cabeceras municipales cuentan con acceso pavimentado.

La red ferroviaria es de 353 km de vía y es paso obligado del altiplano hacia el Puerto de Veracruz y al Sureste del

país. La Ciudad de Apizaco constituye el centro ferroviario de la entidad apoyando así actividades productivas y de orden social.

En 1981 como apoyo al servicio público se puso en operación la central camionera de la Ciudad de Tlaxcala y en 1984 se concluyó la construcción del aeropuerto, el cual cuenta con 2500 metros de pista, plataforma y oficinas.

Respecto a telecomunicaciones la Ciudad de Tlaxcala cuenta con una central de telex con capacidad para 46 abonados; de ésta, tan sólo se aprovecha el 65%. El centro urbano de Apizaco y el Parque Industrial Xicohténcatl, cuenta con sus propias centrales que captan la demanda del servicio generada por las actividades industriales y comerciales de la zona.

La comunicación telegráfica cubre el 60% de las necesidades en 10 poblaciones; el servicio postal se integra con 8 administraciones, 83 agencias y 13 expendios gratuitos con una cobertura estimada del 80% de la población.

El servicio de telefonía cuenta con 4 centrales automáticas ubicadas en Tlaxcala, Apizaco, Huamantla y Calpulalpan además de las centrales manuales y casetas conectadas al sistema de telefonía rural, el cual cubre localidades básicas y centros rurales. Para 1983 el sistema de telefonía contaba con 7,764 líneas y 14,968 aparatos, atendiendo al 70% de la población.

El porcentaje de población dedicada a actividades terciarias ha venido incrementándose paulatinamente a través de los años. A nivel estatal el sector terciario indica un 18.7% con respecto a la PEA total y un 5.87% con referencia a la población total (1980).

Los incrementos recientes de la PEA en el sector terciario, son una resultante del crecimiento de los centros urbanos; de hecho, su aportación al PIB en 1980 fue del 25.19% generado por la rama de actividad denominada Resto de Servicios" (Domínguez A., y Sánchez A., 1986).

2. Descripción del Fenómeno de la Erosión.

2.1 Explicación del proceso

La erosión consta de dos procesos: 1o. Liberación o separación de partículas de suelo, o de grupos de partículas, de la masa principal y, 2o., el transporte o liberación de estas partículas de su posición original. Para que suceda el primero, es necesario que el suelo se encuentre descubierto de vegetación ya que de esta forma las partículas se encuentran desagregadas, pues no existen las raicillas que las retienen, siendo más fácil que intervengan elementos como el agua y el viento para dispersar aún más esos agregados (Millar, 1978).

Con la pérdida de la cubierta vegetal el suelo se encuentra sin protección, por lo que la incidencia de la precipitación en los dos procesos de la erosión es mayor. Los efectos de la precipitación se puede explicar como sigue: el impacto de las gotas de lluvia provoca la destrucción de pequeños terrones o gránulos del suelo (erosión denominada por "batido") que serán transportadas por el escurrimiento superficial del agua, ya que de ninguna forma se favorece la filtración de ella y sí la formación de corrientes que arrastran consigo el material separado del suelo (Millar, 1978).

El origen de la erosión se debe fundamentalmente a la pérdida de la cubierta vegetal. Las características de la

precipitación, relieve y suelos en Tlaxcala facilitan la pérdida del suelo en ausencia de vegetación.

Las características de la precipitación en Tlaxcala son (Jáuregui, 1968: citado por Werner y Schonhals, 1977):

1o. El 90% de la precipitación anual se presenta de mayo a septiembre, o sea, que en promedio en estos meses caen 600 mm de lluvia.

2o. La intensidad de la precipitación es muy alta en estos meses, pues lluvias de 40 mm en media hora se han registrado. Los rangos de lluvia máxima en 24 hrs son: de 0 - 75 mm que se presentan en el Centro, Poniente y Nor poniente del estado y de 75 - 150 mm en la Sierra de Tlaxco, Planicie de Huamantla y Oriental y la Malintzin (frecuencia en 25 años, según carta del Apéndice III del Manual de Conservación del Suelo y Agua, 1974) (Ver croquis No. 19).

Algunas investigaciones (Wegener, 1975-76) demostraron que el 80% de las precipitaciones provocan erosión ya que se presentan en forma de lluvias torrenciales; por esta razón, el suelo es incapaz de absorber la lluvia tan rápido como cae, formando corrientes.

El relieve tan accidentado favorece los escurrimientos superficiales. En Tlaxcala existen 212,400 has con pendientes mayores al 15% (consultar plano No. 3); es decir, que el 52.3% de la superficie del estado está sujeta a fuertes erosiones, si no se mantiene la cubierta vegetal. De esta super

ficie se puede considerar que la erosión está presente, en algún grado, en 128,800 has que están siendo utilizadas para uso agropecuario. Solamente 83,600 has del estado están cubiertas por bosques (datos según el Inventario Nacional Forestal, 1976).

De las 193,692 has que se consideran aptas para uso agropecuario (con pendientes menores al 15%) solamente las planicies descritas (Tochac, Tlaxco, Huamantla, Texcalac, Oriental y Panotla-Nativitas) pueden considerarse sin problemas de erosión, ya que las pendientes varían desde casi horizontal hasta un 0.39% y cuya superficie abarca 91,700 has (47% de la superficie apta para uso agropecuario y 22.58% de la superficie del estado); las restantes 101,992 has, si no se manejan adecuadamente estarán perdiendo suelo año con año.

El relieve, entonces, favorecerá el transporte de partículas del suelo pues a mayor pendiente más rápido correrá el agua. La capacidad de transporte del agua aumenta con el incremento en la velocidad; por ejemplo, si el gasto de escurrimiento se duplica, el agua podrá llevar partículas 64 veces más grandes que las que había llevado (Millar, 1978).

Las características edáficas también facilitan la pérdida del suelo. El proceso de la erosión se explicará en los suelos de barro y tepetate, por ser los más ampliamente difundidos y sobre los cuales se ha llevado a cabo el mayor porcentaje de erosión.

En este proceso los horizontes superiores son arrastrados por el agua y el viento debido a su estructura que forma

pequeños agregados individuales fáciles de remover, por el -- contrario del subsuelo que forma un bloque compacto altamente cohesionado. La erosión en el subsuelo solo puede llevarse a cabo desmontando los agregados grano a grano. Según Werner y Schonhals (1977):

"En las laderas y cimas ocurren fuertes escurrimientos superficiales causando graves daños al arrastrar los suelos, fácilmente erosionables, procedentes de sustratos resistentes a la erosión, como son los sedimentos toba (tepetates) de áreas poco compactas y muy difundidas. Estos sedimentos toba, de diferentes edades, han formado los suelos de barro.

Los suelos de barro se caracterizan por el desprendimiento de SiO₂ en sus capas superficiales, originado por la descomposición de cristales volcánicos y otros minerales. El SiO₂ penetra y se almacena en las capas inferiores de los suelos.

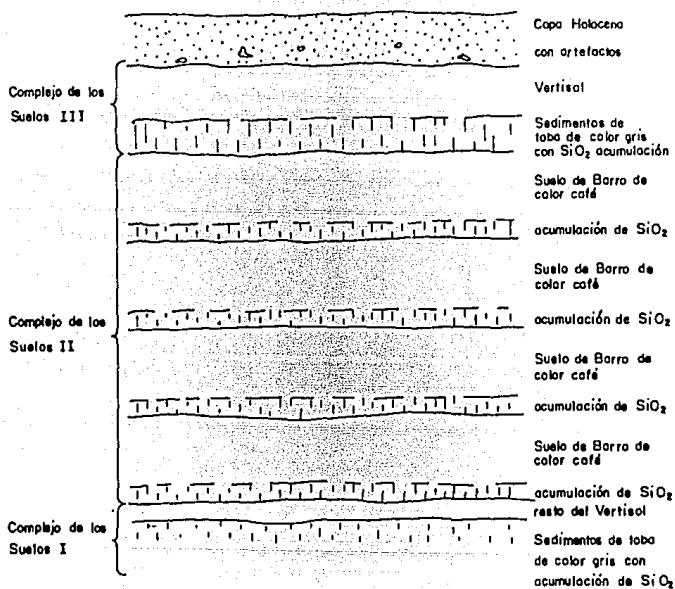
Al erosionarse las capas superiores quedan descubiertos los depósitos del SiO₂ originándose así un endurecimiento en las superficies de reciente formación, este nuevo horizonte de suelos compactos es el tepetate.

Lo anteriormente descrito sucede cuando el hombre altera o destruye la vegetación, ya que las lluvias caen con toda su energía sobre los suelos insuficientemente protegidos. Las corrientes resultantes de las lluvias arrastran los componentes del suelo hacia regiones inferiores.

Basándose en la secuencia de las capas de los suelos (figura 3) se muestra esquemáticamente en la figura 4 el proceso de la erosión en sedimentos de toba café en el que se formó un vertisol (2), que a su vez fue, históricamente, cubierto por una capa limo-arenosa (capa holocena) que sirve actualmente como tierra cultivable (1). En esta capa se encuentran restos de cerámica precolombina así como pedruzcos de navajas de obsidiana (8).

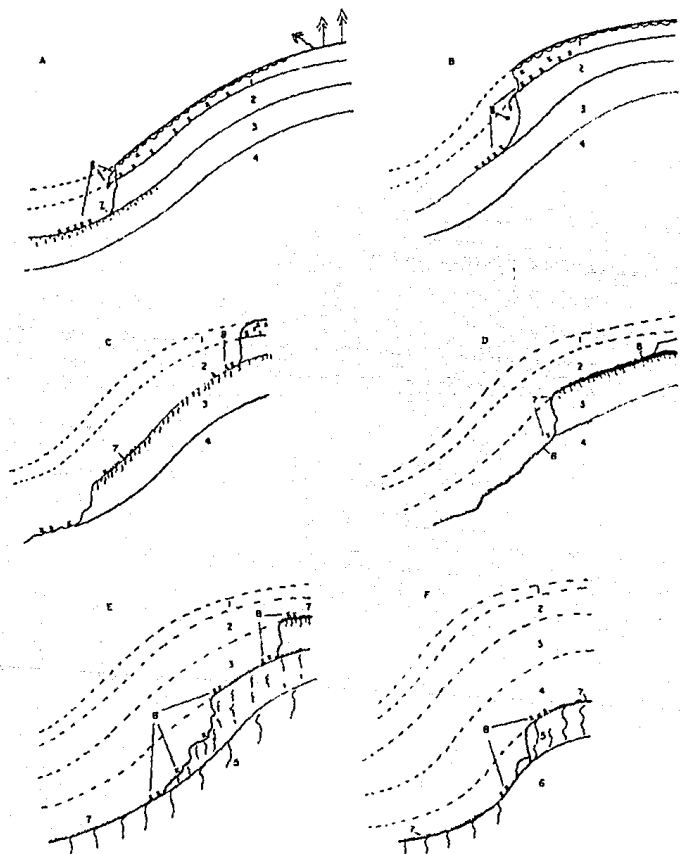
Debido a la roturación del suelo y al surcado no perpendicular a la pendiente, se erosionan las capas sueltas, así como el vertisol rico en barro, de las zonas inferiores. Esta erosión llega hasta la capa formadora de tepetate (7), que al contacto con la intemperie constituye, por su dureza, una capa conductora ideal del agua de lluvia (A y B). El material de tierra fina (1 y 2) es erosionado hasta desaparecer totalmente dejando al descubierto al tepetate (7). En esta forma se acumulan sobre la capa conductora la pedacería de cerámica y los fragmentos de obsidiana.

En una fase más adelante de la erosión (D-E) la capa supe-



ILUSTRACION ESQUEMATICA DE UNA SECUENCIA DE LOS SUELOS DE BARRO COMO PUEDE ENCONTRARSE EN EL ESTADO DE TLAXCALA.

FUENTE: Warner y Schönholz, 1977.



PRESETACION ESQUEMATICA DE LA EROSION EN SEDIMENTOS TOBA

FUENTE: Warner y Schönholz, 1977.

rior y el vertisol ha sido totalmente deslavados, y los suelos de barro más antiguos (3 y 4) que se habían convertido en toba café han sido ya atacados y descubiertos por la erosión. Finalmente (F) sólo quedan restos de lo que fue un perfil de varios metros de espesor.

La otra forma de erosión típica (figura 5) se presenta en los lugares al pie de una loma o cerro desmontados para ser aprovechados para cultivos. La erosión inicia al pie de la loma, en donde se han marcado las grietas de desagüe (a), en la desembocadura de éstas se ha modificado el ángulo natural de inclinación de las laderas porque las aguas llegan con suficiente fuerza erosiva. En estas orillas aparece una especie de escalón en el suelo de formación más reciente.

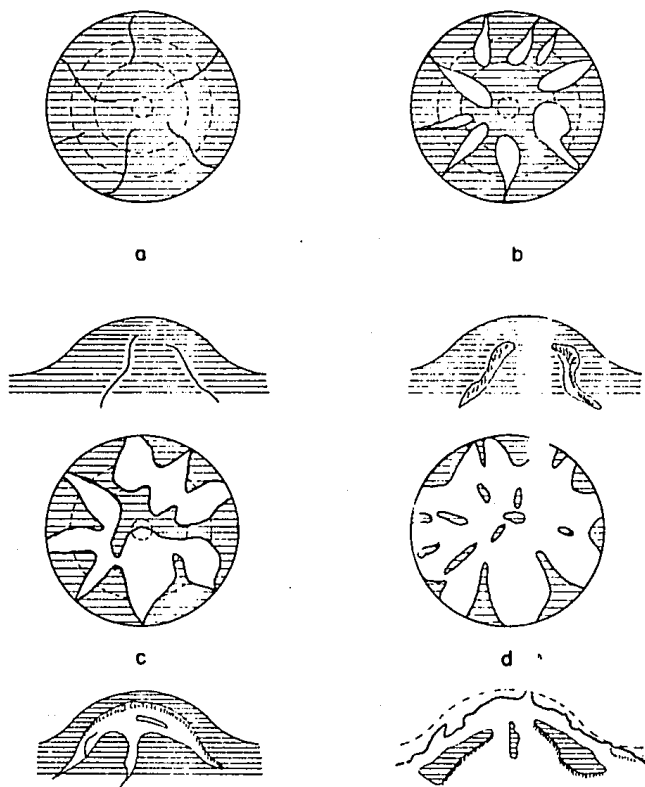
Este escalón aumenta de abajo hacia arriba, con cada temporada de lluvias, tomando la forma de un óvalo a lo largo de la grieta (b). Estas superficies ovaladas erosionadas, que se desprenden de casi todas las grietas, se unen en la parte media y superior de las laderas, dando la impresión de enormes áreas erosionadas (c). Asiladamente quedan superficies (islas) no afectadas por la erosión, ya que la vegetación (pastos, matorrales, etc.) las protegen. Estas islas cubiertas de vegetación se encuentran con mayor frecuencia en las partes inferiores (d). Simultáneamente a la erosión del escalón cerca de la superficie, la erosión en las grietas se ve intensificada debido a que las lluvias no infiltran las superficies recientemente formadas. Este proceso lleva a la formación de las barrancas. La figura 4 describe también la erosión en las grietas de los terrenos con suelos de barro. La capa conductora que se encuentra bajo éstos, por encima del tepetate, es quebrada en un punto débil. Los suelos de barro más profundos que se encuentran abajo del tepetate, son erosionados hasta la siguiente capa conductora, la antigua capa conductora se derrumba. Este proceso continúa llegando a formar con el tiempo barrancas hasta de 100 m de profundidad.

Las diferentes formas de erosión y escalones pueden presentarse simultáneamente en los terrenos.

Este proceso de erosión no existiría si se hubiera conservado la cubierta vegetal en aquellas zonas susceptibles a la pérdida del suelo. Esto queda demostrado por las "islas" que quedan en los terrenos erosionados, que siempre tienen vegetación".

2.2 Causas

La causa de la extensión y gravedad de la erosión de los suelos se debe exclusivamente a la acción negativa del hombre en el ecosistema predominante en Tlaxcala: el bosque.



ILUSTRACION ESQUEMATICA DE EROSION PROGRESIVA DE BAJO HACIA ARRIBA
EJEMPLIFICADA EN CIMAS VOLCANICAS CUBIERTAS CON SEDIMENTOS TOBA

FUENTE: Warner y Schönhals, 1977

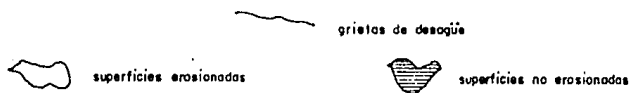


FIGURA 5.

Dentro de las principales acciones que han propiciado la pérdida de la cubierta vegetal, y como consecuencia del suelo, se encuentran: la tala, los programas gubernamentales contra la erosión, la quema y el sobrepastoreo.

La magnitud de estos daños a la vegetación ha sido considerable por el número de habitantes que han existido en Tlaxcala. Desde épocas prehispánicas, la superficie que ocupa el estado tuvo una alta densidad de población, cuya principal actividad era la agricultura, lo que ocasionó que desde esa época existiera el desmonte con fines agrícolas. Esto puede suponerse por la existencia de unas terrazas antropogénicas que datan de hace 2,400 años y que su construcción fue realizada con fines de habitación y cultivo. Esto debió suceder cuando las tierras de los valles se habían ocupado totalmente, fenómeno estrechamente relacionado con una alta densidad de población. Asimismo existen investigaciones que confirman que en la época precolombina hubo una colonización intensa que principió en el período clásico y culminó en el postclásico, en la época de la conquista. Esta colonización se vió favorecida por cambios climáticos ocurridos entre 1,100 y 1,600 años d.n.e., éstos produjeron un clima más húmedo que favoreció el cultivo, cuya expansión reduce la superficie de bosques (Heine, 1974). La deforestación continuó después de la conquista, por las necesidades cada vez más crecientes de madera para soporte de las minas y carbón para los hornos, lo que menguó significativamente sus bosques (Eckholm, 1977). En el presente siglo, debido a políticas agrícolas monodisciplinarias exentas de consideraciones ecológicas "se impulsó el cultivo hasta alturas de cerca de 2,900 msnm y en los últimos años --

incluso más arriba, a pesar de que por las condiciones climáticas (peligro de heladas) no pueden esperarse cosechas seguras" (Lauer, 1973). Con el aumento de la población en forma explosiva se enfrentan los recursos naturales disponibles digramentalmente con las necesidades para sobrevivir. La explosión demográfica y la falta de planificación económica, obliga a la población a buscar ingresos complementarios, independientemente de la agricultura de subsistencia, ya que ésta no proporciona de ninguna manera la alimentación requerida, pues las superficies de cultivo no solo permanecen casi iguales, sino que decrecen rápidamente por la erosión y la construcción de desarrollos urbanos e industriales. Además de que la superficie de la pequeña propiedad y el ejido se encuentra pulverizada (minifundio). El cuadro 9 refleja el crecimiento de la población y el número de hectáreas de tierras de labor:

Cuadro No. 9

Año	Habitantes (hab)	Densidad de Población	Sup. tierras Labor (has)	Relación Hab/ has lab.
1950	226,031	55.6 hab/km ²	200,569	1.12
1960	340,700	85.4	- - -	- - -
1970	420,638	103.6	- - -	- - -
1980	547,261	134.8	291,934 SPP 235,630 Censo	1.87 2.32

En este cuadro se puede apreciar que la población se incrementó en un 242% en 30 años y la superficie cultivable solamente el 145.5% (según SPP) o el 117.5% (según el Censo - - Agrícola y Ganadero), es decir, que teóricamente en 1950, de cada hectárea de labor, se mantenían 1.12 habitantes y en 1980 2.32 (según el censo) ó 1.87 (según SPP).

Todo lo anterior aunado a la nula protección forestal - propicia: 1) la tala clandestina no solo en los lugares decretados como Parque Nacional (La Malintzin) sino en toda la superficie arbolada del estado; 2) la ejecución de Programas -- contra la Erosión técnicamente inadecuados y 3) la quema de - pastos (y árboles) para utilizar los rebrotes como alimento - del ganado, lo que ha hecho del estado uno de los más severamente atacados por la erosión.

La incidencia de esta población en la erosión se ha manifestado de la siguiente forma:

Tala:

Fundamentalmente se efectúa para obtener leña y carbón. Existe otra práctica denominada "ocoteo", que consiste en obtener astillas resinosas de la base de los árboles para su -- venta a muy bajo precio, en los mercados locales como combustible; esta práctica lleva, irremediablemente a la muerte del árbol, que una vez en estas condiciones es derrumbado con -- autorización de las autoridades forestales para aprovechar la madera. Este tipo de daños es clandestino y está destruyendo paulatina pero eficazmente los bosques.

Otro tipo de tala de menor importancia se realiza con - fines agropecuarios, principalmente en las laderas, para establecer cultivos como maíz, cebada, haba y papa, o bien para sustituir los bosques por pastizales. Estos terrenos desmontados son erosionados con rapidez, principalmente por la pendiente que poseen ya que no se llevan a cabo prácticas de manejo del suelo.

Programas Gubernamentales contra la Erosión:

El problema de la erosión en Tlaxcala no ha sido desconocido para los gobernantes de este país, ya desde 1936 surgieron manifestaciones de descontento contra el gobierno que "en nada se preocupaba por hacer estudios sobre la erosión causada por el agua, ni tampoco por contener en la práctica este fenómeno de empobrecimiento del territorio" (Rivera, 1936). Desde hace más de 40 años Patiño, en un estudio sobre la erosión en los suelos del Centro y Sureste de Tlaxcala advertía que: "Es urgente atender la destrucción de los suelos, de lo contrario esta zona (de la Malinche) será convertida en un páramo".

A pesar de estas llamadas de alerta nada se hizo, hasta 1960 en que por órdenes presidenciales se creó el Plan Tlaxcala en contra de la Erosión que realizó en un año solamente, trabajos de conservación de suelos en 25,452.75 has que consistieron en: construcción de terrazas de drenaje, absorción y formación mecánica; subsoleo en tepetates; barbecho y rastro para cultivo en fajas y construcción de zanjas y muros de contención en laderas y barrancas. Las zanjas de protección contra la erosión se hicieron con base en que el principal volumen de precipitación cae arriba de los 3,000 m, por lo que se consideró indispensable impedir un escurrimiento superficial en el bosque y disminuir el caudal de aguas en las barrancas. El resultado fue un Programa para construir zanjas de 40 a 50 cm de profundidad en la ladera Norte y Poniente de la Malintzin. Las zanjas corren paralelas a las líneas

de altura y dependiendo de la pendiente, separadas entre sí desde 4 metros.

Este sistema de zanjas empieza desde la zona de bosque, atraviesa los zacatonales y termina en la cima. Con esto la "buena intención para prevenir la erosión" se convierte exactamente en lo contrario: un medio para promover la propia erosión, ya que a esas altitudes la temperatura media anual fluctúa entre 1 y 5°C y el número de días con heladas se encuentra entre 240 y 300. Esto origina que las intervenciones humanas en los pastos, como son las zanjas, resulten totalmente negativas por el siguiente fenómeno: casi todas las noches el suelo descubierto en las zanjas se hiela, desgarrando las finas raíces de los zacatonales que detienen el suelo; durante el día se deshíela y el agua resultante penetra horizontalmente bajo las raíces desgarradas, esta agua se hiela nuevamente durante la noche siguiente y con el nuevo día, se repite este proceso, ocasionando un lento desgarre, centímetro a centímetro, de las raíces de los pastos que se encuentran en la masa de suelo sucesivamente húmeda o helada. Este proceso se conoce en las zonas alpinas de Europa con el nombre de "pelapasto", con el tiempo, el diario helar y deshíelar, realmente llega a "pelar" las raíces, desprendiéndolas de la superficie del suelo. Actualmente puede observarse en los límites superiores del bosque que entre las llamadas "zanjas de protección contra la erosión" se han "pelado" ya franjas de 12 a 16 metros de ancho. Casi en todas las partes "peladas" el material del suelo, ya sin protección, ha sido deslavado y ha llenado nuevamente las zanjas (Werner, 1976).

Otra medida de defensa contra la erosión la constituyeron los muros de contención en algunas barrancas. Estos muros se construyeron con el propósito de reducir la velocidad de las corrientes de agua, así como el de retener los sedimentos resultantes. Los primeros muros de contención se encuentran en las laderas del Poniente de la Malinche, en la barranca Sur (uno arriba del pueblo de Sn. Luis Teolocholco, Tlax., y otro al Sureste de Sta. Ma. Acxotla del Monte), que fueron construidos en octubre-noviembre de 1974 y acumulo durante la primera temporada de lluvias de 1975, sedimentos con un espesor de 1.60 m aproximadamente. Una de ellas situada arriba del pueblo de Teolocholco, almacenó durante tres temporadas de lluvias una masa de sedimentos de 3.4 m de espesor, con 55 metros de ancho y varios cientos de metros de largo. En la temporada de lluvias de 1975 este muro de contención se derrumbó bajo el peso de toneladas de sedimentos y agua. El muro no había sido ni reparado ni reconstruido hasta el inicio de la temporada de lluvias de 1976, así que para el fin de esa temporada de agua no quedó más que un reducido resto de los sedimentos acumulados en tres años (Werner, 1976).

Otros ejemplos importantes de este tema lo representan los caminos y terrazas construidas en la ladera media Poniente de La Malinche. Para poder transportar la maquinaria para la construcción de las terrazas se abrieron anchos caminos, que no están compactados y que la mayoría de las veces el trazado era tan defectuoso que sirvieron como desagües en caso de lluvias fuertes; es decir, las barrancas del futuro ya estaban presentes potencialmente en estos caminos. Las terra-

zas agrícolas construídas en terrenos con pendientes del 15% de inclinación tenían de 15 a 20 m de ancho y resultaron demasiado anchas. Las terrazas dique no pudieron soportar las lluvias torrenciales de 40 mm hora, por lo que todo el material removido fue arrastrado por el agua (Werner, 1976).

Otro ejemplo lo constituyeron

"Las terrazas construídas en 1961 (inicio de los trabajos de este tipo) en el cerro Zompitécatl, con el propósito de aprovecharlas agrícolamente. Las terrazas eran demasiado anchas y con las primeras lluvias la abundante superficie de tepetate roturada fue arrasada descubriendo el suelo de barro que estaba debajo, con las subsecuentes precipitaciones el suelo fue lavado en los pocos años y como bajo cada suelo de barro que se forma in situ hay un horizonte enriquecido de sílice, éste llegó a la superficie mediante erosión, igualmente endurecido como su "antecesor" y nuevamente se presentó el problema. A pesar de las inversiones de capital y trabajo se tuvo que retirar estas superficies del uso agrícola y lo único que quedó para la posteridad fue una pequeña plantación de casuarinos y una placa de recuerdo de bronce" (Werner y Schonhals, 1977).

Después de este intento por controlar la erosión no fue sino hasta 1975 en que se inició otra acción contra la erosión habiendo recuperado de ésta durante 8 años 13,178 has para -- incorporarlas al cultivo.

Este programa consiste en la construcción de terrazas en terrenos con pendiente. Las terrazas son del tipo de banco o bancales a nivel, que por sus especificaciones generalmente se recomiendan en áreas con precipitaciones bajas o moderadas, que no excedan de 750 mm anuales y donde los suelos son profundos, con buena permeabilidad y capaces de absorber toda el agua de lluvia. El principal problema lo representa el hecho de construirlas a nivel, pues por las características de los

suelos en donde generalmente se construyeron (tepalcates) es imposible que toda el agua de las lluvias torrenciales pueda ser absorbida por la terraza, lo que provoca que al llenarse de agua se rompa el bordo por la parte más débil y se origine el escurrimiento sobre todas las terrazas aguas abajo. Existen trabajos (v.gr. terrazas hechas en 1981 frente al camino de acceso al poblado de Emiliano Zapata, Municipio de Terrenate), donde se formaron barrancas de más de 5 m de profundidad y 3 m de ancho y de 100 m de largo aproximadamente en un sólo día como consecuencia de la lluvia.

Toda esta superficie puesta bajo la acción del hombre para rescatarla de la erosión, ha sido alterada aún más del estado en que se encontraba, pues al haber movimiento de grandes volúmenes de tierra se auxilió a las gotas de lluvia en su trabajo para separar las partículas del subsuelo endurecido descubierto por la erosión de los horizontes superiores, provocando así, en algunos casos, que en las lluvias subsecuentes a la intervención del hombre, ese suelo removido sea arrastrado por el agua, pues después de la ejecución de cada obra es necesario y más importante, la conservación y mantenimiento de esa zona.

Quema

La principal causa de que los bosques sean quemados es que los pastores queman en invierno los zacatonales para obtener nuevos brotes en primavera, así matan a pinos recién germinados y destruyen la viabilidad de la semilla nueva, provocando la sustitución del bosque por zacatonales de Festuca --

tolucensis y Calamagrostis tolucensis o por bosques secundarios o seriales, en el mejor de los casos (Ern, 1973). Otras son las quemas intencionales para destruir el bosque y poder obtener el permiso para talar y establecer siembras en esos terrenos. Son menos frecuentes que las anteriores.

Sobrepastoreo:

Es la causa menos frecuente de encontrar; sin embargo, ésta, conjugada con las demás ha provocado la pérdida de la cubierta vegetal original en Tlaxcala. En este estado casi no existen explotaciones ganaderas intensivas ya que la mayoría de la ganadería es de solar; es decir, cada familia posee uno o dos individuos de una o dos especies que llevan a pastar a los bosques. De esta manera, como existen pocas superficies con pastos, todas las cabezas de ganado se concentran en estas zonas ocasionando daños severos al bosque, pues rompen los pequeños árboles y destruyen la corteza de los grandes, provocándoles de esta forma la muerte.

El pastoreo trae como consecuencia directa la quema. Tanto el sobrepastoreo como la quema impiden la repoblación natural del bosque.

Estas formas de incidencia del hombre no ocurren aisladas sino que actúan conjuntamente, por lo que la cubierta vegetal original ha estado sufriendo alteraciones trascendentales en su composición, que ha desequilibrado a todo el ecosistema.

3. Descripción y Resultados del Programa Integral de Desarrollo Rural para Combatir la Erosión.

3.1 Técnicas del Programa.

De 1975 a 1983 la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA) ejecutó un programa al que se le denominaba: Recuperación de Tierras Erosionadas, cuyo objetivo fundamental era el incorporar tierras erosionadas a la explotación agrícola mediante trabajos realizados con maquinaria pesada; en 1977 se implementa otro programa que complementaría al anterior en la lucha contra la erosión: el Programa de Construcción de Jagueyes (CONAZA, 1982; CONAZA-PIDER, 1982).

Las técnicas empleadas en estos programas según las dependencias ejecutoras, son:

3.1.1 Recuperación de tierras erosionadas.

"Consiste en la modificación y corrección de las pendientes de cerros y lomeríos mediante la construcción de terrazas de banco a nivel, con bordo y cabeceras en los extremos, haciendo una corrección de la pendiente, por ejemplo de un 25 a 28% original, a un 3% evitando con la habilitación del bordo en la orilla de la terraza el arrastre del material removido y plantado sobre él, maguay, nopal o árboles frutales (a cargo de los campesinos u otras instituciones) se consolida el mencionado bordo.

Las terrazas con bordos plantados funcionan a manera de pequeñas cuencas cerradas, acumulando el agua de lluvia por la roturación a 50 cm de profundidad, que se hace con el desgarrador del equipo pesado. De esta manera se aprovecha el recurso hídrico almacenado para los diversos cultivos. Por otra parte, al impedir que el agua de lluvia escurra libremente, se protegen los suelos de futuras erosiones, protegiendo de azolves las tierras bajas.

Los trabajos constan de las siguientes actividades:

- Limpieza del terreno.- Se retira la vegetación y/o escombros existentes.
- Cortes y enrasamientos.- Realizados a una altura variable, dependiendo de la pendiente original, generalmente a 1 ó 2 m y con una separación entre sí de 12 a 18 m permitiendo proteger las terrazas.
- Roturación de terrazas.- Se efectúa con el desgarrador o "ripper" a una profundidad máxima de 50 cm en virtud de la dureza del terreno.
- Rastreo pesado.- Al formarse los terrones producto de la roturación, se efectúa el desmenuzamiento de éstos con rastra pesada.
- Nivelación.- Trabajo efectuado para lograr el afinamiento, distribuyendo el material sobre la terraza" (CONAZA, 1982).

Este programa se efectuó bajo las normas establecidas en el Expediente Técnico Unitario elaborado por la Delegación de Conservación del Suelo y Agua de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en el Estado. Es importante mencionar que antes de que se efectuara cada obra no se hacían estudios particulares previos, ni durante la ejecución de la misma; el único apoyo para el trazo de las terrazas era el estacado sobre la línea para el corte, efectuada con un nivel de mano. Tampoco se realizaron levantamientos posteriores a la terminación del trabajo, que sirviera para corregir errores leves en los trazos o pendientes. También es de importancia el hecho de que no se plantaron las especies mencionadas para consolidar los bordos, sino que se dejaba al campesino para que lo hiciera. "Todos los trabajos se realizaron sobre un estándar de construcción" (CONAZA, 1981).

5.1.2 Construcción de jagüeyes:

"El jagüey es una pequeña represa que se consideraba como una obra indispensable y complementaria para los trabajos de recuperación de tierras erosionadas, que no era más que una obra para almacenar agua de lluvia en media hectárea de superficie, y cuyo vaso tiene una capacidad de 4,000 m³ con el propósito de utilizarlos de la siguiente manera:

- 1,000 m³ para la cría de peces.
- 2,500 m³ para riegos de auxilio en hortalizas y frutas.
- 50 m³ para uso doméstico familiar.
- 50 m³ para abrevadero.

El jagüey se construye aprovechando al máximo el tepetate (tiene un alto grado de compactación), que proporciona un material razonablemente impermeable que se utiliza en la formación del bordo o cortina de esta pequeña presa de tierra, la compactación de la cortina se logra con el bandeado del tractor de carriles (orugas), construyendo el vertedor de demasías y dejando un bordo libre de 1 m.

La construcción consta de las siguientes actividades:

- Despalme.- Limpieza del terreno quitando vegetación y escombros.
- Formación de corona, compactación y bordo.- Logrado mediante el arrastre del material aflojado con el desgarrador, a vuelta y vuelta del tractor.
- Bandedo.- Para dar mayor compactación a los taludes interiores.
- Dren de alimentación.- Localizado visualmente o por indicación de los campesinos del lugar, o barranquillas por donde escurra más agua.
- Vertedor de demasías.- Construido para evitar que el exceso de agua destruya el bordo y la corona" (CONAZA, 1982).

Al igual que el programa de recuperación de tierras erosionadas, éste de Construcción de Jagüeyes no se realizó con apoyo de estudios topográficos particulares previos para asegurar un abastecimiento del agua de lluvia, ni previendo la ubicación futura del jagüey con respecto a nuevas áreas recu-

peradas.

3.2 Dependencias Ejecutoras.

El Programa de Rescate de Tierras Erosionadas fue implementado por la Comisión Nacional de las Zonas Áridas, en 1975, en el Estado de Tlaxcala, iniciando sus actividades con dos tractores tipo caterpillar; para 1977 se implementa el programa de Construcción de Jagüeyes (CONAZA-PIDER, 1982).

En el año de 1980 se tramitó con el apoyo del Gobierno del Estado, que surgieran otros programas paralelos al de la CONAZA, pero cuya entidad ejecutora fue la Secretaría de Desarrollo y Fomento Económico a través de una empresa privada - cuyo socio mayoritario era el Gobierno del Estado, denominada: Maquinaria para la Tierra del Estado de Tlaxcala (MATET) y cuyo Director General era el Delegado Estatal de la CONAZA (SEDIFE-GOB. EDO. TLAX. 1981).

Para 1982 el equipo de maquinaria pesada constaba de:

CONAZA:		
	Central de Maquinaria Pesada:	10 máquinas.
Gobierno del Estado:		
	Central de Maquinaria Pesada:	15 máquinas.
MATET:		
	Gerencia de Maquinaria Pesada:	<u>16 máquinas.</u>
TOTAL:		41 máquinas.*

* Tractores pesados tipo caterpillar, de orugas.
Fuentes: CONAZA, 1982; CONAZA-PIDER, 1982;
SEDIFE-GOB. EDO. TLAX. 1982.

La organización interna de este complejo de dependencias funcionó como una sola, integrando los Programas de las dos dependencias que recibían inversión federal (CONAZA y Gobierno del Estado) a la Gerencia de Maquinaria Pesada de la empresa MATET. De esta forma se operó como si solo hubiera existido una sola central de maquinaria pesada. Gracias a esta integración pudieron efectuarse los trabajos de recuperación de tierras erosionadas y los de construcción de jagüeyes bajo las mismas directrices y como consecuencia con las mismas características técnicas (estandard).

3.3 Financiamiento.

Para la ejecución de estos programas, por parte de CONAZA y del Gobierno del Estado, se recibió inversión del Programa Integral para el Desarrollo Rural (PIDER) que operaba con parte de los recursos fiscales federales y parte con inversión del Banco Mundial en actividades exclusivamente productivas (CONAZA-PIDER, 1982).

Las actividades ejecutadas por MATET se realizaron con recursos generados por la propia empresa; todos los trabajos, ya sea de recuperación de tierras o de construcción de jagüeyes se cobraban al costo, ya que era empresa creada para apoyar a los agricultores del estado y, por lo tanto, no era lucrativa ni tenía el propósito de generar utilidades. En cambio los trabajos efectuados por el PIDER no se cobraban, únicamente se les pedía a los beneficiados una cuota de recuperación por hora efectiva de trabajo de cada máquina. Dicha cuota de recuperación correspondía a lo que se le llama amortiza

ción de maquinaria.

3.4 Resultados del Programa.

A través de los 8 años de existencia de CONAZA en el estado recuperó de la erosión: 9,067 has y construyó 78 jagüeyes con una inversión de \$71'027,957.00 (CONAZA-PIDER, 1982).

El Gobierno del estado recuperó 3,294 has y construyó 93 jagüeyes con \$ 97'217,961.00 en dos años y MATET, en el mismo tiempo, con un gasto de \$50'179,053.00 (sin contar con el valor de adquisición de la maquinaria y equipo) logró construir 35 jagüeyes y rehabilitar 817 has (CONAZA, 1981, 1982; CONAZA-PIDER, 1982; SEDIFE-GOB. EDO. TLAX. 1981, 1982).

Estas cifras pueden compararse más objetivamente en los cuadros subsecuentes. Según estos cuadros resumimos, en Tlaxcala, mediante la técnica de CONAZA se rescataron de la erosión: 13,178 has y se construyeron 226 jagüeyes con un monto total de \$ 218'424,971.00.

Cuadro 10.

Trabajos realizados por el Programa de Rescate de Tierras Erosionadas.
CONAZA-PIDER (1975-1982).

Municipio	Pobl. benef. (familias)	H e c t á r e a s			T r a b a j a d a s					
		Sup. Total.	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Amaxac	4	749.5	--	6.0	86.3	22.2	--	635.0	--	--
Apetatitlan	1	101.3	--	13.0	--	40.3	--	48.0	--	--
Apizaco	5	273.3	51.0	94.8	104.0	23.5	--	--	--	--
Atlangatepec	7	1787.0	--	--	202.7	--	938.5	177.8	172.0	--
Atizayanca	-	275.0	--	--	--	--	--	275.0	--	--
Calpulalpan	3	68.0	--	--	--	--	--	--	68.0	--
Coaxomulco	1	69.2	--	--	20.5	--	--	--	49.0	--
Cuapixtla	1	191.5	--	--	--	68.7	122.8	--	--	--
Chautempan	2	6.0	--	--	--	6.0	--	--	--	--
Domingo Arenas	2	38.0	--	10.0	--	--	--	--	28.0	--
Españita	4	139.9	54.4	--	--	55.5	--	30.0	--	--
Huamantla	2	22.0	--	--	--	--	--	--	22.0	--
Hueyotlipan	7	148.8	6.5	--	28.7	--	101.5	--	12.0	--
Ixtacuixtla	6	135.0	--	--	2.0	49.0	--	48.0	20.0	14.0
Lázaro Cárdenas	3	132.2	--	67.7	--	11.0	33.5	20.0	--	--
Nanancamilpa	5	90.8	20.0	20.5	45.3	3.0	2.0	--	--	--
Nativitas	3	26.5	--	--	21.5	--	--	--	--	5.0
Panotla	4	30.0	--	--	--	--	1.0	29.0	--	--
Santa Cruz Tlaxcala	1	40.5	--	--	13.0	27.5	--	--	--	--
Tepeyanco	1	54.7	--	--	--	54.7	--	--	--	--
Terrenate	9	665.8	--	71.0	117.0	409.0	27.7	9.0	32.0	--
Teatla	4	282.0	--	5.0	14.0	179.0	--	62.0	22.0	--
Tetlatlahuca	6	822.2	--	--	188.6	253.5	188.0	10.0	127.0	55.0
Tlaxcala	9	347.2	--	--	--	222.5	35.2	89.5	--	--
Tlaxco	29	965.0	--	28.3	100.0	268.8	222.0	7.0	--	339.0
Tocatlán	1	77.5	--	--	77.5	--	--	--	--	--
Totolac	2	2.5	--	--	2.0	--	0.5	--	--	--
Tzompantepec	3	115.2	--	60.0	48.5	6.7	--	--	--	--
Xalostoc	4	310.8	--	176.0	73.5	61.3	--	--	--	--
Xaltocan	4	1063.5	--	--	64.0	381.3	550.5	67.7	--	--
Zacatelco	2	38.0	--	--	--	17.5	20.5	--	--	--
TOTAL	134	9066.9	131.9	552.3	1208.9	2161.0	2239.8	1808.0	552.0	415.0

Fuente: CONAZA-PIDER, 1982.

Cuadro 11. Jagüeyes construidos por el Programa CONAZA-PIDER (1978-1982).

Municipio	Jagüeyes			Realizados		
	Tot. Jag.	1978	1979	1980	1981	1982
Atlangatepec	14	--	5	11	--	--
Calpulalpan	2	--	--	2	--	--
Españita	3	--	3	--	--	--
Hueyotlipan	17	--	5	2	12	--
Lázaro Cárdenas	1	--	1	--	--	--
Tetla	3	--	2	--	1	--
Tlaxco	5	3	1	--	--	1
Xaltocan	33	8	9	1	15	--
TOTAL	78	11	22	16	28	1

Fuente: CONAZA-PIDER, 1982.

Cuadro 12. Trabajos realizados por los Programas de Rescate de Tierras Erosionadas y Construcción de Jagüeyes. Gobierno del Estado de Tlaxcala-PIDER (1981-1982)

Municipio	1981		1982		Total Municipio	
	Has.	Jag.	Has.	Jag.	Has.	Jag.
Atlangatepec	380	12	320	11	708	23
Atitzayanca	---	--	281	13	281	13
Domingo Arenas	---	--	28	--	28	--
Nativitas	---	--	5	--	5	--
Terrenate	910	20	860	24	1770	44
Tlaxcala	---	--	44	--	44	--
Tlaxco	160	13	35	--	195	13
Totolac	---	--	63	--	63	--
Tzompantepec	---	--	118	--	118	--
Xalostoc	---	--	16	--	16	--
Yauhquemecan	---	--	66	--	66	--
TOTAL	1450	45	1844	48	3194	93

Fuente: SEDIFE-GOB. EDO. TLAX. 1981, 1982.

Cuadro 13.

Trabajos de Rescate de Tierras Erosionadas y
Construcción de Jagueyes realizados
por MATET (1981-1982).

Municipio	1981		1982		Total Municipio	
	Has.	Jag.	Has.	Jag.	Has.	Jag.
Apetatitlán	90	--	70	--	160	--
Apizaco	--	--	4	1	4	1
Atlangatepec	--	--	6	1	6	1
Coaxomulco	--	--	28	--	28	--
Chiautempan	6	--	--	1	6	1
Domingo Arenas	--	--	8.5	--	8.5	--
Españita	--	--	10	3	10	3
Ihuamantla	--	--	16	1	16	1
Hueyotlipán	--	3	--	3	--	6
Ixtacuixtla	--	--	10	--	10	--
Lázaro Cárdenas	--	1	42	--	42	1
Mariano Arista	--	--	12	--	12	--
Panotla	64	1	120	--	184	1
Tepeyanco	--	--	1	--	1	--
Terrenate	--	2	95	5	95	7
Tetlatlahuca	80	--	2	2	82	2
Tlaxcala	7	--	10.2	--	17.2	--
Tlaxco	--	--	2	12	2	12
Tocatlán	--	--	45	--	45	--
Totolac	--	--	15.5	1	15.5	1
Tzompantepec	--	--	15	2	13	2
Xalostoc	--	--	22.5	--	22.5	--
Xaltocan	--	6	8.3	2	8.3	8
Yauhquemecan	--	--	29	4	29	4
TOTAL	247	13	570	42	817	55

Fuente: SEDI FE-GOB. EDO. TLAX. 1982.

Cuadro 14.

Inversiones autorizadas (PIDER) y gastos
crogados por MATET (1977-1982).

Año.	CONAZA	Gob. de l Edo.	MATET
1977	\$'172,300.00	--	--
1978	16'000,000.00	--	--
1979	9'650,000.00	--	--
1980	\$'752,800	--	--
1981	11'343,953.00	68'473,859.00	23'000,000.00*
1982	17'108,904.00	28'744,102.00	27'179,053.00
SUBTOTAL	71'027,957.00	97'217,961.00	50'179,053.00
1983	27'743,349.00	43'048,484.00	45'918,382.00**
TOTAL	98'771,306.00	140'266,445.00	96'097,435.00

* Estimado.

** Presupuestado.

Fuente: CONAZA-PIDER, 1982; SEDI FE-GOB. EDO. TLAX. 1981, 1982.

IV. METODOLOGIA

La metodología empleada fue la de Ordenamiento Ecológico del Territorio adaptada y modificada por los técnicos de la Subdirección del Sistema de Información Ecológica (SIE) y del Grupo Sistema de Información Ambiental Regional (SIAR), la cual se representa gráficamente, junto con los diversos instrumentos metodológicos desarrollados ex-profeso, en la figura No. 2.

En ésta se muestra el procedimiento general para la elaboración de diversos estudios de ordenamiento ambiental, con sus elementos básicos y las interrelaciones entre ellos.

Como elementos tenemos: 1) El Tronco Metodológico, 2) La Información, 3) Los instrumentos de Análisis Regional, manuales y computarizados, y 4) Los Productos.

1. El Tronco Metodológico

Se aprecia claramente que se divide en 6 fases:

1.1 Fase de Organización

Consiste en la definición de alcances, objetivos, metas, disponibilidad de recursos (de información, humanos, materiales y equipo) y calendario de trabajo. Básicamente es la elaboración del Diseño de Investigación o Plan de Trabajo.

METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL

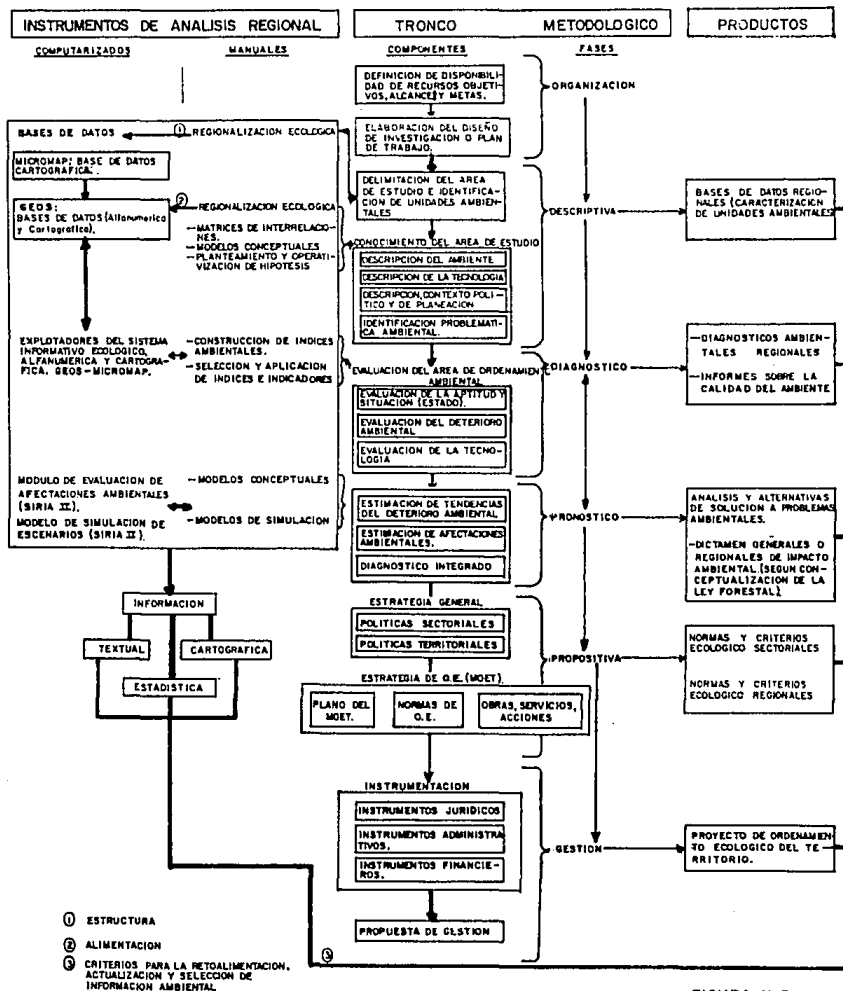


FIGURA No 2

1.2 Fase Descriptiva.

Se delimita el área de estudio, se realiza la descripción del ambiente caracterizando los elementos del medio natural y los elementos antrópicos y la problemática ambiental.

Asimismo, es necesario identificar la tecnología utilizada para el aprovechamiento y transformación de los recursos naturales.

Los componentes de esta fase y los instrumentos que pueden utilizarse en cada uno son:

- a) Delimitación del Área de Estudio: mediante la utilización de la clasificación de Regiones Naturales de México (regionalización ecológica) pueden identificarse los criterios ecológicos para delimitar el área e identificar las unidades de análisis regional que han de utilizarse.
- b) Descripción de los elementos del ambiente: La regionalización ecológica y las bases de datos por nivel regional del GEOS tienen un papel relevante en la sistematización y homogeneización de la información requerida para desarrollar este apartado.
- c) Descripción de la tecnología para el manejo de recursos naturales: Se utiliza información documental y de campo.
- d) Identificación de la Problemática Ambiental: Se hace, en primera instancia, a través de la revisión documental y la visita de campo, complementándola con el auxilio de las matrices de relaciones de deterioro y los modelos conceptuales de pri-

mer orden que permitirán evidenciar el deterioro ambiental - que no sea aparente.

1.3 Fase de Diagnóstico.

Con la caracterización o descripción realizada en la fase anterior y utilizando instrumentos como las matrices de interrelación de factores ambientales y los modelos conceptuales de segundo orden pueden plantearse hipótesis que permitirán construir o seleccionar índices o indicadores ambientales que en general se calculan en el GEOS (instrumento computarizado). Lo anterior permite realizar una evaluación del área de estudio en los siguientes subcomponentes:

a) Evaluación de la situación (estado) y aptitud. Pueden aplicarse, entre otros, los siguientes índices y coeficientes ambientales:

- Coeficiente de Agostadero, elaborado por la Comisión Nacional Técnico Consultiva para la determinación de los coeficientes de Agostadero adaptado al SIE por Miranda, Arriaga y Hernández Cruz, 1985.

- Índice de Evaluación (aptitud) del uso de la tierra para agricultura de temporal desarrollado por Ortíz Solorio, -- 1985.

- Índice de Evaluación (aptitud) del uso de la tierra para agricultura de riego desarrollado por Ortíz Solorio, 1985.

- Índice de Evaluación (aptitud) del uso de la tierra para pastizales desarrollado por Ortíz Solorio, 1985.

- Coeficiente de Conservación Faunística y Florística Desarrollado por Miranda, Espinoza R., Barrera J.P., y Villalobos, 1987.
- Coeficiente de disponibilidad de mantos freáticos desarrollado por Miranda y Barrera, 1987.
- Índices de Erosión Hídrica y Eólica (erodabilidad) desarrollado por Ortiz Solorio, 1985.
- Índice de representación de ecosistemas desarrollado por Espinoza R., Barrera y Aldeco, 1987.

b) Evaluación del deterioro del ambiente. Puede aplicarse entre otros los siguientes índices:

- Índice de manejo del suelo de Espinoza R., Miranda V., -- Pinceda V., Celis y Mora, 1987.
- Índice de calidad del agua de la National Sanitation Foundation adaptado por González Leal, 1987 y revisado por Miranda.
- Método para Evaluar la Calidad del Agua desarrollado por Soriano C.H., Bordejo V., Cruz, Márquez y Miranda, 1989.
- Índice de calidad del aire retomado por SEMUE del "Pollutant Standard Index" y del Índice Mexicano de Calidad del Aire.
- Índice de Deterioro de Bosques Templados y Fríos y Fauna Silvestre asociada a ellos, desarrollado por Lara y Barrera, 1987.

- Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación de "Who - - offset Publication No. 62" traducido por Athié Iambarri, 1984.

c) Evaluación de la Tecnología.- Con base en el planteamiento de hipótesis deberá evaluarse el grado de deterioro que produce la forma de aprovechamiento y transformación de los recursos naturales con relación al ecosistema en que se encuentra.

1.4 Fase de Pronóstico.

Para efectuar estudios más completos y que tengan bases para hacer planteamientos de tipo preventivo, es necesario estimar las tendencias de comportamiento de los principales procesos ecológicos y/o problemas ambientales del área de estudio. Para ello, se pronostican aquellos que se consideran de interés relevante para la conservación de la calidad del ambiente y del equilibrio ecológico.

Entre los instrumentos de análisis que puedan auxiliar y apoyar el desarrollo de los componentes de esta fase están las matrices de relaciones de deterioro, modelos conceptuales, construcción de escenarios alternativos y algunos instrumentos computarizados como el Módulo de Evaluación de afectaciones ambientales y el Módulo de Simulación de Escenarios de la 2a. Fase del SIRIA (Sistema de Información Rápida de Impacto Ambiental).

Los componentes de esta fase son:

a) Estimación de tendencias de Deterioro Ambiental.

b) Estimación de Posibles Afectaciones Ambientales, pronosticadas con base en el análisis de las acciones a ejecutar, -- siendo necesario construir todos los escenarios probables.

c) Diagnóstico Integrado, se retoman las conclusiones de la fase de diagnóstico y las de los dos primeros componentes de esta fase para efectuar una jerarquización de fenómenos, presentes y potenciales, de deterioro ambiental a fin de proponer medidas tanto de tipo correctivo como preventivo.

1.5 Fase Propositiva.

Se plantean las diferentes propuestas para la realización de un nuevo esquema de uso y manejo de los recursos naturales en el área de estudio, cuyo objetivo básico es el mejoramiento de la calidad de vida de la población y la protección al ambiente sin menoscabo de las actividades productivas.

Los componentes de esta fase así como los procedimientos que se utilizan son:

1.5.1 Estrategia General.

Mediante el análisis de los diversos planes y programas tanto regionales como sectoriales, se identifican las estrategias y políticas determinadas para el área de estudio o para la región a la que pertenece. Con los resultados de este análisis así como con los escenarios probables construidos en la fase anterior, se efectuará una selección de los escenarios posibles; es decir, aquellos que son factibles de ejecutar -- descartando, por mencionar algunos criterios, aquellos que --

1) no sean congruentes con las estrategias para el desarrollo

regional; 2) no sean compatibles con la preservación de los recursos naturales; 3) aún cuando sean escenarios resultantes de aplicar alguna estrategia sectorial, no sean compatibles con las estrategias regionales e incluso nacionales, o que provoquen deterioro ambiental.

Después de esta selección será necesario identificar el escenario deseable, que se adoptará como imagen objetivo, la cual nos permitirá enunciar la estrategia general que será la directriz para el desarrollo de los siguientes subcomponentes.

a) Políticas Sectoriales.- Son directrices específicas para los sectores relevantes, podrán retomarse los planteamientos de los Planes y Programas que sean congruentes con la imagen objetivo.

b) Políticas Territoriales.- Son directrices específicas para las áreas relevantes, basadas en las 4 Políticas de Ordenamiento Ecológico: Conservación, Aprovechamiento, Protección y Restauración.

Ambos tipos de políticas deberán ser el vínculo entre los propósitos de desarrollo y los propósitos de un orden ecológico.

1.5.2 Estrategia de Ordenamiento Ecológico.

Es la conclusión del análisis efectuado durante la elaboración del estudio, deberá plantearse el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio al que se espera llegar mediante

la ejecución de las propuestas concretas que son los subcomponentes:

- a) Plano del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Donde se plasma la distribución y localización geográfica de las actividades socioeconómicas.
- b) Lineamientos normativos y normas de ordenamiento ecológico. Es un conjunto de disposiciones que deberán ser obligatorias y que mediante su observación se pretende lograr: el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales, armonización de las actividades socioeconómicas con el entorno y prevención del deterioro ambiental.
- c) Obras, servicios y acciones que es necesario programar y ejecutar para lograr implantar paulatinamente el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

1.6 Fase de Gestión.

Mediante esta fase se elaboran los planteamientos y propuestas técnicas encaminadas a lograr la ejecución del Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).

Los componentes y subcomponentes de esta fase son:

1.6.1 Instrumentación.

A través del marco jurídico, administrativo y financiero existente será posible identificar los instrumentos que brinden sustento legal y operativo a la ejecución del Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

a) Instrumentos Jurídicos: Leyes, Reglamentos, Acuerdos, Convenios y Decretos.

b) Instrumentos Administrativos: Programación presupuestal a nivel federal o estatal, utilizando básicamente la apertura programática de SPP.

A nivel central: Programas Operativos Anuales, Programas de Inversión y Acuerdos de Coordinación.

A nivel estatal y municipal: Convenios Unicos de Desarrollo y Programas de Desarrollo Regional.

c) Instrumentos Financieros: Créditos, Financiamientos, Estímulos Fiscales.

1.6.2 Propuesta de Gestión.

Con base en el conocimiento y análisis de los instrumentos jurídicos y administrativos será posible elaborar una propuesta para la forma de gestionar los productos concretos del Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Territorio a fin de lograr su ejecución. Ver fig. 2A

Deberá basarse en las siguientes vertientes establecidas en la Ley de Planeación:

a) Coordinación.- Se refiere a las acciones del Gobierno Federal con los Gobiernos Estatales y a través de éstos con los Municipales. La ejecución se hace vía CUD (Convenio Unico de Desarrollo) y COPLADE (Comités de Planeación del Desarrollo Estatal).

- b) Concertación.- Acciones conjuntas de los sectores público, social y privado de acuerdo a los lineamientos previstos en el Plan Nacional de Desarrollo. Se ejecutan mediante contratos y convenios de derecho público.
- c) Inducción.- Políticas y acciones de gobierno tendientes a promover, regular, restringir, orientar o prohibir acciones a los particulares en materia económica y social.
- d) Obligatoriedad.- Acciones y metas concretas que se ejecutan a través de los Programas Sectoriales y de Programas Operativos Anuales.

2. La Información.

Para la elaboración de estudios de índole ecológica se requiere de información de diversas disciplinas y temas.

" Los aspectos conceptuales relacionados con la base de información se pueden agrupar en tres:

- a) Características Físicas y Recursos Naturales del Territorio.
- b) Problemática Ambiental.
- c) Planeación y Condiciones Socioeconómicas en su Dimensión Ecológica.

Cada uno de ellos abarca una amplia gama de temas y para poder efectuar el diagnóstico correspondiente es indispensable consultar información de distintas fuentes, cuya captación, procesamiento y organización se realiza bajo diversas metodologías" (SEDUE-DGE01A-FAR, 1985).

En el cuadro No. 1 se presenta una sinopsis de la información existente en México para cada uno de los grupos enunciados.

Cuadro 1. Conformación Existente en México para Estudios Ecológicos (Sinopsis).

1. Características Físicas y Recursos Naturales del Territorio.

- Cartografía topográfica, hipsográfica, fisiográfica, climática, geológica y edafológica del INEGI (S.P.P.), en distintas escalas.
 - Hidrología. Cartografía de aguas superficiales y subterráneas del INEGI (S.P.P.), en distintas escalas y estadísticas sobre uso del agua superficial a nivel de cuenca hidrográfica (SEDUE).
 - Vegetación. Cartografía de vegetación y uso actual del suelo de INEGI (S.P.P.) en distintas escalas y clasificaciones de la cubierta vegetal.
 - Fauna Silvestre. Catálogos de organismos marinos y ambientales acuáticos de SEDUE. Inventario de especies terrestres dañadas, amenazadas, cinegéticas o de ornato de SEDUE.
 - Sistema de Información de Áreas Naturales Protegidas de SEDUE.
 - Terrenos Húmedos. Información sobre rasgos hidrográficos en la cartografía topográfica de INEGI (S.P.P.)
 - Agricultura. Información sobre tierra agrícola y sus usos en la cartografía de vegetación y cartografía de frontera agrícola de inegi (S.P.P.), en distintas escalas.
 - Actividades Cinegéticas y Comercio de Flora y Fauna. Calendarios Cinegéticos y de aves canoras y de ornato de SEDUE.
-

2. Problemática Ambiental.

- Calidad del agua. Monitoreo de aguas superficiales en 65 - estaciones con muestreos mensuales sobre 30 parámetros en 20 cuencas prioritarias, (SEDUE). Índice General de Calidad del Agua, INDIC, se basa en 18 parámetros y considera 6 usos del agua (SEDUE). Modelos de simulación para la evaluación de la calidad del agua subterránea en el Valle de México (D.D.F.) Inventario Nacional de Fuentes y Usos de Aguas Residuales en 100 000 fuentes de descarga registradas (SEDUE). Panorama estadístico de la Calidad del Agua, basado en factores de emisión e información censal sobre industrias (SEDUE).

CUADRO 1 (CONTINUACIÓN)

-
- Calidad del Aire. Redes de monitoreo mensual, manuales y automáticas. Se planea crecer a 26 redes manuales con 6 -- estaciones cada una en las que se pueden medir concentraciones de tres compuestos cada tres días y 2 redes automáticas con 10 estaciones cada una en la que se miden concentraciones diarias de siete compuestos, (SEMHE). Índice Mexicano de Calidad del Aire que se basa en estándares para 5 compuestos y que se relaciona con daños a la salud (SEDUE). - Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas para detectar contaminación del aire proveniente de 135 mil establecimientos industriales ubicados en 100 ciudades, (SEDUE) (en diseño). Encuesta Industrial para detectar la emisión de residuos industriales en el mismo universo de establecimientos, (SEDUE) (en diseño).
 - Suelo. Tasas de Generación de Residuos en 13 ciudades prioritarias, (SEDUE).
 - Ruido y Energía Contaminante. Normatividad en la Ley Federal de Protección al Ambiente y Mediciones en las ciudades de México y Guadalajara (SEDUE, sin publicar).
 - Erosión. Inventarios estatales de erosión (SARII).
 - Deforestación. Inventario Nacional Forestal (SARII).
-

3. Planeación y Condiciones Socioeconómicas.

- Demografía. Censos de Población y Vivienda (SPP) y Proyecciones de Población (CONAPO).
 - Uso del Suelo. Datos de vivienda en Censos de Población y Vivienda (SPP). Carta turística de INEGI (SPP) y Censos de Transporte (SPP).
 - Crecimiento Económico. Indicadores económicos de diversas dependencias.
 - Consumo de Energéticos. Por sectores (IPM).
 - Transporte. Censos de Transporte (SPP).
-

Fuente: SEDUE. DGOEIA-FAR, 1985.

Tal variedad de fuentes permite conjuntar una vasta base de datos; sin embargo, existen diversas restricciones para el manejo de dicha información. Entre las más relevantes podemos mencionar su actualización y periodicidad y la diversidad de referencia regional.

Para resolver estos problemas el Sistema de Información Ecológica definió unidades regionales (expresadas en la Regionalización Ecológica) para que sean el marco en la correlación de diversas variables provenientes de fuentes de información heterogéneas.

No obstante lo anterior, dichas fuentes de información podemos dividir las, de acuerdo a su naturaleza en tres tipos: Información Documental, Información Estadística e Información Cartográfica.

Dado que el Ordenamiento Ecológico del Territorio es una actividad de planeación física, su objeto de trabajo es el espacio territorial y la forma de expresión de los fenómenos territoriales es a través de cartografía. Asimismo, la delimitación y caracterización de las unidades de la Regionalización Ecológica requiere de la sobreposición de cartas de diversos temas, en distintas escalas y proyecciones (cuadro No. 2).

Del mismo modo, es necesario correlacionar la información con datos censales, referidos a la división política y con datos de diversos procesos que generan catálogos, mediciones en redes de monitoreo o información documental.

CUADRO 2 CARTOGRAFIA PARA LA DELIMITACION DE LAS UNIDADES REGIONALES DEL SIE Y SUS ESCALAS. *

131

CRITERIO	CARTOGRAFIA	UNIDAD REGIONAL			UNIDAD NATURAL	
		ZONA	PROVINCIA	SISTEMA TEMPESTE		
CLIMATICO	CLIVS	1 A 1 MILLÓN 1 A 5 MILLONES	1 A 500 MIL	1 A 500 MIL		
	FISIOGRAFIA	1 A 1 MILLÓN	1 A 1 MILLÓN 1 A 250 MIL	1 A 1 MILLÓN 1 A 250 MIL	1 A 1 MILLÓN 1 A 250 MIL	
FISIOGRAFICO	HIPSOGRAFIA	1 A 4 MILLONES EN RELIEVE				
	SIGE		1 A 500 MIL	1 A 500 MIL	1 A 500 MIL	
	UNSAET			1:200 000	1:200 000	
	USO DEL SUELO	1 A 1 MILLÓN	1 A 250 MIL		FOTO AÉREA (AEROFOTO)	
FLORISTICO	SINOPTICA (SAEHO)	1 A 1 MILLÓN 1 A 5 MILLONES				
	TIPOS DE VEGETACION				1 A 1 MILLÓN (AEROFOTO)	
FALNISTICO						
EDFOLOGIA	EDFOLOGIA	1 A 1 MILLÓN	1 A 250 MIL	1 A 250 MIL	1 A 250 MIL 1 A 50 MIL	
	SERIES DE SUELOS				1 A 250 MIL (DE VERSAS FUENTES)	1 A 250 MIL (DE VERSAS FUENTES)
TOPOGRAFICO	TOPOGRAFICA		1 A 250 MIL		1 A 250 Y 1 A 50 MIL.	1 A 50 MIL Y 1 A 20 MIL (DE VERSAS FUENTES).
	FOTO AÉREA				1:50 000 (AEROFOTO)	
GEOLOGICO	GEOLOGICA		1 A 250 MIL	1 A 250 MIL Y 1 A 500 MIL (UNSAE)	1 A 250 MIL 1 A 50 MIL.	
	DISTRIBUCION DE EDAS DES ESPECIFICAS.				1 A 250 MIL (DE VERSAS FUEN TES).	
ORFOPEDELOGI- CO.	ORFOPEDELOGICA				1 A 100 MIL (AEROFOTO)	
AGROCLIMATICO	UNIDADES AGROCLIMATICAS				1 A 100 MIL (AEROFOTO)	

*LA FUENTE S.P.P. A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA ENTRE PARÉNTESIS.

FUENTE: SEDUE, DICEJA-FAR, 1985.

"El Sistema de Información Ecológica (SIE) tiene como objetivo homogeneizar, sistematizar y mantener actualizada la información que se requiere para la elaboración de diagnósticos ambientales" (SEDEF-DGOEJA-FAR, 1985).

La información es el insumo básico e indispensable que es procesado en el SIE mediante las interrelaciones con los otros elementos.

Es homogeneizada por uno de los instrumentos de análisis manual: la Regionalización Ecológica (misma que conforma la estructura del Banco de Datos) para ingresar al instrumento de análisis computarizado, médula del Sistema: el Programa GEOS.

3. Los Instrumentos de Análisis Regional.

Son instrumentos metodológicos retomados, adaptados o desarrollados por el SIE con base en los procedimientos y técnicas de análisis comúnmente utilizadas en estudios ambientales, sobre todo en los de ordenamiento ecológico del territorio y en los de evaluación de impacto ambiental.

En función de su grado de desarrollo conceptual y de la factibilidad y necesidad (por su uso recurrente y generalizado) de automatización se han dividido en Manuales y Computarizados.

3.1 Instrumentos manuales.

Dentro de éstos se encuentran: La Regionalización Ecológica (clasificación de Regiones Naturales de México), las Matrices de Interacción de Elementos Ambientales, los Modelos Conceptuales, Planteamiento y Operatividad de Hipótesis y los -- Indices Ambientales.

3.1.1 La Regionalización Ecológica (clasificación de Regiones Naturales de México).

"Clasifica al territorio en áreas con características homogéneas a fin de que sea el marco regional que permita analizar y conocer sus opciones productivas y de conservación, bajo una perspectiva ecológica.

La Regionalización posee un orden jerárquico, está basada en criterios básicos y asociados (ver cuadro No. 3) y su aplicación principal es el de disponer de áreas de referencia estables en el tiempo e identificables en campo y/o cartografía.

NIVEL REGIONAL	CRITERIOS BÁSICOS			CRITERIOS ASOCIADOS		
	CLIMA	GEOMORFOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	DRENAJE	VEGETACIÓN ORIGINAL.	FAUNA NATIVA.
ZONA (SEDEU)	MACROCLIMA*	GRANDES ESTRUCTURAS FISIOGRÁFICAS.	UNIDADES DE SUELO FAO	REGIÓN HIDROLÓGICA.	REGIÓN BIÓTICA REGIÓN FITOGEOGRÁFICA. REGIÓN ZOOGEOGRÁFICA.	
PROVINCIA (NEG1)	MESOCLIMA	UNIDADES FISIOGRÁFICAS INTERMEDIAS*.	UNIDADES DE SUELO FAO	SUBREGIÓN HIDROLÓGICA	SUBREGIÓN BIÓTICA TIPO DE VEGETACIÓN. DISTRITO ZOOGEOGRÁFICO.	
SISTEMA ECOGEOGRÁFICO (GPO. SIAR)	MESOCLIMA o MICROCLIMA	SISTEMAS DE TOPOFORMAS*	UNIDADES Y SUBUNIDADES DE SUELOS. FAO.	CUENCA.	PROVINCIA BIÓTICA TIPO DE VEGETACIÓN. INVENTARIO FAUNÍSTICO.	
PAISAJE TERRESTRE	MICROCLIMA	SISTEMA DE TOPOFORMAS*	SERIES DE SUELOS.	CUENCA PEQUEÑA O AFLUENTE MEDIO.	ASOCIACIÓN DE COMUNIDADES.	POBLACIONES O ASOCIACIONES.
UNIDAD NATURAL	MICROCLIMA	TOPOFORMA *	FASES DE SUELOS *	AFLUENTE MENOR.	COMUNIDADES	GRUPOS O INDIVIDUOS.

* CRITERIO RECTOR A ESE NIVEL.

FUENTES: CERVANTES Y, CORNEJO S., LUCERO R., ESPINOZA J.M., MIRANDA E., Y PINEDA A. (EN PRENSA)

BARAJAS V., CARRILLO H., CHÁVEZ O., ESPINOZA J.M., KUSHIDA M., LACY P., LARA A., MÉNDEZ H., Y MIRANDA E., 1986.

Los niveles jerárquicos que la constituyen son:

Zona.- Se basa en las grandes áreas climáticas y corresponde asimismo a las estructuras fisiográficas mayores, a las regiones biogeográficas y a las grandes áreas con procesos edáficos generales. Se definieron cuatro zonas: Trópico-Húmedo, Trópico Seco, Árida y Templada (definido territorialmente).

Provincia.- Corresponde a unidades fisiográficas intermedias y comprende divisiones completamente contenidas en cada nivel de zona. Los linderos de las provincias corresponden a los que INEGI denomina "Subprovincias y Discontinuidades Fisiográficas", con modificaciones de estos límites en función de las características climáticas que le confiere el nivel superior y corrigiéndose con el auxilio de las imágenes de satélite en falso color editadas por SAHOP, así como con las cartas topográficas de INEGI (definido territorialmente).

Sistema Ecogeográfico.- Son divisiones territoriales de las provincias; los límites se definieron con base en los sistemas de topofomas homogéneos bajo un mismo patrón geomorfológico -relieve, evolución y génesis propia- (definido territorialmente) (Cervantes, Cornejo, Lucero, Espinoza, Miranda y Pineda, en prensa).

"Paisaje terrestre.- Corresponde a divisiones más simples y homogéneas. Se describe como un patrón específico de topofomas, donde el criterio edáfico es un factor auxiliar importante que se suma a los básicos (clima y fisiografía). Este tercer criterio permite, en muchos casos, comprender la dinámica del paisaje, ya que el suelo determina el tipo de vegetación y es resultado del microclima y del patrón hidrológico local. La interpretación de imágenes de satélite y de fotografías aéreas es un método muy importante de definición regional (sin definición territorial).

Unidad natural.- Constituye la categoría más pequeña del sistema jerárquico regional. Corresponde a la topofoma individual (volcán, lomerío, meseta, valle intermontano) -cuya asociación con otras similares o de origen común conforma un paisaje, aunque puede poseer una morfología contrastante con las topofomas adyacentes (malpaís, lago, isla fluvial, abanico aluvial, etc.); de igual manera puede constituir el elemento (ladera, fondo, páramo, etc.) de una geofoma extensa y compleja (ciertos volcanes o cuencas hidrográficas). Así, cada unidad, por su morfología característica, posee un tipo de suelo propio y distintivo con procesos edáficos, geomorfológicos, hidrológicos y microclimáticos que determinan una fragilidad específica por el grado de estabilidad entre los procesos edafogenéticos y morfogenéticos.

Ciertos paisajes pueden ser homogéneos desde el punto de vista morfológico y sólo pueden ser divididos considerando rupturas de pendientes más o menos drásticas que permiten

el desarrollo de un patrón hidrológico y consecuentemente de suelos y tipos o asociaciones de vegetación propios". (Barajas, et al, 1986).

3.1.2 Las Matrices de Interacción de Elementos Ambientales.

Nos permiten identificar y evaluar cuantitativamente las relaciones entre elementos ambientales emisores, generadores de repercusiones o transformaciones directas y elementos receptores de dichas repercusiones, transformaciones o emisiones.

Mediante la valoración de las interacciones es posible priorizarlas o identificar así las más importantes.

Para la construcción de las matrices es necesario tener desglosados y clasificados los elementos ambientales, con el objeto de hacer un manejo de dichas interacciones de forma jerárquica.

Con lo anterior se obtienen matrices para la unidad regional en estudio (matriz zona árida, matriz provincia X_i de la zona árida, etc.) que son de primer orden y en las que se maneja la información ambiental en un grado de generalidad amplio, el nivel de detalle es el mismo que el utilizado en la regionalización para los niveles regionales superiores: Zona o Provincia.

Identificadas las interacciones más relevantes es posible profundizar en el conocimiento de las mismas, utilizando matrices de segundo orden, en las cuales la información utilizada posee un detalle mayor correspondiendo a niveles intermedios

de la regionalización: Sistema Eco-geográfico o Paisaje Terrestre.

Finalmente, si deseamos conocer procesos específicos y los elementos que participan en ellos con lujo de detalle, podríamos hacer uso nuevamente de las matrices de grado mayor. Es importante señalar que a medida que se desea profundizar en el conocimiento detallado de las interacciones, la información que se utilizará en las entradas de la matriz será mucho más desglosada y desagregada (Mendiola, 1987).

Además de priorizar las interacciones entre elementos ambientales, el uso de las matrices nos aportan información para la construcción de modelos conceptuales del área estudiada.

3.1.3 Los Modelos Conceptuales.

"Su construcción nos permite la comprensión global del flujo de interacciones y la forma de organización del sistema estudiado" (SEDUE-DGNRE, 1985). "Constituyen réplicas simplificadas de los ecosistemas en estudio y son el paso previo para encontrar las expresiones matemáticas que permitan una descripción y simulación de ellos" (SEDUE-DGNRE, 1988).

Como quedó señalado anteriormente, para la construcción del modelo regional se utiliza la información que nos aportan las matrices de interacción (en cuanto a procesos de transformación y elementos que participan directamente). Su forma de representación es esquemática, gracias a ello nos posibilita la identificación de interacciones secundarias, relaciones concatenadas o efectos en cadena.

3.1.4 Planteamiento y Operatividad de Hipótesis.

"La formulación de hipótesis puede estar basada en la posibilidad de relación entre 2 ó más variables, sustentada en una teoría que mediante una suposición del proceso deductivo nos lleva a establecer relaciones entre hechos.

La hipótesis es una proposición respecto a algunos elementos empíricos y otros conceptuales y sus relaciones mutuas; emerge más allá de hechos y experiencias conocidas con el propósito de llegar a una mayor comprensión de los mismos" (Tamayo, 1985).

La operatividad de las hipótesis implica la existencia de un fenómeno y su conocimiento de forma precisa para poder especificar las variables que participan en él y en qué unidades pueden ser medidas, así como los métodos de registro y medición. Así pues, la operatividad de la hipótesis consiste en un enunciado de las operaciones necesarias para producir o medir el fenómeno.

Mediante la utilización de este instrumento es factible conceptualizar y desarrollar índices o modelos matemáticos específicos para un fenómeno determinado, que nos de oportunidad de cuantificar dicho proceso.

3.1.5 Índices Ambientales.

Mediante el uso de éstos es posible realizar una evaluación cuantitativa de los procesos ambientales, ya sean de deterioro, de contaminación, de aptitud o de alguna característica ecológica como vulnerabilidad, fragilidad o capacidad de carga o bien características sociales como áreas de atracción poblacional, tipos de distribución poblacional, niveles de ingreso económico, marginalidad, etc.

"Para hacer la selección de índices ambientales es necesario ver la posibilidad de retomar o adaptar los ya desarrollados para condiciones y lugares particulares y que pueden ser extrapolables a otras regiones. Para definir la viabilidad de adecuación se debe conocer el método de creación del índice, con el objeto de evitar una selección indiscriminada que nos lleve a obtener resultados erróneos" (SEDUE, 1986).

Es importante señalar que dicha selección debe hacerse siempre teniendo en mente las hipótesis planteadas.

En caso de que ningún índice ya existente satisfaga la hipótesis realizada o no pueda efectuarse la adaptación porque requiera información no disponible, será necesario, entonces, desarrollar índices que cumplan el planteamiento y operatividad de la hipótesis.

El Sistema de Información Ecológica desarrolló diversos índices y coeficientes ambientales, considerando siempre la teoría de sistemas que permite visualizar elementos que constituyen el ambiente y comprender sus interacciones y procesos para obtener una imagen global del funcionamiento del sistema ecológico.

Asimismo, el desarrollo de cada uno de ellos se conceptualizó bajo el marco teórico del Sistema de Información Ecológica que se fundamenta en la teoría de sistemas, el análisis regional a través de unidades ambientales jerárquicas y el procesamiento y consulta de información automatizada.

Los índices desarrollados, sus autores, el nivel regional para el cual fue desarrollado y los niveles regionales de aplicación así como la fase y componente del tronco metodológico donde se pueden aplicar, se muestran en el cuadro 4.

Cuadro No. 4. INDICES Y COEFICIENTES AMBIENTALES

INDICE	AUTORES	NIVEL DE DESARROLLO O ADAPTACION	REGIONAL DE APLICACION	FASE Y COMPONENTE DE APLICACION
COEFICIENTE DE AGOSTADERO.	COMISION NACIONAL TECNICO CONSULTIVA PARA LA DETERMINACION DE COEFICIENTES DE AGOSTADERO ADAPTADO AL SIE POR MIRANDA, ESPINOZA, HERNANDEZ CRUZ, 1987.	UNIDAD NATURAL.	UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.
COEFICIENTE DE CONSERVACION PASTIZAL Y FLORISTICA.	MIRANDA, ESPINOZA R. Y VILLALOBOS, 1987.	PROVINCIA ECOLOGICA.	ZONA Y PROVINCIA.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.
INDICE DE EVALUACION DEL USO DE LA TIERRA PARA AGRICULTURA DE TEMPORAL.	ORTIZ SOLORIO, SEDE. DCEEA, AGRIPEFOR - GUAPINGO, 1985.	PAISAJE TERRESTRE.	SISTEMA ECOGEOGRAFICO, PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.
INDICE DE EVALUACION DEL USO DE LA TIERRA PARA AGRICULTURA DE RIEGO.	ORTIZ SOLORIO, SEDE. DCEEA, AGRIPEFOR - GUAPINGO, 1985.	PAISAJE TERRESTRE.	SISTEMA ECOGEOGRAFICO, PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.
INDICE DE EVALUACION DEL USO DE LA TIERRA PARA PASTIZALES.	ORTIZ SOLORIO, SEDE. DCEEA, AGRIPEFOR - GUAPINGO, 1985.	PAISAJE TERRESTRE.	SISTEMA ECOGEOGRAFICO, PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.
INDICES DE EROSION HIDRICA Y EOLICA POR CAPAS.	ORTIZ SOLORIO, SEDE. DCEEA, AGRIPEFOR - GUAPINGO, 1985.	PAISAJE TERRESTRE.	SISTEMA ECOGEOGRAFICO, PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.
DEGRADACION DE BOSQUES Y SELVAS.	ORTIZ SOLORIO, SEDE. DCEEA, AGRIPEFOR - GUAPINGO, 1985.	PAISAJE TERRESTRE.	SISTEMA ECOGEOGRAFICO, PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE DETERIORO AMBIENTAL.
EVALUACION DE EROSION HIDRICA Y EOLICA SEVERA Y SALINIDAD.	ORTIZ SOLORIO, SEDE. DCEEA, AGRIPEFOR GUAPINGO, 1985.	PAISAJE TERRESTRE.	SISTEMA ECOGEOGRAFICO, PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DEL DETERIORO DEL AMBIENTE.
INDICE DE REPRESENTACION DE ECO SISTEMAS.	ESPINOZA, BARRERA Y ALDECO, 1987.	PROVINCIA ECOLOGICA.	PROVINCIA Y SISTEMA ECOGEOGRAFICO.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.
DESCRIPCION DE SISTEMAS ECOGEOGRAFICOS ACUATICOS.	MIRANDA, FIGUEROA Y ARCE, 1989.	SISTEMA TERRESTRE.	SISTEMA ECOGEOGRAFICO.	DESCRIPCION DESCRIPTIVA DE ELEMENTOS DEL AMBIENTE.
INDICE DE MANEJO DEL SUELO.	ESPINOZA, MIRANDA, PUEBLA, LELIS Y PORA, 1987.	SISTEMA TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	PROVINCIA, SISTEMA ECOGEOGRAFICO, PAISAJE TERRESTRE.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA.	NATIONAL SANITATION FLORATION ADAPTADO AL SIE POR GONZALEZ LEAL, 1987 Y REVISADO POR MIRANDA.	PAISAJE TERRESTRE.	PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DEL DETERIORO DEL AMBIENTE.
INDICE PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE (INECA)	RETOMADO POR SEDE. DEL POLLUTANT STANDARD INDEX Y DEL INDICE MEXICANO DE CALIDAD DEL AIRE ADAPTADO AL SIE POR MIRANDA, ARRILAGA Y HERNANDEZ CRUZ, 1987.	UNIDAD NATURAL.	UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DEL DETERIORO DEL AMBIENTE.
INDICE DE DETERIORO DE BOSQUES TEMPLADOS Y FRIOS Y FAUNA SILVESTRE ASOCIADA A ELLOS.	JARA VAZQUEZ Y BARRERA JARAMILLO, 1987.	UNIDAD NATURAL.	PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DEL DETERIORO DEL AMBIENTE.
EVALUACION RAPIDA DE FUENTES DE CONTAMINACION.	"NO OFFSET PUBLICATION No. 6" TRADUCIDO POR ANNE LAMARCA PARA SEDE DCEEA-OPS/OPS 1984.	FUERA DEL MARCO REGIONAL.	UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DEL DETERIORO DEL AMBIENTE.
COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD DE ACUOS FREATICOS.	MIRANDA Y BARRERA, 1987.	PROVINCIA ECOLOGICA.	PROVINCIA, SISTEMA ECOGEOGRAFICO, PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.
INDICE DE EROSION HIDRICA	ADAPTACION DE LA ECUACION UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELO DE W.H. MOISEWITZ PARA EL SIE POR ESPINOZA R. Y MIRANDA, 1987.	PAISAJE TERRESTRE.	SISTEMA ECOGEOGRAFICO, PAISAJE TERRESTRE Y UNIDAD NATURAL.	DIAGNOSTICO: EVALUACION DE LA SITUACION Y APTITUD.

Cabe mencionar que los índices anteriores pueden clasificarse, de acuerdo en la forma de utilizarlos, como temáticos.

Existen también los llamados índices conceptuales o modelos de análisis

"que representan las condiciones prevaletientes en el sistema ecológico (por métodos cartográficos, matemáticos, estadísticos, etc.) y que son útiles para el análisis regional.

La propiedad de los modelos (en relación a su capacidad para "jugar" con las variables y simular el comportamiento de las mismas) permite agrupar a los índices conceptuales en dos grupos principales.

- Modelos determinísticos, en los que se conoce de antemano el comportamiento del sistema.

- Modelos probabilísticos, en los que se conocen las posibles respuestas del sistema a determinados cambios.

Estos últimos posibilitan la predicción de las condiciones ambientales futuras de una región por medio de técnicas como la simulación.

Los índices conceptuales pueden ser usados para el análisis de diferentes elementos del sistema ecológico, a diferentes niveles jerárquicos; por ejemplo, el análisis de:

a) Una variable ambiental. En este caso se realiza un análisis interno del comportamiento de la variable, referido al ámbito regional utilizando los factores que lo determinan, v.gr., un modelo de comportamiento hidrológico de una cuenca.

b) Un problema ambiental.- El análisis estaría referido a las interacciones que determinan la existencia de un problema ambiental en el sistema ecológico regional, v.gr., un modelo regional de desertificación que incluya los factores naturales y sociales del problema y simule sus tendencias de avance.

c) El sistema ecológico.- El análisis global del sistema ecológico se realiza utilizando modelos en los que se determinarán las tendencias de los problemas ambientales de una región y sus posibles soluciones, v.gr., si se simulan las tendencias de los problemas hallados en una región dada, es posible predecir los cambios futuros del sistema ecológico y a su vez las diferentes alternativas de solución de la problemática regional.

Dentro de la planeación con base ecológica existe una etapa de análisis que se puede llevar a cabo por medio del modelo regional, por lo que es necesario partir del concepto sistema ecológico que el SIE ha homologado en su definición territorial y manejo conceptual con el de Regionalización Ecológica para adquirir una visión global de la región, definir las variables ambientales, las interacciones, los procesos, así como sus entradas y salidas.

Los tipos principales de análisis que pueden realizarse por medio de índices temáticos y modelos, a nivel regional, son los siguientes:

- Análisis de un problema del sistema en el que participan varias variables; por ejemplo, el uso de un modelo de erosión que incluya indicadores de las distintas variables en su estructura matemática.
- Evaluación de la problemática de un sistema ecológico; - por ejemplo, la aplicación de un modelo determinístico cartográfico, que realizando operaciones de ponderación y sobreposición de planos, se utiliza para el ordenamiento ecológico territorial.
- Análisis globales para el pronóstico de las tendencias de la problemática; por ejemplo, el tipo de análisis de simulación planteado por el Club de Roma.
- Análisis prospectivo global de las posibles soluciones a la problemática regional; por ejemplo, el uso de modelos de simulación para definir los escenarios alternativos de ordenamiento ecológico territorial" (SEDUE, 1986).

3.2 Instrumentos computarizados.

Dentro de éstos se han desarrollado: el GEOS, el Micromap y el SIRIA.

3.2.1. El GEOS.

Fue desarrollado por la Fundación Arturo Rosenblueth en colaboración con la Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica de la Subsecretaría de Ecología.

El GEOS es un sistema automatizado desarrollado para satisfacer las necesidades de procesamiento de información estadística y cartográfica indispensables para estudios de ordena-

miento ambiental.

Su desarrollo fue bajo el marco teórico del Sistema de Información Ecológica, considerando la Regionalización Ecológica, el análisis a partir de unidades regionales con base geográfica, el tipo de información que caracteriza las unidades de análisis regional (estadística, cartográfica y textual), la utilización de modelos matemáticos o índices y la representación cartográfica de los resultados del análisis regional.

Mediante la utilización del GEOS se homogeniza y sistematiza la información básica para estudios de carácter ecológico.

"Fundamentalmente, está constituido por un conjunto de programas (de computación) que forman los diversos subsistemas que permiten las facilidades necesarias para:

- Construir y registrar Objetos Geográficos (unidades de análisis regional).
- Definir y modificar las definiciones de clases de objetos geográficos (conjunto de unidades de análisis regional que son los diferentes niveles jerárquicos de la Regionalización Ecológica).
- Conocer definiciones de clases previamente establecidas.
- Alterar y definir objetos geográficos previamente construidos.
- Construir y modificar mapas de objetos geográficos.
- Realizar tareas estadísticas, de servicio y limpieza.
- Consultar información almacenada.
- Consultar información relacionada con mapas.
- Producir reportes, tablas y gráficas impresas" (FAR, 1987). Información entre paréntesis de la autora.

Estas funciones están distribuidas en 4 módulos o subsistemas que son:

- Subsistema Inicial
- Subsistema Editor de Datos
- Subsistema Consulta Numérica
- Subsistema Consulta Cartográfica

El GEOS es el instrumento de análisis regional computarizado que constituye la médula del Sistema de Información, ya que:

- 1) Sistematiza y organiza la información básica mediante la base de datos que fundamenta su estructura en la Regionalización Ecológica.
- 2) Agiliza la consulta de información ambiental, estadística y su representación gráfica de distribución geográfica para la fase descriptiva de todo estudio de carácter ecológico mediante la consulta a base de datos y la generación de reportes impresos.
- 3) Facilita y agiliza el manejo de información necesaria para los análisis regionales mediante el uso de índices ambientales y modelos matemáticos.
- 4) Permite retroalimentar la base de datos con los resultados del procesamiento de información para efectuar nuevos análisis.

3.2.2 El Micromap.

Fue desarrollado por Estadigrafía, S.A., perteneciente al Ing. Antonio Miranda García y a la Mtra. Enriqueta García de Miranda, como una necesidad de automatización del proceso de caracterización de las unidades regionales (Sistemas Terres

tres o Ecogeográficos) de los Estados de Jalisco, Oaxaca y -- Michoacán. Trabajo que le fue encargado a la Mtra. Enriqueta García de Miranda por la Dirección de Normatividad y Regulación Ecológica de la SEDUE.

El Micromap es un sistema cartográfico que tiene las siguientes características:

- a) Edita mapas con valor cartográfico.
- b) Grafica o imprime mapas.
- c) Cambia escalas.
- d) Cambia proyecciones cartográficas.
- e) Realiza álgebra de mapas (sobreposición).
- f) Obtiene estadísticas de las variables.

Todo estudio de Ordenamiento Ambiental lleva implícita una base territorial donde se manifiestan los fenómenos y procesos a analizar, razón por la cual involucra necesariamente el uso de cartografía tanto para la obtención de información como para plasmar los resultados y propuestas del análisis efectuado.

Como ya se mencionó la cartografía necesaria proviene de diferentes fuentes y se encuentra a diferente escala y proyección, lo cual representa un impedimento al momento de querer efectuar la sobreposición de los mapas.

El Micromap constituye un instrumento de análisis regional que nos permite sistematizar y homogeneizar la información cartográfica, generar datos cuantitativos para la alimentación al GEOS, efectuar álgebra de mapas y generar cartografía.

La diferencia entre el tipo de manejo de información cartográfica con el GEOS, es que este último genera mapas sin valor cartográfico ya que carecen de coordenadas, escala y proyección geográficas; la correlación de las variables es matemática y posteriormente referida a las unidades de análisis regional, no efectúa álgebra de mapas. Puede decirse que el desarrollo del explotador cartográfico del GEOS es incipiente a diferencia de su explotador estadístico que es muy versátil.

3.2.3 El SIRIA

El Sistema de Información Rápida de Impacto Ambiental -- fue desarrollado bajo contrato con la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental de la SEDUE dentro del proyecto del Sistema de Información Ecológica para agilizar la capacidad de respuesta en las Evaluaciones y Dictámenes de Impacto Ambiental.

El SIRIA incluye una serie de herramientas de apoyo para efectuar el Procedimiento de Impacto Ambiental. Se identificaron 2 tipos genéricos de aplicación:

- a) Evaluación de Afectaciones Ambientales.
- b) Evaluación de Riesgos Ambientales.

Para evaluar las afectaciones al medio contiene: clasificación de actividades industriales, factores de emisión de -- contaminantes, reglamentación, dispositivos de control, información ecológica, modelo de dispersión de contaminantes en -- aire y en agua, simulación de escenarios ecológicos y el sistema de expertos en contaminación del aire.

Dentro de las herramientas para evaluar riesgos ambientales se encuentran: información sobre sustancias químicas - peligrosas y riesgosas, modelos de dispersión para fugas, derrames y nubes de productos tóxicos.

El SIRIA se encuentra en 2 versiones:

+ La I agrupa todas estas herramientas en módulos de acuerdo al tipo de ellas:

- Información
- Apoyo Decisional
- Conversacional o interfase
- Predicción
- Sistema de Expertos

+ La II las reagrupa siguiendo una estructura apegada a los tipos genéricos de aplicación mencionada:

- Registro de Proyectos
- Evaluación de Afectaciones Ambientales
- Evaluación de Riesgos Ambientales
- Apoyo Decisional
- Interfase

Para la elaboración de Estudios de Ordenamiento Ambiental se considera que el Módulo de Evaluación de Afectaciones Ambientales del SIRIA II brinda herramientas metodológicas - que facilitan y sistematizan el análisis regional en la Fase de Pronóstico del Tronco Metodológico.

El Módulo está estructurado de la siguiente manera:

1. Banco de datos que consta de 6 archivos que son:
 - a) Clasificación por giro de actividad.

- b) Lista de actividades de desarrollo
 - c) Factores de emisión de contaminantes al aire, agua y suelo.
 - d) Catálogo de contaminantes.
 - e) Reglamentación Nacional e Internacional.
 - f) Sistema de Control de la Contaminación.
2. Banco de Textos.
3. Modelos de Dispersión de Contaminantes.

a) Modelos de Dispersión en Aire

Dentro de éstos se consideran dos algoritmos: uno simula la dispersión de un gas y el segundo el depósito de partículas en la vecindad de una fuente emisora,

- Modelo para Emisión Puntual Continua de Gases.
- Modelo para Emisión Puntual de Partículas.

b) Modelos de Dispersión en Agua

Dentro de estos modelos se consideran dos algoritmos de cálculo para simular en un río o en un canal: las variaciones de DBO y OD y la temperatura del agua, después de la descarga de hasta 10 efluentes de aguas residuales.

- Modelo de Streeter y Phelps (DBO-OD)
- Modelo IAEA (Descargas Térmicas).

4. Modelo de Simulación de Escenarios

El modelo emplea el lenguaje de simulación KSIM (Kane Simulation Modeling) orientado a establecer modelos estructurales, en los que el énfasis se pone en la manera en que los elementos participantes se interconectan.

El modelo fue desarrollado con el propósito de atacar cierta clase de problemas resultantes en la etapa de estructuración de problemas socio-tecnológicos complejos.

El procedimiento tiene las siguientes características:

- a) Involucra interacciones complejas entre variables tanto del tipo cuantitativo como cualitativo.
- b) Estimula la interdisciplinariedad.
- c) Está basado en suposiciones sobre la naturaleza de la dinámica de los sistemas.
- d) Ofrece amplia flexibilidad para modificar las interacciones entre los elementos e incorporar dinámicas de crecimiento alternativo.
- e) Está diseñado para enfatizar la geometría de las relaciones en lugar de las predicciones numéricas.

Los cálculos matemáticos del modelo están basados en una matriz de interacciones. (Armijoz, 1985)

4. Los Productos.

Mediante la utilización de la metodología aquí expuesta es posible obtener diferentes tipos de estudios o proyectos de ordenamiento ambiental a los que se llama productos, puesto que son el resultado del tratamiento o procesamiento de la información básica dentro del sistema de información ambiental regional.

Los productos que se pueden obtener se mencionan a continuación, ordenados de mejor a mayor complejidad en el procesamiento de información que requieren; es decir, el primero tiene un manejo más simple de la información y el último es el producto más elaborado, con un mayor tratamiento y también con un mayor grado de complejidad de los procesos a los que fue sometido: Bancos de Datos Regionales (por nivel ecológico

regional, Diagnósticos Ambientales Regionales, Informes sobre la Calidad del Ambiente, Análisis y Alternativas de Solución de Problemas Ambientales, Dictámenes Generales de Impacto Ambiental (de acuerdo a la conceptualización en la Ley Forestal), Normas y Criterios Ecológicos Regionales o Sectoriales y Proyectos y Estudios de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

4.1 Bancos de Datos Regionales

Constituye un producto primario que consiste en la información básica necesaria para la elaboración de estudios ambientales, que ha sido sistematizada con base en la teoría de unidades ambientales homogéneas concebida para el Sistema de Información Ambiental Regional y el Ordenamiento Ecológico del Territorio.

La estructura de este banco de datos es la clasificación de Regiones Naturales (Regionalización Ecológica); por lo tanto, la información está organizada jerárquicamente en los diferentes niveles regionales identificados: Zona Ecológica, Provincia, Sistema Ecogeográfico, Paisaje Terrestre y Unidad Natural, es decir, cada nivel tiene una base de datos con el grado de desagregación de la información que la determina y su base geográfica correspondiente, constituida por las unidades ambientales territoriales previamente delimitadas conforme a la teoría y métodos de la Regionalización Ecológica (clasificación de Regiones Naturales).

Este producto puede ser utilizado para consultar y "explorar" información, pudiendo generar reportes simples de una

región compuesta por diferentes unidades ambientales y calcular y consultar la superficie de zonas agrícolas, el número de habitantes, la superficie de áreas erosionadas, los tipos de cuerpos de agua presentes, la fauna en peligro de extinción, el tipo de actividades industriales, etc.

4.2 Diagnósticos Ambientales Regionales.

Los Diagnósticos Ambientales Regionales son un tipo de producto que nos permite conocer las características de una región cualquiera del territorio nacional, respecto al inventario de recursos naturales y antrópicos, las características ecológicas de cada unidad ambiental elegida así como la tecnología utilizada en la transformación de los recursos naturales.

4.3 Informes sobre la Calidad del Ambiente.

A diferencia de los anteriores, involucran la identificación y evaluación de los principales componentes que determinan la calidad ambiental y que a su vez repercuten en el nivel de bienestar y calidad de vida de la población de alguna unidad geopolítica del país. El objetivo es brindar los elementos necesarios para la toma de decisiones y la gestión ambiental que corresponda a las autoridades político-administrativas.

4.4 Análisis y Alternativas de Solución de Problemas Ambientales.

Se refiere a estudios sobre procesos particulares de degradación o contaminación ambiental, su interrelación con los

elementos ambientales, la participación de los procesos naturales en la evaluación del problema así como la identificación de sus causas y consecuencias. Lo anterior permite tener más elementos de juicio en la valoración y jerarquización de las alternativas de solución al problema en estudio.

4.5 Dictámenes Generales de Impacto Ambiental.

La Ley Forestal en su Art. 23 refiere que

"Los estudios y permisos para los aprovechamientos forestales, cambio de uso de terrenos forestales y extracción de materiales de dichos terrenos deberán considerar los dictámenes generales de impacto ambiental que por regiones, ecosistemas territorialmente definidos o para especies vegetales determinados emita la SEDUE".

Asimismo la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente lo refiere en su Art. 30.

El concepto y acepción manejada para los Dictámenes Generales de Impacto Ambiental consiste en el análisis ecológico que permita sustentar o proponer cierto status ambiental (podría ser una categoría del Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas) que se dictamine, decrete o declare para:

a) Ciertas regiones del territorio nacional; por ejemplo, regiones con una función ambiental que permita regular o preservar el equilibrio ecológico en alguna zona o unidad político-administrativa como la región del Ajusco para el D.F. y la Cd. de México o el Parque Nacional Cumbres de Monterrey para la Cd. de Monterrey.

b) Ecosistemas territorialmente definidos que pudieran corres-

ponder a alguno de los niveles de la regionalización ecológica o a alguna delimitación convencional que los incluya (como por ejemplo, región forestal, cuenca hidrológica, subprovincia fisiográfica, sistema de topografía, etc.) que posean ciertas características ecológicas o ambientales que se deseen preservar, regular o proteger v.gr., el Bosque de la Primavera en Jalisco, como habitat de especies de fauna única y en peligro de extinción.

c) Especies vegetales determinadas que por su representatividad, exclusividad, riesgo de extinción o amenazadas deban ser protegidas como ejemplo: las orquídeas o cactáceas. Este tipo de dictámenes y estudios deben ser extensivos también para las especies de fauna como ejemplo el teporingo y oso negro.

4.6 Normas y Criterios Ecológicos Regionales o Sectoriales.

Se refiere a los "requisitos, especificaciones, condiciones, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de actividades", según Art. 36 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente -- (en el caso de las sectoriales) o en el uso y destino del territorio de alguna zona (en el caso de las regionales).

4.7 Proyectos o Estudios de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

Es el producto más elaborado ya que en su desarrollo demanda mayor cantidad de información y de procesos en el manejo de la misma, tal como puede apreciarse en la fig. 2 y en el Tronco Metodológico expuesto.

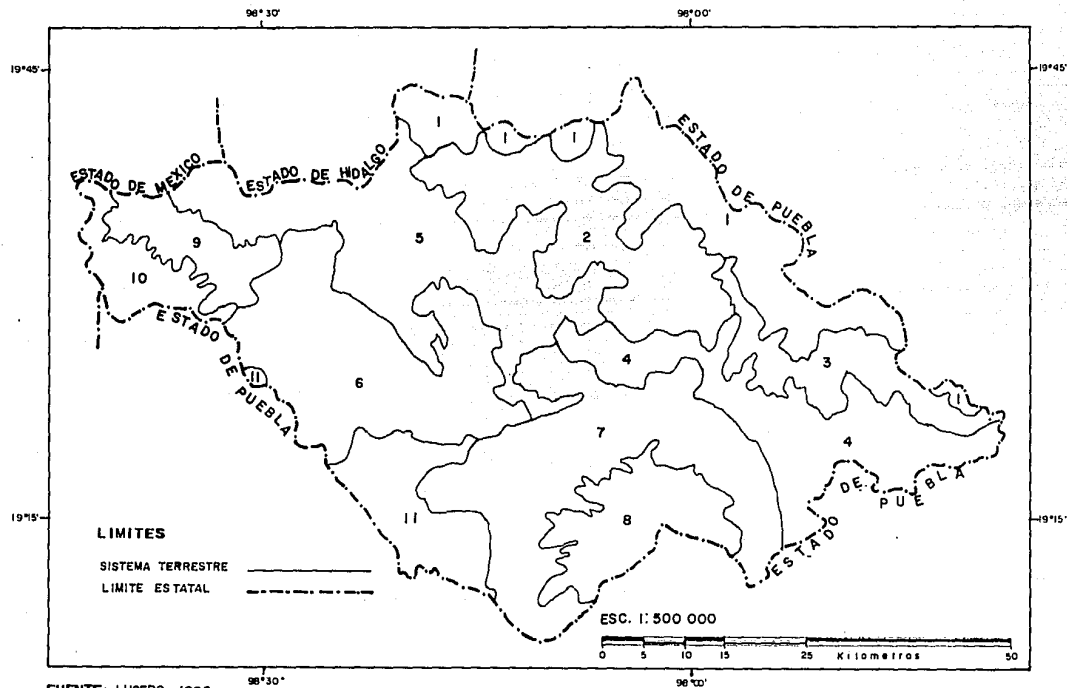
V. RESULTADOS

En el marco de la Metodología de Ordenamiento Ecológico Territorial, el presente capítulo corresponde a las Fases -- Descriptivas y de Diagnóstico, sólo en algunos de sus componentes en función de los objetivos, alcances e hipótesis definidas para este trabajo.

1. Delimitación del área de estudio e identificación de unidades ambientales.

Bajo la teoría de la Regionalización Ecológica se definieron los límites de los Sistemas Terrestres (Ecogeográficos) del Estado de Tlaxcala (Lucero, 1986). Técnica basada en el enfoque y método paisajista (Ortiz-Solorio y Cuanelo de la Cerda, 1983) que consistió en la interpretación de la imagen de satélite LANDSAT en falso color para el Estado de Tlaxcala editada por SAHOP en 1981, a escala 1:250,000.

Sobre la imagen se identificó el límite de la Provincia Ecológica No. 57: Lagos y Volcanes de Anáhuac, para posteriormente identificar los sistemas terrestres (ecogeográficos) -- que la constituyen tomando como criterio rector los sistemas de topofomas (sierra, lomerío, meseta, llanura, valle, cañón, playa o barra, bajada y depresión) interpretados con base en el relieve y cambios en los tonos y texturas de la imagen. - Posteriormente se trazó el límite estatal quedando incluidos en el territorio tlaxcalteca los siguientes sistemas (Lucero,



1986) (croquis 26 y 27).

Zona Ecológica: Templada.

Provincia Ecológica No. 57: Lagos y Volcanes de Anáhuac.

Sistemas Terrestres (Ecoogeográficos):

No.	Nombre	Sistema de topografía
1	Huilapitzo	Sierra
2	Tlaxco	Lomerío
3	Atltzayanca	Sierra
4	Xalostoc	Llanura
5	Atlangatepec	Llanura
6	Miltepec	Meseta
7	Tlaxcala	Bajada
8	Malinche	Sierra
9	Nanacamilpa	Lomerío
10	Sierra Nevada	Sierra
11	Zacatelco	Llanura

El mapa No. 3 representa la delimitación territorial de estos sistemas que son las unidades ambientales identificadas en el área de estudio.

1.2 Descripción de elementos naturales.

Con base en las unidades ambientales previamente definidas, se procedió a "caracterizarlas". Lo anterior consiste en registrar en una ficha o "formato", que se elabora para cada sistema, los atributos relacionados con los elementos naturales que posee.

Dicho formato sirvió para codificar la información y posteriormente alimentarla al GEOS.

Para esta caracterización se utilizó la cartografía temática elaborada por INEGI y compilada en la Síntesis Geográfica

fica del Estado de Tlaxcala. Los mapas utilizados fueron:

- Climas
- Fenómenos Meteorológicos
- Suelos
- Geología
- Uso del suelo y vegetación
- Hidrología subterránea
- Hidrología superficial

Cada mapa fue sobrepuesto al de Sistemas Terrestres o Ecogeográficos para hacer una cuantificación de las tipologías de cada atributo presente.

La obtención de dicha información se efectuó mediante los criterios de selección de datos definidos por el Sistema de Información Ecológica. Dichos criterios se fundamentan en los aspectos teóricos de la Regionalización, sobre todo en lo relativo a que para cada nivel regional corresponde cierto grado de detalle de información a manejar y determinada escala de la cartografía a utilizar.

En el cuadro No. 15 se presenta un ejemplo de los resultados obtenidos y sistematizados en los formatos de información para el nivel regional Sistema Terrestre. La fuente de dicho cuadro es Lucero, 1986.

Cabe reiterar que esta información fue alimentada o cargada en la Base de Datos del GEOS, para posteriormente proceder a su manejo mediante la utilización de los índices.

Cuadro No. 15 Formato de Información para el Nivel Regional.

Sistema Terrestre.

I. Datos Generales.

Entidad Federativa: 29 Tlaxcala

1. Nombre: Sistema Huilapitzo No. 1
2. Zona Ecológica: Templada
3. Provincia Ecológica (Clave y Nombre: 57 Lagos y Volcá-
nes del Anáhuac)
4. Superficie: 293,179 km² parcial.
5. Coordenadas geográficas extremas:
 - a) Latitud: 19°44' y 19°22'
 - b) Longitud: 98°20' y 97°39'
6. Altitud (rangos máx. y mín.): 2200 a 3400 m.

II. Información Física

7. Clima

- a) Tipo: Cw templado subhúmedo, C (E) w₂ semifrío sub-
húmedo.
- b) Temperatura media mensual (°C): 10-20°C.
- c) Precipitación pluvial total anual: 800 mm.

8. Geomorfología: Sierra.

9. Geología

- a) Litología: andesita y basalto - ígneas extrusivas
(100%).
- b) Era Geológica.

10. Suelos

- a) Unidades de suelos y %: Litosoles (45%), andosol
húmico (10%), fcozem háplico (10%) regosol eútrico
(35%).

b) Textura media (100%)

c) Fase y %:

II. Hidrología

a) Superficial: Densidad de drenaje escaso, corrientes intermitentes. Este del sistema pertenece a la Cuenca del Alto Pánuco, parte central pertenece a la Cuenca de los Ríos Tuxpan-Santula.

b) Subterránea: Material consolidado con posibilidad alta de permeabilidad (norte y oeste) zona de veda. Material consolidado con posibilidad baja de permeabilidad (sureste) zona no apta.

III. Información Biótica

12. Vegetación: Bosque Pino, Oyamel, Quercus, Tascate (Juníperus), Encino-Pino, Tascate-Encino, Tascate-Pino, Pino-Encino.

13. Fauna:

IV. Información Socio-económica

V. Índices de Deterioro Ambiental

1. Índice de erosión hídrica	Alta
2. Índice de erosión eólica	Ligera
3. Erosión severa	Muy evidente
4. Degradación forestal	Moderada
5. Evaluación del uso de la tierra	
a) agricultura de temporal	No apto
b) agricultura de riego	No apto

1.3 Análisis Regional Socioeconómico por Sistema Terrestre.

Para efectuar este análisis se procedió a sobreponer el mapa de sistemas terrestres con el mapa de municipios de Tlaxcala para identificar los municipios y su superficie contenida en cada unidad regional. Posteriormente se sobreponen los mapas de regionalización con el topográfico para identificar las cabeceras municipales contenidas en cada sistema ecogeográfico (ver cuadro 17).

Para determinar la población de 1980 se identificaron las localidades mayores de 5,000 habitantes contenidos en cada sistema terrestre para proceder a efectuar la suma de habitantes. Las localidades consideradas y su población correspondiente fueron: (Miranda y Lucero, 1986).

Apizaco	30,498 hab.
Villa Vicente Guerrero	27,589 hab.
Huamantla	21,944 hab.
Zacatelco	19,421 hab.
Tlaxcala de Nicoténcatl	18,437 hab.
Calpulalpan	15,906 hab.
Chiautempan	13,204 hab.
Contla	11,399 hab.
Nanacamilpa (Mariano Arista)	7,922 hab.
Papalotla (Xicoténcatl)	8,570 hab.
Xicohtzingo	7,673 hab.
Toquixquitla (El Carmen)	6,340 hab.
Tenancingo	6,675 hab.
La Magdalena Tlaltelulco	6,259 hab.
Ixtenco	5,980 hab.
Zitlaltepec (Trinidad Sánchez Santos)	5,755 hab.
Teolochoico	5,726 hab.
Mazatecochco (José Ma. Morelos)	5,171 hab.
Ayometla (Santa Catarina)	5,094 hab.

Para determinar la población económicamente activa (PEA' 80), se relacionó el porcentaje del municipio contenido en el sistema terrestre con la PEA total y por sector. Los resultados se muestran en el cuadro 17 (Miranda y Lucero, 1986).

Como ya se mencionó, se identifican 11 sistemas terrestres, cada uno de ellos se caracterizó con las siguientes variables:

- 1) Municipios contenidos.
- 2) Superficie ocupada por el municipio.
- 3) Cabeceras municipales contenidas.
- 4) Densidad promedio de habitantes por km².
- 5) Población económicamente activa.

1.3.1 Densidad de población.

Los promedios de densidad de población presentan un marcado contraste con respecto al promedio de densidad a nivel estatal, que para 1980 fue de 137.06 habitantes por km². En el cuadro 16 se pueden apreciar sistemas terrestres con densidad de población muy baja, entre ellos destacan Nanacamilna (4.0), Malinche (4.55), Huilapitzo (5.38), Atltzayanca (5.38) y Sierra Nevada (0.07) siendo este último la región más deshabitada de Tlaxcala. Comparativamente, en el sistema terrestre Tlaxcala existe una densidad de población superior al promedio de densidad estatal (247.01 hab km²). Los restantes (Tlaxco, Xalostoc, Atlangatepec, Miltepec y Zacatelco) presentan promedios de densidad que oscilan entre 16.18 y 38.4 hab/km².

Los diferentes valores de densidad demuestran una desigual distribución de la población; cabe hacer notar que esta desigualdad está en relación a la topografía del terreno. Se aprecia que en llanuras como Xalostoc, Atlangatepec y Zacatelco, existe una densidad relativamente baja (38.4, 32.0

y 16.1 respectivamente).

En el sistema terrestre de Tlaxcala, relativamente plano, se presenta una presión demográfica elevada debido a que en él están enclavadas las ciudades de mayor tamaño, así como un número considerable de cabeceras municipales.

Por otro lado, se tiene que en las sierras como son Huilapitzo, Malinche y Sierra Nevada, se presentan densidades de población muy bajas.

1.3.2 Actividades Socioeconómicas.

"a) Sector primario. En el cuadro 17 se puede distinguir que de los 11 sistemas terrestres de Tlaxcala, 7 de ellos presentan una predominancia de P.E.A. dedicada al sector primario. Sobresalen los sistemas Tlaxco, Atltzayanca y Huilapitzo con 49.6, 48.0 y 46.4% respectivamente, contrastando con el 37.8% de PEA primaria a nivel estatal.

Los sistemas terrestres Atlangatepec y Miltepec se mantienen con valores cercanos al promedio estatal y los sistemas Xalostoc, Tlaxcala, Nanacamilpa, Malinche, Zacatelco y Sierra Nevada, mantienen valores inferiores al promedio estatal.

b) Sector secundario. Agrupa las siguientes actividades: explotación de minas, carreteras, industria manufacturera, electricidad, gas, agua y construcción (Censo de Población 1980); los sistemas terrestres de Tlaxcala, dentro del sector secundario, muestran un promedio inferior al estatal (19.2%) con excepción del Sistema Tlaxcala (19.4%).

Según los datos del Censo de Población de 1980, el sector secundario disminuyó en un 4.23% con respecto a 1970. Atltzayanca tiene el promedio más bajo dentro del sector secundario con un 6.12% mientras que en Zacatelco, la segunda región más desarrollada del estado, se presenta un 16.3% (área de Panzacola) (cuadro No. 17).

c) Sector terciario. Regionalmente el porcentaje de la PEA terciaria tiende a ser más marcado, lo cual muestra una concentración de población en determinadas áreas. En el cuadro No. 17 resalta Tlaxcala con un 39.2% de PEA terciaria.

También sobresalen los sistemas Xalostoc, Nanacamilpa y - Zacatelco con 38.6, 36.38 y 34.6% respectivamente" (Miranda y Lucero, 1986).

A manera de conclusión se cita:

" Si tomamos en cuenta el rápido incremento demográfico -- aunado a la escasa dimensión de un territorio con más de las 3/4 partes afectadas por la erosión, no es de sorprender que su población emigre en busca de fuentes de trabajo, si conocemos que es un lugar con población eminentemente campesina; aunque recientemente la industria ha logrado incrementar el rendimiento económico, encontramos que entre 1970-80 la Población Económicamente Activa aumentó del 25.3% al 31.4%, de modo que mientras que en 1970 solamente trabajaba 1 de cada 4 habitantes, en 1980 es 1 de cada 3 y si en 1970 se reportaban en el censo de población 5,289 desocupados, en 1980 únicamente se reportan 959. De la Población Económicamente Activa en 1980, el 74.02% son hombres y el 25.98% mujeres" (Miranda y Lucero, 1986).

Cuadro 16. Densidad de Población de los Sistemas Terrestres o Ecogeográficos.

Sistemas No.	Terrestres Nombre.	Densidad (Hab./Km ²)
1	Huilapitzo	5.38
2	Tlaxco	32.0
3	Atltzayanca	5.38
4	Xalostoc	38.4
5	Atlangatepec	32.0
6	Miltepec	16.18
7	Tlaxcala	247.01
8	Malinche	4.53
9	Nanacamilpa	4.0
10	Sierra Nevada	0.07
11	Zacatelco	16.1

2. Fase de Diagnóstico. Evaluación del Area de Ordenamiento Ambiental.

2.1 Evaluación de la Aptitud y Situación.

Para efectuar la evaluación de las unidades ambientales en lo relativo a su aptitud territorial y a sus características ecológicas, se realizó un análisis de los índices exis--

Cuadro No. 1

Indicadores socio-económicos de la P.E.A. por SISTEMA TERRESTRE (ST)

Sistema Terrestre.	Municipio	Sup. Mpo. en el sist. ter. (Km2)	P.E.A. Sec. 1o. del mpo./ST	P.E.A. Sec. 2o. del mpo./ST	P.E.A. Sec. 3o. del mpo./ST	P.E.A. no especific. en el ST
1 Hui-lapitzo	Tlaxco	209.48	1438	240	826	594
	Terranate	89.53	418	137	248	149
	Atltzayan.	4.917	197	13	100	52
	El Carmen	2.190	66	16	45	30
	Total			2119	406	1219
%			46.4%	8.9%	26.7%	18.0%
2 Tlaxco	Tlaxco	261.85	1798	299	103	742
	Atlangate.	66.42	322	45	137	102
	Tetla	84.50	785	258	466	279
	Terranate	74.61	596	17	270	225
	Xalostoc	3.92	36	37	93	50
	Apizaco	5.01	54	149	318	71
Total			3597	805	1387	1469 =7258
%			49.6%	11.1%	19.1%	20.2%
3 Atl-tzayan-ca	Atltzayan.	46.45	1861	123	945	491
	El Carmen	30.47	930	224	629	427
	Cuapiaxtla	8.39	96	6	46	35
	Huamantla	29.24	416	133	435	241
	Terranate	82.72	660	19	300	249
	Tlaxco	3.76	26	4	15	11
Total			3989	509	2370	1454 =8322
%			48.0%	6.12%	28.5%	17.5%
4 Xalostoc	El Carmen	13.21	400	96	270	183
	Cuapiaxtla	128.20	1474	98	698	536
	Ixtenco	7.77	248	7	103	72
	Huamantla	123.40	1755	562	1838	1018
	Terranate	42.45	339	10	154	128
	Xalostoc	45.10	1330	429	1074	580
	Tzompant.	4.0	105	17	54	35
	Apizaco	85.61	927	2539	5431	2151
	Tetla	32.76	304	100	181	108
	Yauhqueme.	.99	26	23	35	14
	Atltzayan.	5.46	88	6	45	23
Total			6996	3887	9883	4848 =25614
%			27.3%	15.2%	38.6%	19.0%
5. A-	Yauhqueme.	3.27	84	76	115	47

tlanga-tepec	Apizaco	7.5	81	222	476	188
	Amaxac	5.36	127	148	267	129
	Xaltocan	27.72	296	42	165	121
	Tetla	28.22	262	86	156	93
	D. Arenas	68.28	376	49	225	150
	Atlangate.	74.10	364	50	154	115
	Tlaxco	81.82	562	94	32	232
	Hueyotlip.	103.21	977	156	541	395
	L. Cárdenas	55.56	558	125	356	222
	Calpulal.	73.45	486	416	848	468
	Sta. Cruz					
	Tlaxcala	2.57	72	46	91	47
	Tzompante.	1.33	35	6	18	12
Total		4280	1516	3444	2219=11459	
%		37.3%	13.2%	30.0%	19.5%	
6. Mil-tepec.	A. Carbajal	4.85	179	396	587	304
	Amaxac	2.14	51	59	107	51
	Totolac	9.84	170	274	780	411
	Panotla	35.54	1206	297	1095	596
	Hueyotli.	70.23	665	106	368	269
	Ixtacuix.	147.89	3156	552	2103	1385
	Espanita	139.76	1248	53	342	211
	L. Cárdenas	75.05	754	168	481	300
	M. Arista	12.36	178	87	18	128
	Calpulal.	11.02	73	62	127	70
	Xaltocan	77.60	828	117	462	338
Total		8508	2171	6470	4063=21212	
%		40.1%	10.2%	30.5%	19.2%	
7. Tlaxcala.	T. S. Santos	45.25	1088	56	414	270
	Ixtenco	38.8	1238	36	514	357
	Huamantla	137.21	1952	625	2043	1131
	Tocotlán	10.93	467	89	260	219
	Tzompante.	55.10	1445	233	745	481
	Coaxomulco	15.64	401	104	264	132
	S. C. Tlaxc.	26.52	741	478	940	480
	Amaxac	5.36	126	147	267	128
	A. Carbajal	2.42	89	197	292	151
	Tlaxcala	30.40	1232	1463	5754	258
	J. Cuamatzi	21.27	1159	2031	2055	1330
	Sta. Ana					
	Chiautem.	70.73	1771	1682	2655	1370
	Tepeyanco	13.90	716	169	661	359
	Tetlatlah.	13.10	771	103	510	309
	Teolochol.	30.97	325	278	347	210
	M. Hidalgo	17.89	273	250	398	241
	J. M. More.	15.46	821	548	374	293
	S. P. Monte	28.96	955	1589	1893	1205
Tenancingo	16.12	479	766	526	325	
Xicohtenc.	14.17	416	965	1198	617	
Xicohtzin.	1.50	55	147	142	83	
Zacatelco	1.80	111	170	2269	132	

	Total	6.55	113	164	518	273
	Apizaco	25.95	280	769	1646	651
	Yauhquemé.	26.17	576	609	918	375
	Xaltocan	3.34	35	5	19	14
Total			17735	13667	27622	11394*
%			25.1%	19.4%	39.2%	16.1%
* - 70418						
B. Ma-	T.S. Santos	20.70	498	26	190	124
linche	Huamantla	64.48	917	294	961	532
	Sta. Ana					
	Chiautem.	60.0	1503	1427	2253	1163
	Teolochol.	47.35	521	446	556	337
	M. Hidalgo	7.49	114	105	17	102
	Tenancingo	1.21	36	58	40	25
	S.P. Monte	34.79	1148	1909	2274	1448
Total			4737	4265	6291	3731=19024
%			24.9%	22.42%	33.07%	19.61 %
9. Na-	L. Cárdenas	6.29	63	15	40	25
naca-	M. Arista	57.68	830	406	838	598
milpa	Calpulal.	78.89	509	435	888	490
Total			1402	856	1766	1113=5137
%			26.29%	15.66%	36.38%	21.67%
10. Sie-	M. Arista	27.81	400	196	404	289
rra Ne-	Calpulal.	113.38	751	642	1310	723
vada						
Total			1151	838	1714	1012=4715
%			24.41%	17.78%	36.35%	21.46%
11. Za-	Lardizabal	28.70	1287	431	1058	689
catelco	Ixtacuix.	27.31	582	101	388	255
	Panotla	24.19	821	202	745	405
	Total	7.87	136	197	623	328
	Tlaxcala	11.20	460	546	2147	965
	Nativitas	68.98	3172	482	1526	909
	Tetlatlan.	24.14	1420	191	941	571
	Tepeyanco	16.90	870	205	804	437
	M. Hidalgo	2.49	38	34	55	33
	Xicohtén.	4.72	138	321	399	205
	Xicohtzin.	8.28	303	816	786	458
	Zacatelco	26.73	1659	2535	3370	1965
Total			10886	6061	12842	7220=37009
%			29.4%	16.3%	34.6%	19.5%

tentes para seleccionar los más adecuados y proceder a su -- aplicación.

Los índices utilizados fueron:

- Evaluación de la aptitud de la tierra para agricultura de temporal.
- Evaluación de la aptitud de la tierra para agricultura de riego.
- Índice de Erosión Hídrica por capas (EROMI) (evalúa la erodabilidad del suelo).
- Índice de Erosión (erodabilidad) Eólica por capas (EROE).

Estos índices fueron desarrollados por el Colegio de Post graduados de Chapingo para el Sistema de Información Ecológica (Ortiz-Solorio, 1985).

La información básica la constituyen los mapas temáticos, imágenes de satélite, modelos de regresión generados con información censal o de otros estudios y tablas para calificar unidades de suelos (FAO/UNESCO), la textura y la pendiente.

Los mapas utilizados fueron:

- Isoyetas anuales modales (INEGI)
- Edafológico (INEGI)
- Uso Actual (INEGI)
- Fisiográfico (INEGI)
- Hidrología Subterránea (INEGI)
- Vegetación primaria (SARH, Subdirección de Agrología)
- Topográfico para generar el de pendientes.

Las imágenes de satélite, preferentemente en falso color y el contexto nacional de la erosión (Fig. 5A)

Los modelos de regresión son:

$$- \text{PECRE} = 0.2408 (\text{DAIMØ}) - 0.000037 (\text{DAIMO})^2 - 33.1019$$

Autor: David Pájaro, 1984.

Donde:

PECRE=Período de Crecimiento, en días.
DAIMO= Dato de la Isoyeta anual modal, en mm.

$$- \text{IALLU} = 1.1244 (\text{PECRE}) - 14.7875$$

Autor: José Juan Duarte, 1984.

Donde:

IALLU=Índice de Agresividad de la lluvia, adimensional.

$$- \text{IAVIE} = 160.8252 = 0.7660 (\text{PECRE})$$

Autor: Carlos A. Ortiz-Solorio, 1985.

Donde:

IAVIE=Índice de Agresividad del Viento, adimensional.

$$- \text{EXPEM} = 80.3840 - 0.4126 (\text{PECRE})$$

Autor: Carlos A. Ortiz-Solorio, 1985.

Donde:

EXPEM=Extensión Perdida de maíz, en %.

Los índices aplicados fueron:

2.1.1 Erosión Hídrica por capas (Ortiz-Solorio, 1985).

$$- \text{ERONI} = (\text{IALLU}) (\text{CAERO}) (\text{CATEX}) (\text{CATOP}) (\text{CAUSO})$$

Donde: IALLU = Índice de Agresividad de la Lluvia.
CAERO = Calificación de Erodabilidad.
CATEX = Calificación de Textura.
CATOP = Calificación por Pendiente.
CAUSO = Calificación de Uso.

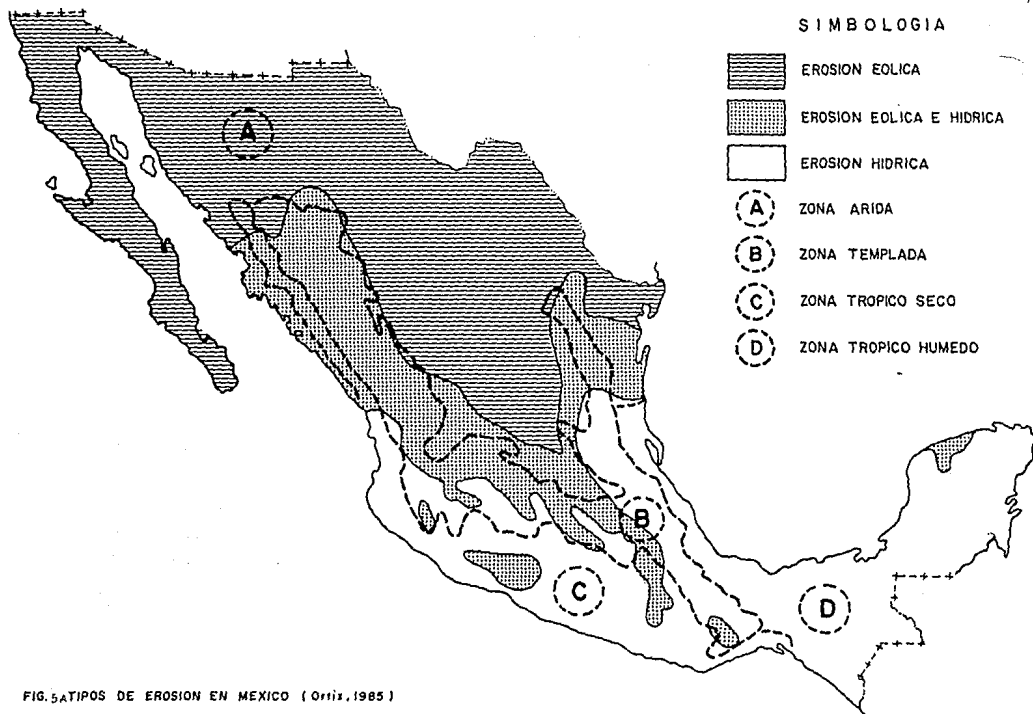


FIG. 5A TIPOS DE EROSION EN MEXICO (Ortiz, 1985)

FUENTE: SEDUE 1985. SISTEMA DE INFORMACION ECOLOGICA A NIVEL NACIONAL (1a. Etapa)

Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.

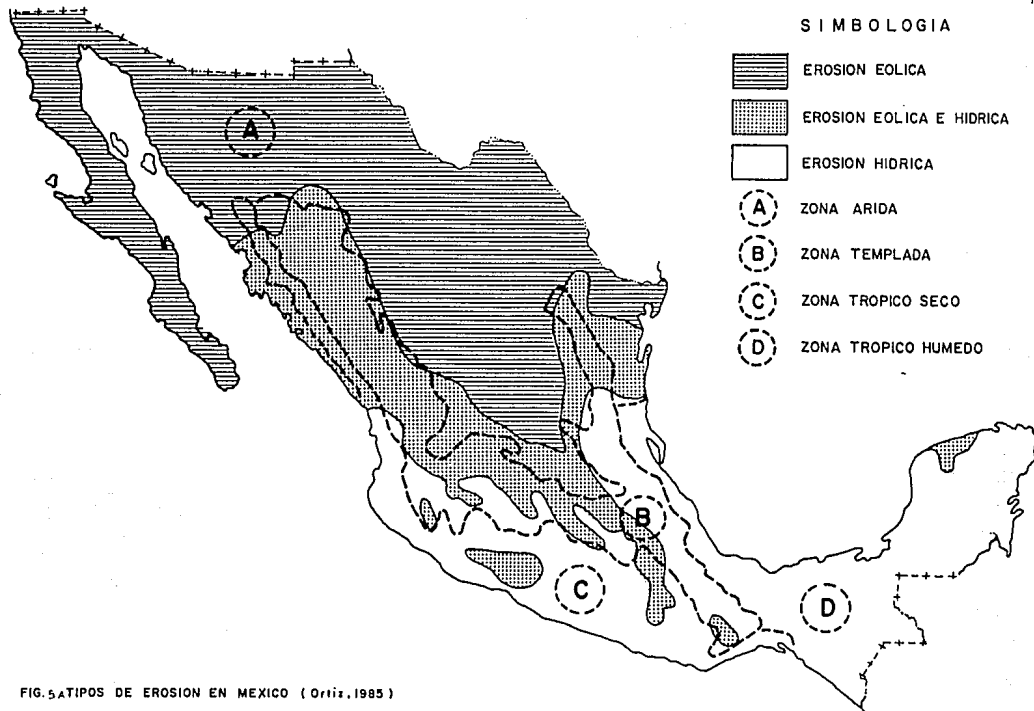


FIG. 5. TIPOS DE EROSION EN MEXICO (Ortiz, 1985)

FUENTE: SEDUE 1985. SISTEMA DE INFORMACION ECOLOGICA A NIVEL NACIONAL (1a. Etapa)
 Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.

El resultado que se obtiene es en ton/ha/año, cuyo valor del producto se clasificó de la siguiente forma:

<u>Clase de degradación</u>	<u>Valor de la erosión por capas</u>
Ligera	Menor de 10 ton/ha/año.
Moderada	10 - 50
Alta	50 - 200
Muy alta	Mayor de 200

2.1.2 Erosión Eólica por capas (Ortiz-Solorio, 1985).

- EROEO = (IAVIE) (CATEX) (CAUSO)

Donde: IAVIE = Índice de Agresividad del Viento.
CATEX = Calificación por Textura.
CAUSO = Calificación por uso.

El resultado es en ton/ha/año, cuyo valor se clasificó en:

<u>Clase de degradación</u>	<u>Valor de la erosión</u>
Sin riesgo	Menor de 12
Ligera	12 - 50
Moderada	50 - 100
Alta	100 - 200
Muy alta	Mayor de 200

2.1.3 Evaluación de la aptitud de la tierra para la agricultura de temporal,

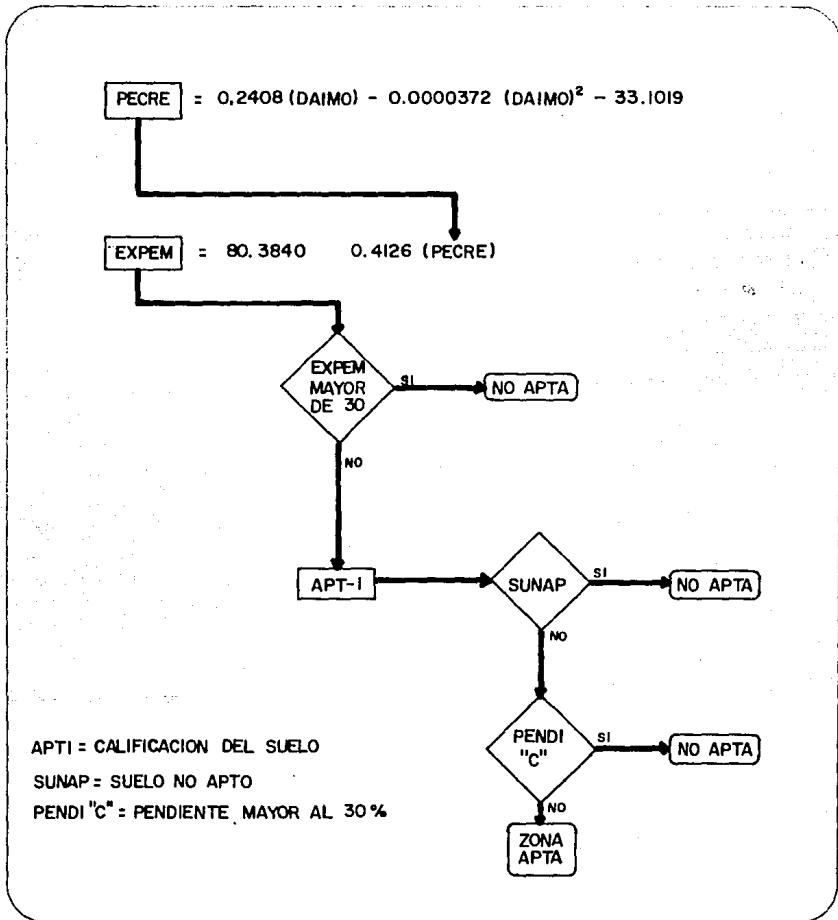
Para la evaluación de la aptitud de la tierra para agricultura de temporal se efectúa el procedimiento que se muestra en la figura No. 6, la fuente: Ortiz-Solorio, 1985.

2.1.4 Evaluación de la aptitud de la tierra para la agricultura de riego.

La evaluación de la aptitud de la tierra para la agricultura de riego consta de dos procedimientos, uno para evaluar

ESTUDIO DE APTITUD DE USO DE LA TIERRA

EVALUACION DE LA AGRICULTURA DE TEMPORAL ACTUAL Y NUEVAS AREAS



las zonas actualmente bajo riego y el otro para evaluar la --
apertura de áreas al riego.

Para evaluar las zonas actualmente bajo riego la figura
No. 7 muestra esquemáticamente este proceso.

La figura No. 8 muestra el procedimiento (Ortiz-Solorio,
1985) para la evaluación de apertura de áreas al riego.

En los croquis Nos. 20, 21, 22 y 23 se muestran los re-
sultados de la aplicación de estos índices, mismos que se pue-
den apreciar en la tabla No. 18.

2.2 Evaluación del Deterioro Ambiental.

En la evaluación del proceso en estudio se utilizaron 3
métodos del Colegio de Postgraduados de Chapingo. Dos desa-
rrollados y aplicados para el SIE (Ortiz-Solorio, 1985):

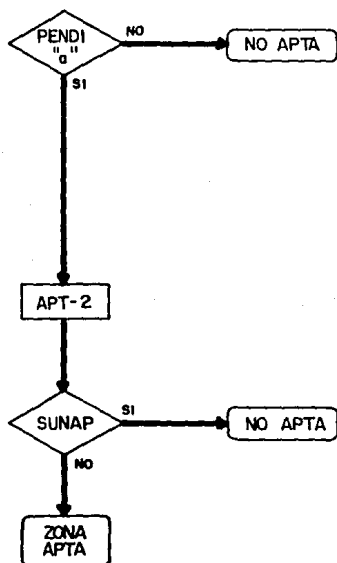
- Erosión severa y salinización.
 - Degradación forestal,
- y otro para la Dirección de Conservación del Suelo y Agua de
SARH (CP-DGCSA, 1979):
- Inventario de Erosión.

Los procedimientos para esta evaluación se basan en la
interpretación visual de imágenes de satélite en falso color.

2.2.1 Erosión Severa y Salinización

Se efectúa el análisis de la imagen de satélite para la
evaluación de áreas con erosión hídrica severa, erosión eóli-
ca severa y salinidad. En el diagrama de la figura No. 9 se

ESTUDIO DE APTITUD DEL USO DE LA TIERRA
EVALUACION DE LAS AREAS ACTUALMENTE BAJO RIEGO

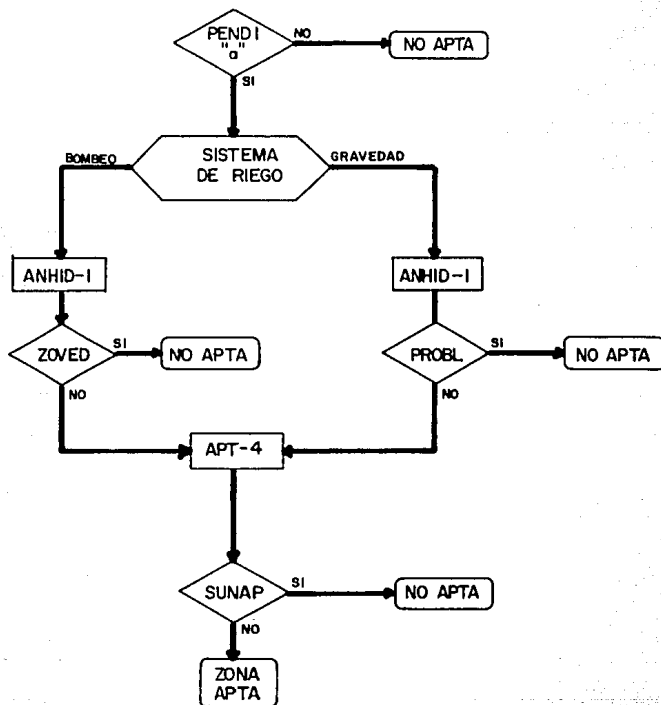


PENDI "a" = PENDIENTE MENOR A 8%

APT-2 = CALIFICACION DEL SUELO

SUNAP = SUELOS NO APTOS

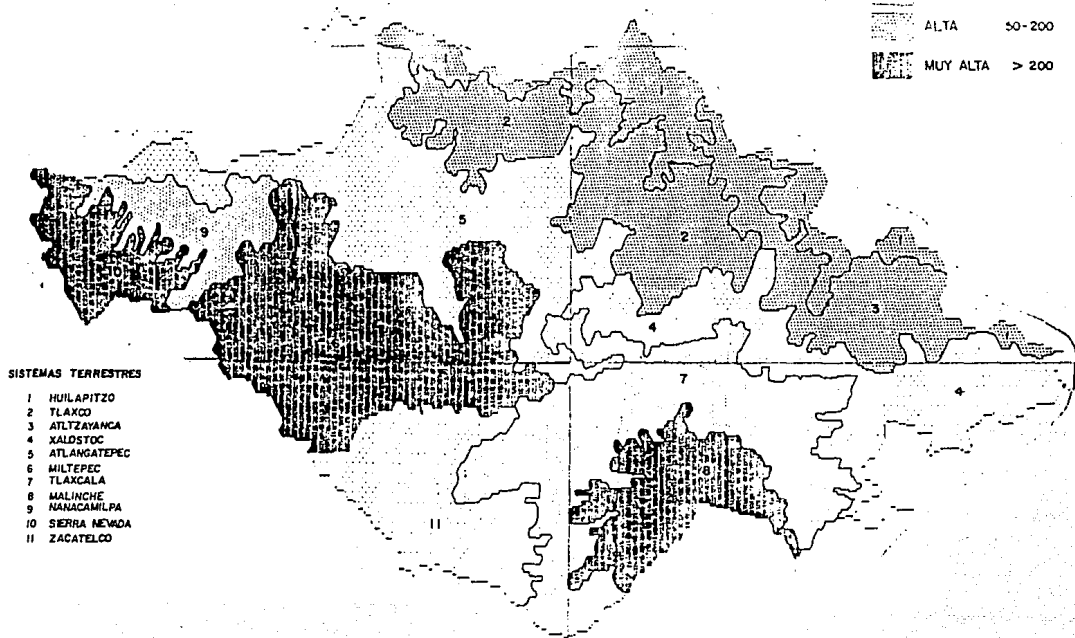
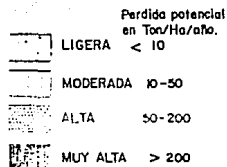
ESTUDIO DE APTITUD DEL USO DE LA TIERRA
 APERTURA DE AREAS AL RIEGO *
 (o INCREMENTO DE AREAS DE RIEGO)



* Sin construcción de presas

PENDI "A" = PENDIENTE MENOR A 8%
 ANHID-I = ANALISIS HIDROLOGICO
 PROBL o ZO UED = PRESENCIA DE PROBLEMAS
 APT-4 = CALIFICACION DEL TIPO DE SUELO
 SUNAP = SUELO NO APTO

INDICE DE EROSION (ERODABILIDAD) HIDRICA POR CAPAS

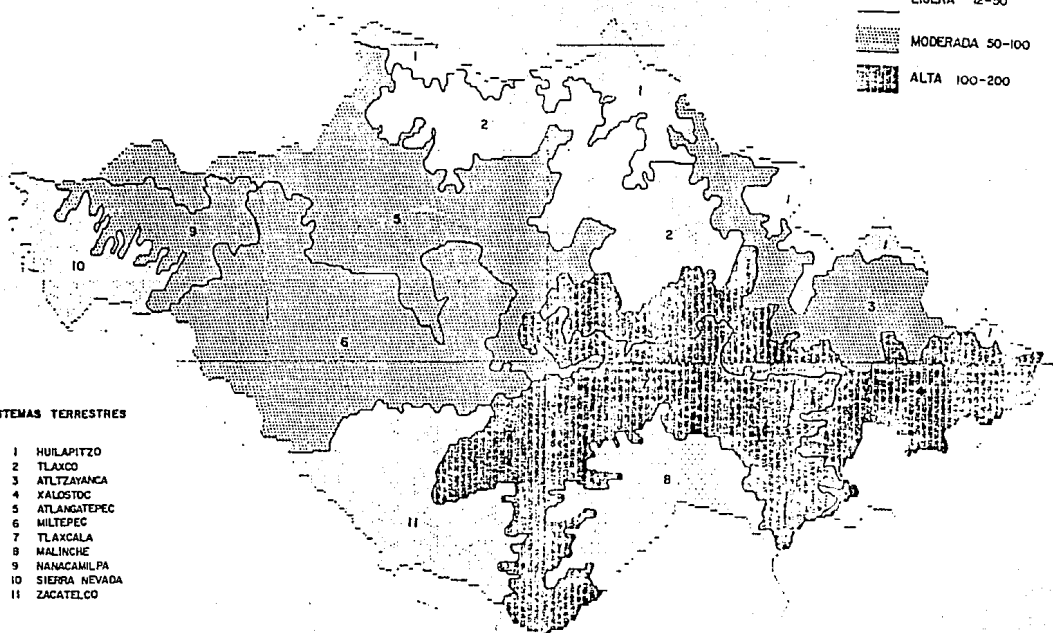
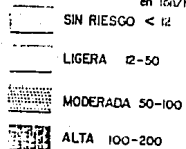


SISTEMAS TERRESTRES

- 1 HUILAPITZO
- 2 TLAXCO
- 3 ATLIX
- 4 XALOSTOC
- 5 ATLANGATEPEC
- 6 MILTEPEC
- 7 TLAXCALA
- 8 MALINCHE
- 9 NANACAMILPA
- 10 SIERRA NEVADA
- 11 ZACATELCO

INDICE DE EROSION (ERODABILIDAD) EOLICA POR CAPAS.

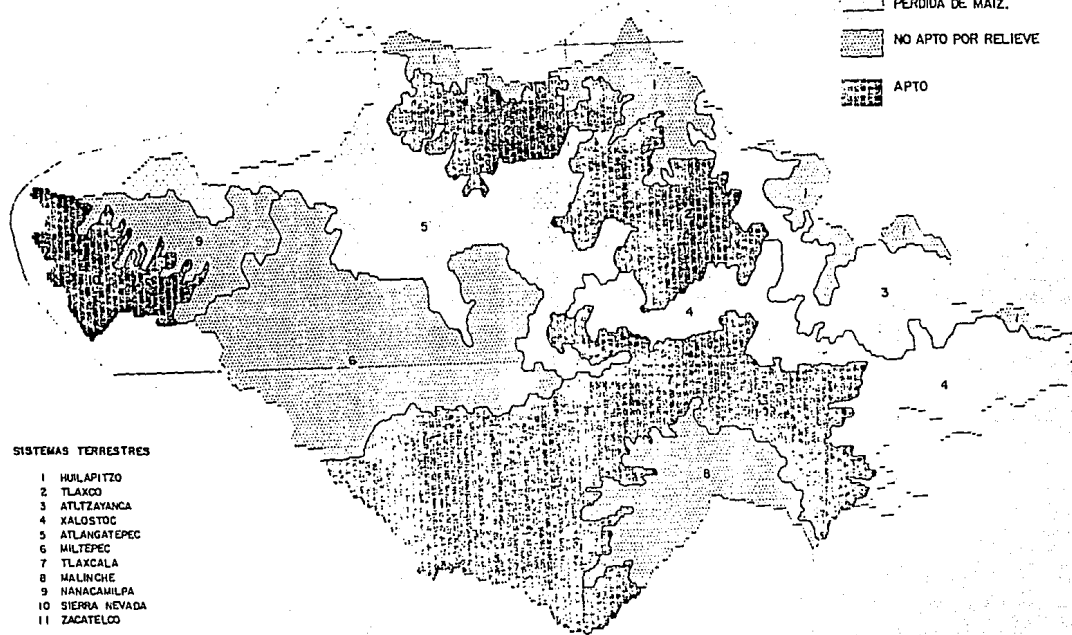
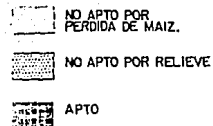
Perdida potencial
en Ton/Ha/año



SISTEMAS TERRESTRES

- 1 HUILAPITZCO
- 2 TLAXCO
- 3 ATLTZAYANCA
- 4 KALOSTOC
- 5 ATLANGATEPEC
- 6 MILTEPEC
- 7 TLAXCALA
- 8 MALINCHE
- 9 NANACAMILPA
- 10 SIERRA NEVADA
- 11 ZACATELCO

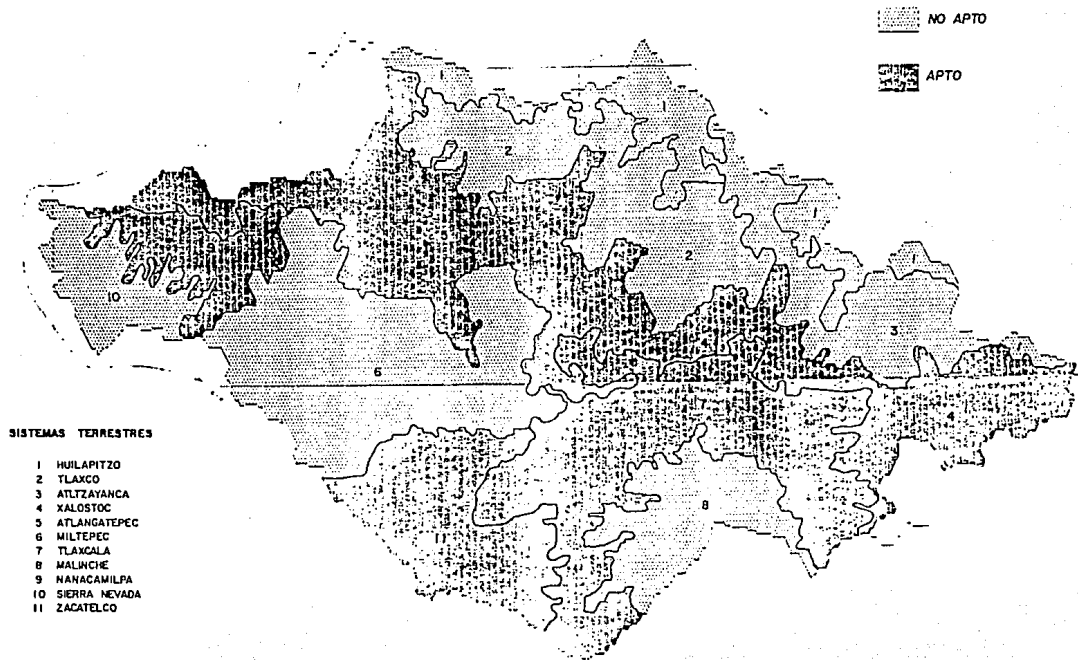
EVALUACION DE LA APTITUD DE LA TIERRA PARA AGRICULTURA DE TEMPORAL



SISTEMAS TERRESTRES

- 1 HUILAPITZO
- 2 TLAXIACO
- 3 ATLIX
- 4 XALOSTOC
- 5 ATLANGATEPEC
- 6 METEPEC
- 7 TLAXCALA
- 8 MALINCHE
- 9 NANACAMILPA
- 10 SIERRA NEVADA
- 11 ZACATELCO

EVALUACION DE LA TIERRA PARA AGRICULTURA DE RIEGO



Cuadro No. 18

Indicadores de Aptitud y Situación. (Resultados)

Sistemas Terrestres

Indicadores Aplicados

Número	Nombre	Agricultura	Agricultura	EROE	Ton/Ha/año	EROII	Ton/Ha/año
		Temporal	Riego	Valor	Clase	Valor	Clase
1	Huilapitzo	No apto.	No apto.	14.2	Ligera	67.5	Alta
2	Tlaxco	Apto *	No apto	34.5	Ligera	76.1	Alta
3	Atltzayanca	No apto	No apto	94.18	Moderada	188.4	Alta
4	Xalostoc	No apto	Apto	174.02	Alta	6.5	Ligera
5	Atlangatepec	No apto	Apto	55.27	Moderada	5.9	Ligera
6	Miltepec	No apto	No apto	54.61	Moderada	392.2	Muy alta
7	Tlaxcala	Apto	Apto	122.48	Alta	18.6	Moderada
8	Malinche	No apto	No apto	5.75	Sin degradación	537.3	Muy alta
9	Nanacamilpa	No apto	Apto	62.14	Moderada	49.5	Moderada
10	Sierra Nevada	No apto	No apto	22.41	Ligera	130.4	Alta
11	Zacatelco	Apto	Apto	12.19	Ligera	8.6	Ligera

* con restricciones en litosoles
Fuente: Lucero, 1986.

Rangos que definen las clases:

EROE Sin degradación 12
Ligera 12 - 50
Moderada 50 - 100
Alta 100 - 200
Muy alta > 200

EROII: Muy alta > 200
Alta 50-200
Moderada 10- 50
Ligera < 10

muestra el procedimiento.

2.2.2 Degradación Forestal.

Es un método que evalúa la deforestación o cambio de uso del suelo forestal mediante la comparación de mapas de vegetación primaria y de cobertura vegetal forestal actual, permite identificar el área que en forma natural debería estar ocupada por bosques y/o selvas y que ha cambiado su uso. La figura No. 10 muestra el procedimiento y los resultados en los croquis Nos. 24 y 25 y en los cuadros 19 y 20.

2.2.3 Inventario de Erosión.

El método fue desarrollado conjuntamente por la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua y el Colegio de Postgraduados de la Universidad Autónoma de Chapingo para -- cuantificar la erosión del suelo empleando imágenes de satélite LANDSAT Esc. 1:3'369,000 utilizando la clasificación -- FAO (1954).

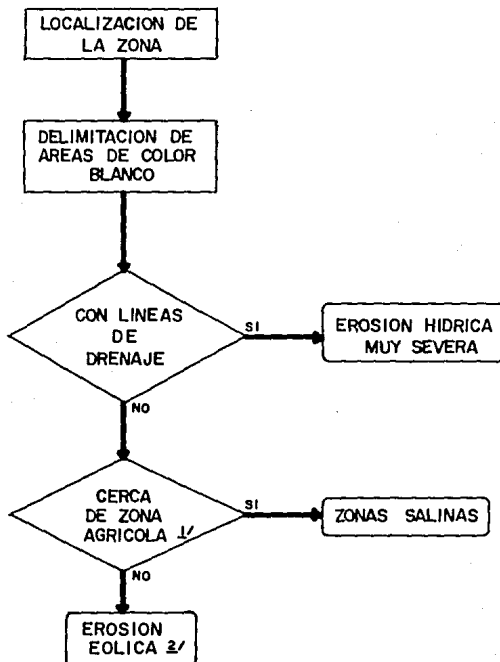
El procedimiento se resume en interpretación visual de las imágenes de satélite, muestreo, análisis sistemático, -- clasificación y verificación de campo (SARH-DGCSyA, 1983).

En el mapa No. 5 se muestran los resultados mismos que pueden apreciarse en el cuadro 21.

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACION DE LA EROSION SEVERA Y SALINIDAD

ANEDA-1

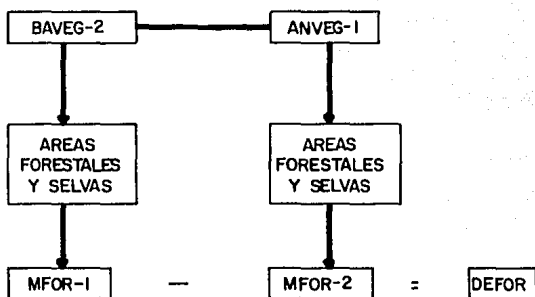
MATERIALES: IMAGENES DE SATELITE EN FALSO COLOR
METODO: INTERPRETACION VISUAL



1/ LAS ZONAS AGRICOLAS SE OBSERVAN COMO CUADRITOS ROJOS O ANARANJADOS CON CIERTA UNIFORMIDAD.

2/ EL GRADO DE SEVERIDAD ESTA DADO POR LA APRECIACION O NO DE DUNAS.

DEGRADACION DE AREAS FORESTALES Y SELVAS



BAVEG-2 = MAPA DE VEGETACION PRIMARIA

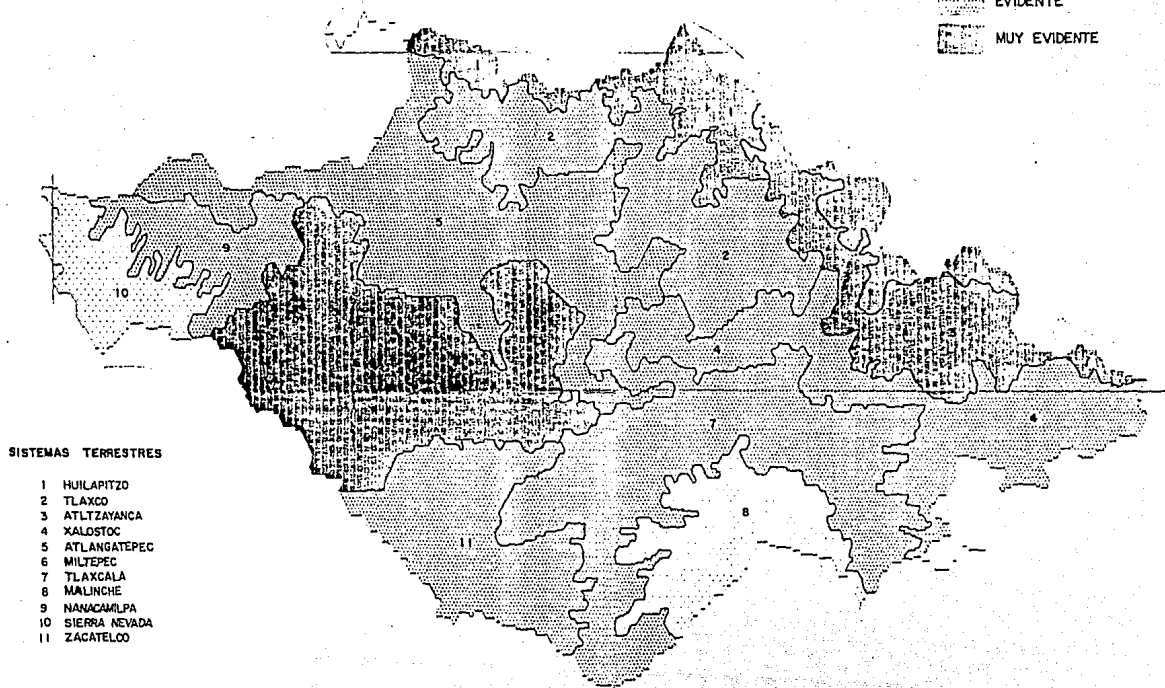
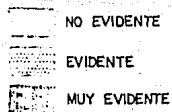
ANVEG-1 = MAPA DE VEGETACION ACTUAL

MFOR -1 = MAPA FORESTAL ORIGINAL

MFOR -2 = MAPA FORESTAL ACTUAL

DEFOR = DEFORESTACION

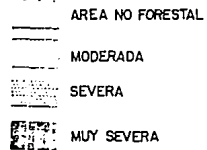
EROSION SEVERA Y SALINIDAD



SISTEMAS TERRESTRES

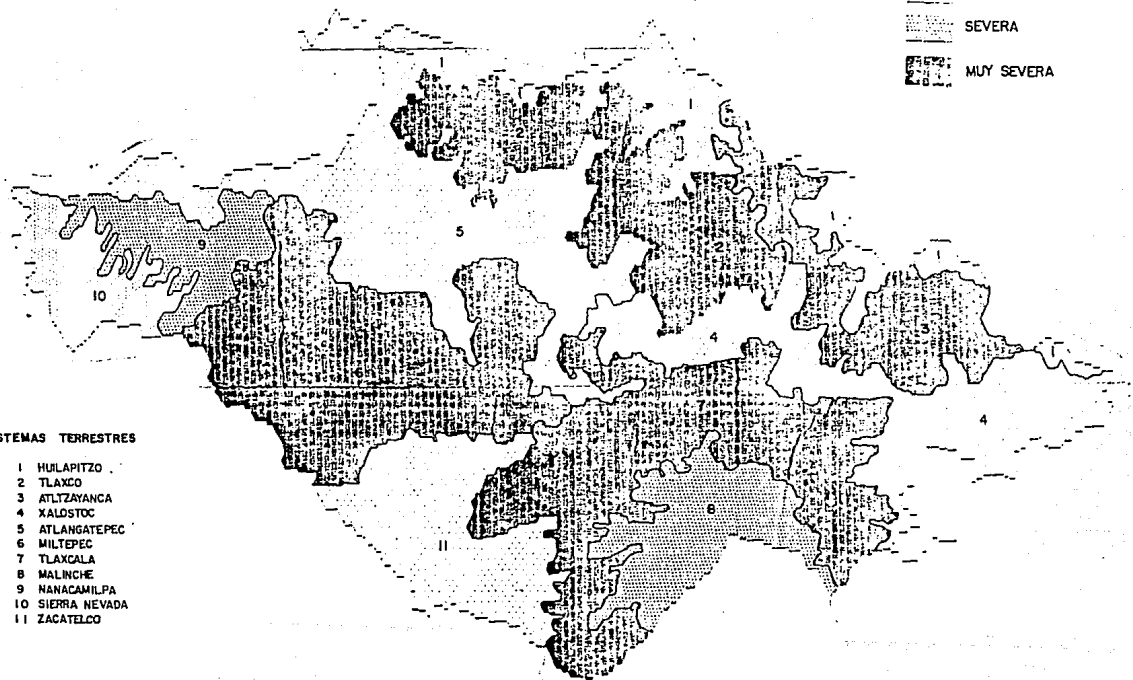
- 1 HUILAPITZO
- 2 TLAXCO
- 3 ATLTZAYANCA
- 4 XALOSTOC
- 5 ATLANGATEPEC
- 6 MILTEPEC
- 7 TLAXCALA
- 8 MALINCHE
- 9 NANACAMILPA
- 10 SIERRA NEVADA
- 11 ZACATELCO

DEGRADACION FORESTAL



SISTEMAS TERRESTRES

- 1 HUILAPITZO
- 2 TLAXCO
- 3 ATLTZAYANCA
- 4 XALOSTOC
- 5 ATLANGATEPEC
- 6 MILTEPEC
- 7 TLAXCALA
- 8 MALINCHE
- 9 NANACAMILPA
- 10 SIERRA NEVADA
- 11 ZACATELCO



Cuadro No. 19. Erosión Severa en los Sistemas Terrestres de Tlaxcala.

Sistema terrestre.	Erosión severa.
1. Huilapitzo	Muy evidente
2. Tlaxco	Evidente
3. Atltzayanca	Muy evidente
4. Xalostoc	Evidente
5. Atlangatepec	Evidente
6. Miltepec	Muy evidente
7. Tlaxcala	Evidente
8. Malinche	Evidente
9. Nanacamilpa	Evidente
10. Sierra Nevada	No evidente
11. Zacatelco	Evidente.

Erosión Severa Interpretación visual sobre imagen Landsat. Clase de degradación:
 - Muy evidente
 - Evidente
 - No evidente

Fuente: Lucero, 1986.

Cuadro No. 20. Degradación Forestal en los Sistemas Terrestres de Tlaxcala.

Sistema terrestre	Degradación forestal
Huilapitzo	Moderada
Tlaxco	Muy severa
Atltzayanca	Muy severa
Xalostoc	Area no forestal
Atlangatepec	Area no forestal
Miltepec	Muy severa
Tlaxcala	Muy severa
Malinche	Severa
Nanacamilpa	Severa
Sierra Nevada	Moderada
Zacatelco	Area no forestal

Clase de degradación forestal:

- Muy severa
- Severa
- Moderada
- ligera
- Area no forestal

Interpretación visual sobre imagen Landsat.

Fuente: Lucero, 1986.

Cuadro No. 21 Inventario de Erosión del Estado de Tlaxcala.

Clase	Nombre de la clase.	Superficie en has.	%
A	Erosión no manifiesta.	16 627	4.24
A/B	Erosión leve.	70 645	18.06
B	Erosión moderada	209 207	53.45
B/C	Erosión severa	77 346	19.76
C	Erosión muy severa	9 596	2.45
C.A.	Cuerpos de agua	2 047	0.52
Z.U.	Zona urbana	5 932	1.52
Area total en el estado		391 400	100

Fuente: SARH - DGCSyA, 1983.

2.3 Evaluación de la Tecnología

Para esta evaluación se realizó, primero una tipificación de la técnica del Programa de Recuperación de Tierras Erosionadas según la clasificación de prácticas de conservación del suelo y agua y, posteriormente, se efectuó una confrontación del objetivo del Programa y de los requerimientos de los elementos del medio natural de los cuales depende la adaptabilidad de la técnica empleada, contra la caracterización ecológica de las unidades ambientales identificadas (sistemas terrestres o ecogeográficos).

2.3.1 Tipificación de la técnica empleada por el Programa de Recuperación de Tierras Erosionadas.

Como se señaló en el capítulo II, las prácticas de manejo de los suelos se clasifican en mecánicas, vegetativas y mixtas.

La construcción de terrazas queda incluida dentro de las

prácticas mecánicas.

Los sistemas de terrazas se pueden clasificar según la condición de escurrimiento, el tipo de sección transversal y la clase de desagüe.

Según la condición de escurrimientos pueden ser:

- Terrazas con declive o de drenaje
- Terrazas a nivel

De acuerdo con el tipo de sección transversal existen 5 tipos (ver figura No. 11).

- Terrazas de base ancha
- Terrazas de banco o bancales
- Terrazas de bancos alternos
- Terrazas de base angosta o de formación sucesiva.
- Terrazas de canal amplio o de zingg

Por el tipo de desagüe pueden ser de tres tipos:

- Terrazas con desagüe hacia un cauce empastado
- Terrazas con desagüe hacia un sistema de drenaje subsuperficial
- Terrazas de absorción

Las terrazas construídas por el Programa de Recuperación de Tierras Erosionadas se tipifican de la siguiente forma:

Por la condición del escurrimiento: Terrazas a nivel.-
Se recomiendan para áreas con precipitaciones bajas a moderadas, que no excedan de 750 mm anuales, o donde los suelos son profundos con buena permeabilidad y capaces de absorber toda

TIPOS DE SECCIONES TRANSVERSALES DE LA TERRAZAS

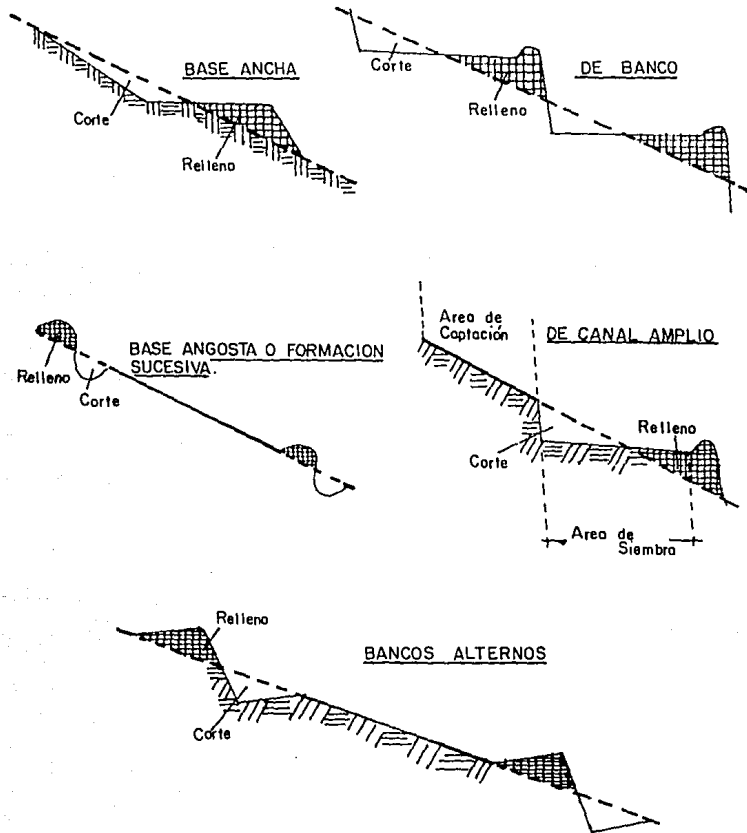


FIGURA No. 11

el agua de lluvia.

Se construyen con un bordo y canal amplio a nivel, para que el agua se almacene a lo largo de la terraza. Algunas veces se cabecean los extremos para que, en suelos permeables, el agua se infiltre y desfogue por medio de drenaje interno.

Por el tipo de sección transversal: Terrazas de banco o bancales.- Se construyen para formar bancos o escalones amplios y a nivel. El bordo tiene el talud aguas abajo y debe protegerse con vegetación permanente. Aprovecha eficientemente el agua de lluvia o riego.

Por la clase de desagüe: Terrazas de absorción.- En estas las acumulaciones de agua se infiltran a lo largo de la terraza y a través del perfil del suelo.

La adaptación de las terrazas depende de varios factores del medio como:

Clima.- Sólo se considera lo relativo a la precipitación, por lo que pueden construirse terrazas que almacenen el agua cuando la precipitación es menor a 750 mm anuales o terrazas que desalojan los excesos de agua, cuando la precipitación es abundante y las condiciones del suelo lo requieren.

Topografía.- Al aumentar la pendiente, la construcción, el mantenimiento de las terrazas y las dificultades de laboreo incrementan el costo hasta un punto tal que los gastos sobrepasan a los beneficios.

Suelos.- Cuando los suelos son profundos y permeables se puede construir cualquier tipo de terraza, en contraste con suelos poco profundos e impermeables donde es necesario establecer terrazas con un gradiente que permita la salida de los excesos de agua hacia un cauce debidamente protegido.

Erosión.- Cuando las terrazas se utilizan para recuperar terrenos fuertemente erosionados su construcción es costosa, el mantenimiento debe ser constante y las operaciones de labranza son difíciles.

Para el diseño de las terrazas es necesario considerar los siguientes aspectos:

- 1o. Espaciamiento o ancho de las terrazas, que está en función de la pendiente y la precipitación.
- 2o. Características del canal, que está en función del tipo de desagüe y la lluvia máxima en 24 horas para un período de retorno mínimo de 5 años.
- 3o. Forma de la sección transversal que debe considerar la pendiente del terreno, maquinaria o implementos agrícolas disponibles y los cultivos a sembrar.

Los bancales se construyen excavando en la mitad superior del terreno y rellenando con esa tierra extraída la mitad inferior. Estos bancales (fig. 12) pueden tener talud (bancales con talud) o muros verticales de piedra (bancales con muro); pueden construirse a nivel o con declive hacia un desagüe, de acuerdo a la condición de escurrimiento.

TIPOS DE BANCALES SEGUN SU TALUD

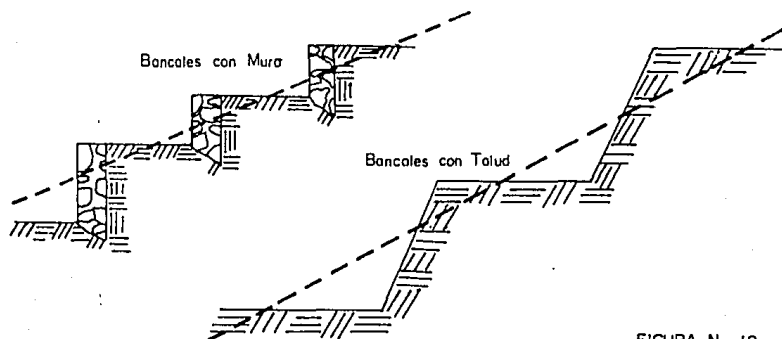


FIGURA No. 12

TIPOS DE DECLIVE EN BANCALES

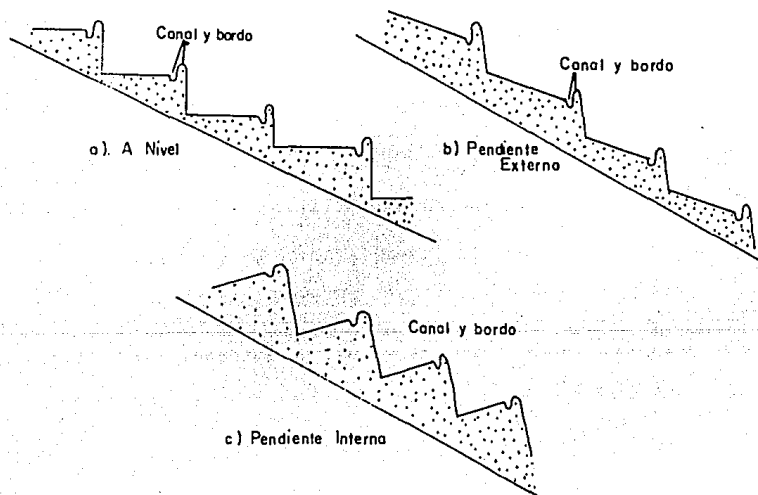


FIGURA No. 13

En la fig. No. 13 se pueden observar tres secciones transversales para terrazas de banco: a nivel (a) y con pendiente de desagüe (b y c), las que pueden construirse con pendiente externa o interna.

La ventaja que ofrece la pendiente externa (b) es que requiere menor movimiento de tierra para su construcción, pero la principal desventaja es que si no se calculan correctamente las dimensiones del canal de desagüe, el riesgo de destrucción de la terraza es mayor que en el caso de construirla con pendiente interna (c). La desventaja de esta última es el gran movimiento de tierra que implica debido a que se invierte la pendiente del terreno en el área de la sección.

La adaptabilidad, ventajas y limitaciones de los bancos son:

Adaptabilidad.- Se pueden emplear en terrenos con diferentes grados de pendiente.

Ventajas.- Hacen posible la utilización de terrenos muy escarpados y el agua de lluvia se aprovecha al máximo.

Se optimiza la eficiencia en el uso de la maquinaria e insumos agrícolas.

Limitaciones.- Los movimientos de tierra son mayores que con cualquier otro tipo de sección transversal, lo que hace que su construcción sea costosa. La producción agrícola en los primeros años se abate, debido a que parte de la siembra se realiza en capas de tierra no intemperizadas. El ancho del bancal está en función de la profundidad del suelo fértil y

de la pendiente del terreno.

2.3.2 Evaluación de la Técnica del Programa de Recuperación de Tierras Erosionadas.

Para ello se utilizó una matriz de interrelaciones cuyos componentes son:

Renglones.- Las fichas o formatos con la caracterización ecológica de los once sistemas terrestres (ecogeográficos) de Tlaxcala, de donde se obtuvieron los datos necesarios para la comparación.

Columnas.- En la 1a.: el objetivo del programa que era de recuperar tierras erosionadas para uso agrícola, que se confrontó con la aptitud de cada sistema para la agricultura de temporal.

De la 2a. a la 5a.: los elementos del medio natural que restringen o determinan la adaptación de las terrazas a nivel de tipo bancalete de absorción, comparados con las características de cada unidad regional. Y en la 6a., el posible grado de deterioro de cada sistema al efectuarse el movimiento de tierras y construir el tipo de terraza empleada por el Programa.

Esta interrelación se identifica en función de la adaptabilidad de las terrazas y de la calificación por erodabilidad de cada unidad ambiental, determinada mediante el índice de erosión hídrica.

Elementos.- Son el resultado del análisis cualitativo de --

las interrelaciones, las cuales se señalan con una ✓ si existe compatibilidad entre lo confrontado y una X si no es compatible.

Los elementos correspondientes a la 6a. columna fueron evaluados de diferente forma ya que dependen de la compatibilidad de las otras interrelaciones.

En el cuadro No. 22 se muestra la matriz y sus resultados.

3. Fase Propositiva.

En este apartado se plantean los objetivos que pretenden alcanzarse con la propuesta de acciones y la Estrategia para la ejecución de las mismas, tomando como marco de planeación el papel que juega el Ordenamiento Ecológico del Territorio en la política de desarrollo vigente.

Asimismo se efectúa el análisis de costos de cada acción propuesta, necesario para su presupuestación y programación.

3.1 Objetivos de la Propuesta de Acciones.

Generales:

- Proponer acciones correctivas de Ordenamiento Ecológico en las zonas que presentan problemas de erosión, con el fin de dar solución integral al mismo.
- Restablecer los recursos naturales deteriorados para que sean soporte de la actividad forestal, pecuaria y agrícola.
- Coadyuvar al fomento e impulso de las actividades socioeconómicas de acuerdo al potencial que presentarán las áreas restauradas.

CUADRO No. 22. EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DEL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE TIERRAS EROSIONADAS.

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL SISTEMA TERRESTRE (ECOGEOGRÁFICO)	OBJETIVO DEL PROGRAMA.	FACTORES QUE DETERMINAN LA ADAPTABILIDAD DE LA TÉCNICA					PPT MÁX. EN 24 HRS.	POSIBLE GRADO DE DETERIORO	RESULTADO FINAL
		PPT TOTAL ANUAL.	PERMEABILIDAD	PROFUND. DEL SUELO	PENDIENTE.				
1. HUILAPITZO	X	X	✓	✓	✓	7.5-15 CM.	ALTO	X *	
2. TLAXCO	✓	X	✓	X	✓	7.5-15 CM.	ALTO	✓ 1/	
3. ATLIZAYANCA	X	✓	X	X	✓	7.5-15 CM.	ALTO	X *	
4. XALOSTOC	X	✓	✓	✓	✓	7.5-15 CM.	LIGERO	X *	
5. ATLANGATEPEC	X	✓	✓	X	✓	0-7.5 CM.	LIGERO	X *	
6. MILTEPEC	X	X	✓	X	✓	0-7.5 CM.	MUY ALTO	X *	
7. TLAXCALA	✓	X	✓	X	✓	0-7.5 CM.	MODERADO	✓ 1/	
8. MALINCHI	X	X	✓	✓	✓	7.5-15 CM.	MUY ALTO	X *	
9. NANACAMILPA	X	✓	✓	X	✓	0-7.5 CM.	MODERADO	X *	
10. SIERRA NEVADA	X	✓	X	✓	✓	7.5-15 CM.	ALTO	X *	
11. ZACATELCO	✓	X	✓	X	✓	7.5-15 CM.	LIGERO	✓ 1/	

OBJETIVO DEL PROGRAMA: INCORPORACIÓN DE SUELOS RESTAURADOS AL USO AGRÍCOLA DE TEMPORAL.

PPT TOTAL ANUAL = PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL CON UN VALOR MEJOR A 750 M.

PERMEABILIDAD ALTA.

PROFUNDIDAD DEL SUELO CON UN VALOR MAYOR A 50 CM.

* DEBE USARSE OTRA TÉCNICA DE RESTAURACIÓN DE SUELOS COMPATIBLE CON LA VOCACIÓN Y APTITUD DEL SUELO.

1/ CONDICIONADO A MODIFICAR LA TERRAZA PARA FAVORECER EL DESAGUE.

✓ COMPATIBLE

X INCOMPATIBLE

- Fomentar la generación de empleos en base a las acciones emanadas del programa.
- Promover el desarrollo integral de las regiones con problemas de erosión.

Específicos:

- Determinar las áreas prioritarias a restaurar con base en criterios de ordenamiento ecológico.
- Definir las acciones y lineamientos normativos de ordenamiento ecológico para restaurar las áreas erosionadas.
- Proponer criterios para la participación de los sectores público, social y privado en las acciones de restauración ecológica.
- Programar las acciones de restauración en el tiempo y en el espacio.

3.2 Estrategia

Para la definición de la propuesta de acciones se determinó como Estrategia General:

Reintegrar a la producción zonas erosionadas e improductivas mediante la restauración ecológica de los suelos a través de reforestaciones, restitución de la cubierta vegetal y recuperación de suelos,

La política ecológica que corresponde a esta Estrategia General es la de Restauración. De esta estrategia se desprende una línea general de acción de tipo correctivo cuyo objetivo fundamental será la restauración del equilibrio ecológico -

de las áreas erosionadas con vocación y potencialidad de uso productivo que permita a largo y mediano plazo ser el soporte de las actividades forestal, pecuaria y/o agrícola.

Los objetivos de esta línea general de acción son:

1. Conservar y mejorar los suelos que posean erosión tipo B y B/C, para evitar que pasen a un tipo mayor de erosión.
2. Regenerar los suelos con erosión tipo C.

Políticas:

Las políticas que conllevarán al logro de los objetivos señalados son las siguientes:

Recuperación.- Entendida como el conjunto de acciones que permitirán recuperar la capacidad productiva y la calidad ambiental de las áreas erosionadas.

Se aplica a las áreas que posean un tipo de erosión B y B/C con una velocidad de pérdida de suelos mayor a 50 ton/ha/año.

Regeneración.- Que es el conjunto de acciones encaminadas a regenerar las condiciones ambientales de las zonas erosionadas. Induciendo el restablecimiento de vegetación.

Se aplica a las áreas con erosión tipo C con una velocidad de pérdida del suelo mayor a 50 ton/ha/año.

3.3 Propuesta de Acciones,

Las acciones que se desprenden de todo lo anterior son:

1. Regeneración Natural.- Inducir el restablecimiento de vegetación nativa, favoreciendo la sucesión de las especies -- autóctonas que permitan la formación de la vegetación secundaria.

2. Reforestación.- El establecimiento definitivo de árboles jóvenes en el terreno que se desea repoblar, puede efectuarse a través de siembra directa o por plantaciones. Se -- realizará en áreas que originalmente han sido arboladas. Esta acción tiene dos modalidades:

a) Reforestación con especies nativas.- En la cual el material vegetativo que se utilizará será del mismo bioma o especie que originalmente existía, o bien de aquellas que predominan en el área.

b) Reforestación con especies de valor comercial.- En ésta se utilizarán especies que tengan interés para la explotación forestal, siempre serán especies del bioma predominante.

3. Inducción de Pastizales.- Es el conjunto de actividades -- encaminadas a la creación, mejoramiento o reemplazo de pastizales, mediante la introducción de especies naturales o exóti-- cas.

Se ha adoptado una modalidad adicional para esta acción, que implica la plantación de árboles o arbustos en aquellas áreas erosionadas que se pueden utilizar para pastoreo, una vez res-- tauradas.

4. Técnicas Constructivas y Vegetativas.- Comprende a todas aquellas prácticas que implican el movimiento de tierra con el fin de modificar el microrelieve y/o formar bordos para -- favorecer la deposición de sedimentos, así como la plantación o siembra de vegetación que retenga el suelo.

5. Técnicas Agronómicas. - Se refiere a las actividades que permitan inducir las diferentes prácticas de manejo de los suelos, dependiendo de los factores que limitan o restringen su uso.

3.4 Análisis de Costos.

Para efectuar el análisis del costo de cada acción propuesta se realizó la estimación del rendimiento de la mano de obra para cada una de las actividades que involucra.

El costo total se estimó basándose en el costo de mano de obra calculado, utilizando coeficientes o factores que nos permitieran conocer una aproximación del presupuesto total del Programa.

El procedimiento utilizado para cada acción fue el siguiente.

1. Análisis y cálculo del costo de mano de obra.
2. Cálculo del salario real obtenido con base en el costo de la mano de obra al aplicarle el factor 1.216 que es el resultado de dividir

$$C = \frac{\text{Días nominales}}{\text{Días laborables}} = \frac{365}{300} = 1.216$$

3. Cálculo de aguinaldos, prestaciones e impuestos, obtenido al aplicarle el factor 0.32 al salario real. Representando las cuotas para el INSS, seguro de vida, aguinaldo, vacaciones, impuesto sobre el producto del trabajo, etc.
4. Cálculo del gasto de maquinaria y equipo. Representando los cargos fijos (amortización, interés y seguros), repara-

ción, mantenimiento y funcionamiento (combustible y lubricantes). Se consideró el 30% de la suma de los conceptos: salario real y aguinaldos, prestaciones e impuestos. A excepción de las técnicas constructivas y vegetativas donde se consideró el empleo exclusivo de mano de obra.

5. Cálculo de Imprevistos.- Aplicando el 3% de la suma de los conceptos: salario, aguinaldos, prestaciones e impuestos y maquinaria y equipo.

6. Honorarios y Gastos Generales.- Están contemplados los gastos relativos a estudios y proyectos, dirección y administración. Es el resultado de aplicar el 15% a la suma de los conceptos: salario real; aguinaldos, prestaciones e impuestos; - maquinaria y equipo e imprevistos.

Estimación de Empleos Generados:

Se calcularon con base al total de jornales por acción - dividiéndolo entre 300 días laborales al año para obtener el número de empleos al año por hectárea.

El resultado representa el total de empleos directos.

Para calcular los empleos indirectos se aplicó el 20% a los directos.

Los empleos indirectos son aquellos que se generan en las actividades de planeación, estudios y proyectos, dirección, coordinación y administración. (En el cuadro 31 se muestra un concentrado de la estimación de costos totales).

Los costos por mano de obra se calcularon con base en el salario mínimo mensual vigente en El Salvador en 1981, y se consideró un factor de productividad de 100%.

Regeneración Natural:

Se inducirá al favorecer la sucesión de las especies nativas que permitan la formación de vegetación secundaria.

Actividades que es necesario realizar:

1. Delimitación del área.
2. Cercado con árboles o vegetación nativa.
3. Protección y vigilancia del área.

Concepto	Factor	Total
1. Salarios	1.216	48 189.87
2. Aguinaldos, prestaciones e impuestos.	0.320	15 420.75
3. Maquinaria y equipo	0.300	19 083.81
4. Imprevistos	0.050	2 480.81
5. Honorarios y Gastos Generales	0.150	<u>12 776.19</u>
		97 950.83

(Ver cuadro 23).

Reforestación:

Es el establecimiento definitivo de árboles jóvenes en el terreno que se desea repoblar, puede efectuarse a través de siembra directa o por plantaciones. Se realizará en áreas que originalmente han sido arboladas y que han sido deforestadas por diversas causas.

Esta acción tiene dos modalidades:

Reforestación en especies nativas. - En la cual el material vegetativo que se utilizará será del mismo bioma y/o --

especie que originalmente existía, o bien de aquellas que predominen en el área.

Reforestación con especies de valor comercial.- En ésta se utilizarán especies que tengan interés para la explotación forestal, siempre serán especies del bioma predominante.

Las actividades que implica esta acción son:

1. Reforestación por siembra directa.

- 1.1 Colecta de semilla.
- 1.2 Preparación o tratamiento de semilla.
- 1.3 Pruebas de germinación.
- 1.4 Preparación del terreno.
- 1.5 Siembra y arroje.
- 1.6 Control de germinación y sobrevivencia.
- 1.7 Protección y vigilancia.

(Ver cuadro 24).

2. Reforestación por plantación.

- 2.1 Generación de plantas o brinzales en viveros que podrán ser temporales o permanentes, dependiendo de la superficie a reforestar.
- 2.2 Preparación del terreno (deshierbo).
- 2.3 Apertura de cepas.
- 2.4 Acarreo de plantas.
- 2.5 Plantación y arroje.
- 2.6 Control de sobrevivencia.
- 2.7 Reposición de plantas.
- 2.8 Protección y vigilancia.

(Ver cuadro 25).

Cuadro No. 23

Costos Unitarios de Regeneración Natural:

Actividad	Personal	Rendimiento	Cantidad	No. de Jornales	Costo
Trazo	1 Trazador	5 000 m/jorn	400	0.08 clu	820.77
	2 Estadaleros				750.76
	2 Estaqueros				750.76
Apertura de cepas	1 Peón	50 cepas/jorn	200	2	16,000
	1 Cabo			0.2	769.46
Plantación	1 Peón	50 árboles/jorn	200	2	16,000
	1 Cabo			0.2	769.46
Protección y Vigilancia	Guarda	1 000 Has/año	1 Ha.	365/1000	3,768.62
				-----	-----
				4,845	39,629.83

No. de empleos al año = $\frac{4,845}{300} = 0.016$

202

Cuadro No 2.4

Reforestación por Siembra Directa.

Actividad	Personal	Rendimiento	No. de Jornales	Costo
Colecta de semilla	Peón	3.75 kg/jorn	1.00	8,000.00
Preparación o tratamiento de semilla	Peón	1 kg/jorn	4.00	32,000.00
Pruebas de germinación	Téc. Agropec.	2 Meses	24.00	321,400.00
Preparación del terreno	Peón	0.5 Ha/jorn	2.00	16,000.00
Siembra y arroje	Peón	0.5 Ha/jorn	2.00	16,000.00
Control de germinación y sobrevivencia	Téc. Agropec.	500 Ha/3 meses	0.14	1,928.39
	Peón	0.25 Ha/jorn	4.00	32,000.00
Protección y vigilancia	Guarda	1000 Ha/año	0.37	3,768.62
Coordinación	Téc. Agropec.		1.00	
	Jefe de Grupo		1.00	
	Guarda		1.00	
	Chofer		1.00	
			41.5	431,097.01
No. de empleos al año = $\frac{41.5}{300} = 0.138$				

3. Establecimiento y operación de viveros.

- 3.1 Colecta o adquisición de semillas.
- 3.2 Preparación o tratamiento de semillas.
- 3.3 Pruebas de germinación.
- 3.4 Acarreo de tierra.
- 3.5 Cernido de tierra.
- 3.6 Almácigo (siembra y cuidado).
- 3.7 Llenado de envase.
- 3.8 Transplantes.
- 3.9 Riego y remoción de plantas.

(Ver cuadros 24 y 25).

Cabe señalar que en el Estado de Tlaxcala existen los siguientes viveros:

Uno que opera SEDUE desde 1984 en el Municipio de Chiautempan con una producción anual de plantas de 100,000 de las cuales el 60% son especies forestales, 25% frutales y 15% de ornato.

Y tres que opera SARH que son:

<u>Nombre</u>	<u>Municipio</u>	<u>Producción anual</u>
San Andrés	San Salvador Ahuashuatepec	1'018,333
Xocoyuacan	San Diego Xocoyuacan	870,370
San Pablo Apetatitlán	Antonio Carbajal	822,074
		<u>TOTAL 2'710,777</u>

Inducción de Pastizales

Es el conjunto de actividades encaminadas a la creación, mejoramiento o reemplazo de pastizales existentes mediante la introducción de especies naturales o exóticas.

Cuadro No 26

Establecimiento y Operación de Viveros Permanentes (100,000 Plantas/año)

Actividad	Personal	Rendimiento	No. de Jornales	Costo
Colecta o adquisición de semilla	Peón		4	36,000.00
preparación o tratamiento de semilla	Peón		30	240,000.00
Pruebas de germinación	Peón		96	780,000.00
Acarreo de tierra	Peón		1.5	12,000.00
Cernido de tierra	Peón		1.5	12,000.00
Almacigos	Peón		34	272,000.00
Llenado de envase	Peón		2000	16,000,000.00
Trasplantes	Peón		2000	16,000,000.00
Riego y remoción de plantas	Peón		180	1,440,000.00
Coordinación			1460	7,993,500.00
			<u>5835</u>	<u>42,785,500.00</u>

No. de empleos al año = $\frac{5835}{300} = 19.45$

Cuadro N° 2

Establecimiento y Operación de Viveros Temporales (10,000 plantas/año).

Actividad	Personal	Rendimiento	No. de Jornales	Costo
Colecta o adquisición de semilla	Peón		0.35	2,773.33
Preparación o tratamiento de semilla	Peón		2.6	20,080.00
Pruebas de germinación	Peón		48	384,000.00
Acarreo de tierra	Peón		1.50	12,000.00
Cernido de tierra	Peón		1.50	12,000.00
Almácigos (siembra y cuidado)	Peón		34.00	272,000.00
Llenado de envase	Peón		100.00	800,000.00
Trasplantes	Peón		100.00	800,000.00
Riego y remoción de plantas	Peón		180.00	1,440,000.00
Coordinación			900.00	2,304,000.00
			<hr/>	<hr/>
			1,367.95	6,040,853.33

No. de empleos al año = $\frac{1,367.95}{300} = 4.559$

Se ha adoptado una modalidad adicional para esta acción, que implica la plantación de árboles o arbustos en aquellas áreas erosionadas que se pueden utilizar para pastoreo, una vez recuperadas.

Las actividades que incluye son:

1. Inducción de pastizales

1.1 Preparación del terreno

1.2 Siembra de pasto

1.3 Protección y vigilancia

(Ver cuadro 22).

2. Inducción de pastizales con reforestación

2.1 Preparación del terreno

2.2 Siembra de pasto

2.3 Plantación de árboles

2.4 Protección y vigilancia

(Ver cuadro 29).

Técnicas Constructivas y Vegetativas:

Comprende a todas aquellas prácticas que implican el movimiento de tierra con el fin de modificar el microrelieve -- y/o formar bordos para favorecer la deposición de sedimentos.

Para conocer aproximadamente el costo de este tipo de -- obras se realizará un promedio de las diferentes técnicas que involucrará desde las más costosas (bancales) hasta las más económicas.

Cuadro 2.3

Inducción de Pastizales.

Actividad	Personal	Rendimiento	No. de Jornales	Costo
Preparación del terreno	Peón	0.1 ha/jorn.	10	80,000.00
	Cabo	1 ha/jorn.	1	9,618.33
Siembra de pasto	Peón	0.5 ha/jorn.	2	16,000.00
	Cabo	0.2 ha/jorn.	0.2	1,923.66
Protección y vigilancia	Guarda	1000 ha/año.	0.365	3,368.62
			13.565	111,310.62

No. de empleos al año = $\frac{13.565}{300} = 45.216$

300

Cuadro N.º 23

Inducción de Pastizales con Reforestación.

Actividad	Personal	Rendimiento	No. de Jornales	Costo
Preparación del terreno	Peón	0.1 ha/jorn.	10	80,000.00
	Cabo	1 ha/jorn.	1	9,618.33
Siembra de pasto	Peón	0.5 ha/jorn.	2	16,000.00
	Cabo	0.2 ha/jorn.	0.2	1,923.66
Plantación de árboles	Peón	50 ar/jorn.	0.5	4,000.00
	Cabo	0.1 jorn.	0.05	480.91
Protección y vigilancia	Guarda	1000 ha/año.	0.365	3,368.62

No. de empleos al año = $\frac{14.115}{300} = 0.047$

14.115

115,791.52

Cuadro No 30

Técnicas Constructivas Vegetativas.

Actividad	Personal	Rendimiento	No. de Jornales	Costo	Costo
Trazo	1 trazador	5000 m/jorn.	0.184		1,887.78
	2 estadaleros	920 m/ha	0.368		3,453.53
	2 estaqueros		0.368		3,453.53
Rippee, formación de bordo y dren interceptor	1 operador	0.15 ha/tur/maq	7		85,960.00
	1 ayudante		7		65,692.20
Afinado y semicom-pactado	Peón	70 m/jorn	13		104,000.00
	Cabo	920 m/ha	1.3		12,503.83
Siembra de material vegetativo	Peón	30 plantas/jorn	15.3		122,666.67
	Cabo		1.5		14,487.49
			46.02		414,045.03
No. de empleos al año = $\frac{46.02}{300} = 0.153$					

Sintetizando las actividades de cada una de las técnicas se tendría que efectuar lo siguiente:

1. Trazo
2. Rippeo, formación de bordo y dren interceptor
3. Afinado y semicompactado
4. Siembra de material vegetativo

(Ver cuadro 30).

Técnicas Agronómicas:

Se refiere a inducir las diferentes prácticas de manejo de los suelos, dependiendo de los factores que limitan o restringen su uso.

Entre estas prácticas pueden mencionarse utilización de fertilizantes de acuerdo a las recomendaciones específicas para cada cultivo, establecer rotaciones de cultivos, aplicación de abonos orgánicos como estercoladuras, residuos de cosecha o abonos verdes, realizar asociaciones de cultivos, utilización de especies mejoradas (criollas o introducidas, subsoleos profundos, nivelación de suelos, etc.)

Para realizar el cálculo del costo por hectárea se hace con base en la capacidad de atención que tiene un técnico que es de 5 has/día, lo que significa:

	Rendimiento	Jornales/ha	Costo
1 Técnico	5 Ha/jornal	0.2	2 678.3
Concepto		Factor	Total
1. Salarios		1.216	3 256.8
2. Aguinaldos, prestaciones o impuestos.		0.320	1 042.18
3. Maquinaria y equipo		0.500	1 289.71
4. Imprevistos		0.050	167.66
5. Honorarios y Gastos Generales		0.150	863.46
			<u>6 619.88</u>

(Ver cuadro 52).

$$\text{Empleos directos} = 0.2/300 = 0.0006$$

Los resultados de los costos totales y empleos generados por hectárea para cada una de las diferentes acciones propuestas y calculadas, se muestran en el cuadro 52.

Cronograma 51

Asignación de Costos Totales.

Acción	Mano de Obra	Salarios	Aguinaldo, pres prest e iap	Maq. y Eq.	Imprevistos	Honorarios	Total
Regeneración Natural	39,629.83	48,189.87	15,420.75	19,083.81	2,480.81	12,776.19	12,776.19
Reforestación por Siembra	431,097.01	524,213.96	167,748.47	207,588.73	26,986.53	138,980.65	1,065,518.35
Reforestación por plantación	2,267,040.59	2,756,720.52	882,150.56	1,091,661.32	141,915.97	730,667.26	5,603,315.64
Viveros permanentes	42,785,500.00	52,027,168.00	16,648,693.76	20,602,758.53	2,678,358.60	13,793,546.83	105,750,525.70
Viveros temporales	6,040,853.33	7,345,677.65	2,350,616.85	2,908,888.25	378,155.48	1,947,500.75	14,945,668.95
Inducción de plantaciones	111,310.62	135,353.71	43,313.18	53,600.07	6,968.01	11,961.75	251,196.73
Inducción de plantaciones con reforestación	115,791.52	140,802.48	45,056.80	55,757.78	7,248.51	37,329.84	286,195.42
Técnicas constructivas y vegetativas	414,045.03	503,478.76	161,113.20	863,969.55	45,856.85	236,162.75	1,810,581.11
Técnicas promocionales	2,678.30	3,256.80	1,042.18	1,289.71	167.66	863.46	6,619.88

COSTOS TOTALES Y EMPLEOS GENERADOS POR Ha.

ACCIONES	COSTO TOTAL Ha	No. DE EMPLEADOS ANUALES POR Ha.		
		DIRECTOS	INDIRECTOS*	TOTAL
1.- Regeneración natural.	\$ 97'950.83	0.0160	0.0032	0.0192
2.- Reforestación (con especies de valor comercial y nativas).				
a) Siembra Directa.	1'065,518.35	0.1380	0.0276	0.1656
b) Plantación	5'603,315.64	0.9500	0.1900	1.1400
3.- Inducción de pastizales	251,196.73	0.0452	0.0090	0.0542
4.- Inducción de pastizales con reforestación.	286,195.42	0.0470	0.0090	0.0560
5.- Técnicas constructivas y vegetativas.	1'810,581.11	0.1534	0.0307	0.1841
6.- Técnicas agronómicas.	6,619.88	0.0006	0.0001	0.0007

* 20% de empleos directos.

OPERACION DE VIVEROS

TIPO DE VIVERO	PRODUCCION ANUAL DE PLANTAS	COSTO TOTAL (PESOS)	No. DE EMPLEOS ANUALES
PERMANENTE	100,000	\$ 42'785,500.00	18.0
TEMPORAL	10,00	\$ 14'945,668.95	4.6

VI. DISCUSION

Partiendo del supuesto de investigación, a continuación se discutirán los resultados obtenidos confrontándolos con las hipótesis planteadas.

Hipótesis 1.

El Estado de Tlaxcala tiene distintas unidades ambientales (zonas ecológicamente homogéneas).

Los resultados obtenidos mediante la utilización de la Regionalización Ecológica (clasificación de Regiones Naturales de México) y la técnica para la identificación de sistemas terrestres o ecogeográficos, demuestran la presencia de once unidades ambientales para Tlaxcala.

En los croquis Nos. 26 y 27 y mapa No. 3, pueden distinguirse cada una de estas unidades ambientales, mismas que se consideran homogéneas desde el punto de vista macroclimático, fisiográfico y paisajístico hacia su interior, manejando el nivel de información y cartografía especificado.

No obstante lo anterior, es necesario señalar la existencia de 4 fenómenos regionales que quedaron ocultos por esta delimitación (ver croquis No. 7).

- Porción del estado al oriente, perteneciente a la planicie de Oriental que deberá ser considerada en el siguiente nivel regional como un paisaje terrestre diferente o bien integrar-

la al sistema correspondiente del Estado de Puebla, dadas sus características hidrológicas, edáficas y de vegetación.

- Un pequeño valle, denominado de Zoapila por Cruz López, 1949; cuyas características geológicas y de topoforma lo hacen diferenciar necesariamente de los sistemas: 5. Atlangatepec y 7. Tlaxcala.

- El área donde se asienta la Ciudad de Tlaxcala, cuyas características geomorfológicas difieren del resto del sistema 7. Tlaxcala y a quien Cruz López le denominó Altozano de Tlaxcala.

Cabe resaltar que según Cruz López, el sistema 9. Nanacamilpa y el 6. Miltepec estarían formando una sola unidad geomorfológica debido a su origen geológico común, como resultado del foco andesítico del por él llamado Altozano de Tlatzalan. Sin embargo, según puede apreciarse en la imagen de Satélite (croquis 27), tienen una evolución ulterior diferente que se expresa en la textura y color diferencial de la imagen de dicha unidad. Lo anterior puede ser el resultado de la erosión geológica del sistema 10. Sierra Nevada, cuyas laderas y pendiente norte bajan precisamente hacia el sistema 9. Nanacamilpa, siendo el receptor de las deposiciones del material edáfico producto de ese fenómeno natural erosivo. Así mismo debido a las pendientes predominantes (menores al 10%) ha favorecido la realización de actividades de agricultura de temporal ocasionando la deforestación del sistema en un 99% de su superficie y propiciando la aparición de la erosión inducida moderada (clase B) y severa (clase B/C).

II hipótesis 2.

Las características ecológicas de cada unidad ambiental son diferentes.

Según puede apreciarse en los formatos o fichas de cada unidad ambiental (cuadro 15), que por la escala de trabajo y nivel de detalle de la información corresponden a los sistemas terrestres o ecogeográficos, cada una de ellas tiene distintas características ecológicas, determinadas por el conjunto de atributos tanto del medio natural como del social y económico. Con base en estos atributos se aplicaron diferentes índices ambientales que nos permiten confirmar la hipótesis planteada, puesto que cada unidad posee calificaciones distintas debido a sus propias particularidades (ver cuadros Nos. 17, 18, 19, 20 y 21).

III hipótesis 3.

Cada una de ellas tiene diferente erodabilidad.

Si consideramos: que la erodabilidad o riesgo de erosión hídrica del suelo está determinado por el régimen e intensidad de la lluvia, pendiente del terreno, tipo de suelo y textura y el uso del suelo o cubierta vegetal presente; que los sistemas ecogeográficos se identifican bajo el criterio rector de los sistemas de toposformas, que son: sierra, lomerío, bajada, meseta, llanura, valle, cañón, playa o barra y depresión y que cada uno de ellos se correlaciona directamente con la pendiente; que en el Estado de Tlaxcala el 90% de la precipitación anual se presenta de mayo a septiembre y que la - -

intensidad de la lluvia en esos meses es muy alta (ver croquis No. 19); que los tipos de suelos predominantes (Regosoles y Cambisoles con capa holocena) son fácilmente erosionables y que el 63% de la superficie del estado tiene uso agrícola, podemos fundamentar fácilmente los resultados obtenidos al aplicar el índice de erosión hídrica por capas (ver cuadro 18), que nos brinda información de la erosión potencial o erodabilidad.

Podemos apreciar en dicho cuadro que los sistemas 4. Xalostoc, 5. Atlangatepec y 11. Zacatelco poseen los índices más bajos: 6.5, 5.9 y 8.6 ton/ha/año respectivamente, quedando dentro de la clase de erosión ligera. Dichos sistemas tienen en común que son llanuras, poseen una precipitación total anual de 700 mm y 900 mm, que están conformados por suelos poco erodables: Feozems, Fluvisoles, Cambisoles eútricos y Gleysoles y que su uso predominante es la agricultura.

Dentro de las clases de erodabilidad alta y muy alta se encuentran 6 sistemas: 1. Huilapitzo (sierra) con 67.5 ton/ha/año; 2. Tlaxco (lomeríos) con 76.1 ton/ha/año; 3. Atltzayanca (sierra) con 188.4 ton/ha/año; 10 Sierra Nevada (sierra) con 130.4 ton/ha/año; 6. Miltepec (meseta) con 392.2 ton/ha/año y 8. Malinche (sierra) con 337.3 ton/ha/año. Todos estos sistemas poseen una topografía accidentada y en mayor o menor grado han sido desforestados e incorporados a la agricultura o ganadería, con precipitaciones que fluctúan entre los 800 y 1200 mm anuales (ver cuadro 15).

Hipótesis 4.

Considerando al territorio del Estado de Tlaxcala como un sistema y a las unidades ambientales como subsistemas de éste y, que las relaciones funcionales entre cada subsistema representan el soporte estructural de la totalidad del sistema, entonces cada unidad ambiental tendrá una función ecológica regional v.gr. captadores de precipitación, recarga de acuíferos, fuentes superficiales y subterráneas de agua, generadores de oxígeno, sustrato de actividades agrícolas, etc., que mantiene la estructura y el funcionamiento del sistema: Estado de Tlaxcala.

De los datos e información sistematizada mediante la Regionalización Ecológica (clasificación de Regiones Naturales) en las fases descriptiva y de diagnóstico, sobre todo en los capítulos de climatología, vegetación, hidrografía y evaluación de la aptitud y situación, se identifican por deducción las funciones de cada unidad ambiental.

De esta forma se afirma que el sistema ecogeográfico 1. Huilapitzo, 8. Malinche, 10. Sierra Nevada, 3. Atltzayanca y extremo sur del 5. Atlangatepec, son captadores de precipitación y áreas de recarga de acuíferos gracias a la infiltración y escurrimiento del agua favorecida por la vegetación, rocas y suelos existentes. A la vez, los tres primeros sistemas son generadores de oxígeno por los bosques de coníferas que poseen (ver croquis Nos. 10, 11 y 18).

Porciones de los sistemas 2. Tlaxco, 4. Xalostoc, 5. -- Atlangatepec, 7. Tlaxcala y 11. Zacatelco son fuentes de agua

subterránea pues en ellos se localizan los principales acuíferos.

El sustrato para actividades agrícolas lo constituyen los sistemas 11. Zacatelco, 4. Xalostoc, 5. Atlangtepec y porciones de 7. Tlaxcala y 2. Tlaxco, debido a que la altitud que poseen garantiza un período libre de heladas suficiente para el desarrollo completo de los cultivos, asimismo su condición de planicies favorece la presencia de pendientes, suelos y disponibilidad de agua tanto subterránea como superficial (en el 7. Tlaxcala y 11. Zacatelco por el paso del Zahapan y Atoyac) para el desarrollo de actividades agrícolas sin ocasionar deterioro ambiental.

El sustrato potencial para actividades forestales lo constituyen los sistemas 9. Nanacamilpa, 6. Miltepec, 1. Huilapitzo y porciones de 2. Tlaxco, 3. Atltzayanca y 7. Tlaxcala, donde la altitud limita fuertemente a las actividades agrícolas y favorece el restablecimiento de bosques que serían la materia prima para una actividad silvícola y forestal futura. Actualmente estos sistemas están fuertemente afectados por deforestación y erosión y sustentan actividades agrícolas de temporal de baja productividad así como actividades ganaderas del tipo de solar para autoconsumo.

Quedó asentado claramente que la vegetación original primaria es el bosque y que las asociaciones o agrupaciones vegetales predominantes son: pinares, encinares y bosques de oyameles, todas ellas mezcladas e intercaladas. Quedando como la agrupación más importante, por su difusión potencial, el

bosque de coníferas.

La importancia de estos bosques no reside nada más en su valor económico, directo e inmediato, sino también en su importancia socioeconómica pues constituyen enormes filtros de aire y generadores locales de oxígeno, así como reguladores del balance del agua, además de ser el medio más eficaz para la conservación del suelo. La destrucción de estos bosques por programas gubernamentales antiecológicos, tala, fuego y sobrepastoreo está muy avanzada y parece muy difícil su reconstitución sin medidas de protección reales que contemplen la variable ambiental en su planteamiento.

"Ecológicamente los bosques desempeñan un papel muy importante en los fenómenos meteorológicos, geofísicos, climáticos y biológicos por las siguientes razones:

1. Favorecen las lluvias y determinan la condición hidrológica de una región gracias a la transpiración y a la filtración del agua a través de la capa vegetal.
2. Influyen en el clima y en la composición gaseosa de la atmósfera, pues regulan la temperatura por el alto contenido hídrico e incrementan el contenido de oxígeno atmosférico por su intensa asimilación fotosintética.
3. Evitan las tolveneras y el incremento de la velocidad de los vientos, pues el follaje detiene el polvo y es una barrera que impide el libre paso al viento.
4. Evita la erosión y las inundaciones ya que tienen una gran capacidad para evitar el arrastre del suelo y para absorber el agua (en los bosques de coníferas la velocidad de infiltración es 30 a 40 veces mayor que en el topote y en los bosques de encinos es de 300 a 600 veces mayor).
5. Los bosques albergan numerosas asociaciones biológicas y sustentan muchas especies de animales útiles al hombre" (Ern, 1976).

La naturaleza es el hábitat del hombre, que gracias al avance de la ciencia y la técnica ha sido capaz ya no solo -

de servirse de ella, sino de manejarla y transformarla para obtener todos los satisfactores que necesite, y más.

La medida en que el hombre puede aprovechar los elementos de la Naturaleza, recursos naturales, está determinado por el nivel socioeconómico de la población.

En un lugar puede existir determinado recurso natural en forma abundante, pero la posibilidad de explotarlo no depende nada más de la voluntad del hombre, sino también del adelanto de los medios de producción y del estado en que se encuentren las relaciones productivas entre los propios hombres.

Los recursos forman parte de un todo complejo, si un recurso es afectado incorrectamente, con esto se deteriora a otros; por lo tanto, si se desea conservar correctamente cada uno de ellos es necesario preservar el equilibrio del todo.

Tal es el caso del ecosistema del bosque en Tlaxcala y de los recursos: vegetación, suelo y agua; ha sido incorrectamente afectada la vegetación y se han perjudicado severamente los suelos y, en menor escala, el agua.

En la mayoría de los bosques de países socioeconómicamente atrasados la actividad silvícola y forestal se considera el último de los recursos de la tierra, y al fallar el gobierno, como rector de la economía y responsable de la planificación, se propicia el desorden en el reparto de la tierra para actividades agrícolas y así, las prácticas ilegales, el desperdicio y la destrucción del recurso forestal caracterizan a los bosques en el subdesarrollo.

De acuerdo a la descripción de los elementos del medio social y económico, en lo relativo al desarrollo económico del estado, cabe destacar las cifras de 1980 que se expusieron en el capítulo III apartado 1.3.2:

Sector Económico.	PIB	PEA del Sector/ Pob. total.
Sector Primario	13.48%	11.84%
Desglosándolo:		
Agricultura	7.02%	
Ganadería	4.28%	
Forestal	1.73%	
Pesca	0.45%	
Sector Secundario	29.96%	6.02%
Sector Terciario	56.56%	18.7 %
TOTAL	100%	36.56%

Lo anterior con el objeto de discutir la relación que existe entre la presencia de problemas de deterioro ambiental y los aspectos económicos.

El origen del problema en estudio es, históricamente, económico ya que por el afán de extraer el recurso forestal de la entidad (desde la época colonial hasta la revolucionaria) para brindarla como insumo para sustentar las actividades mineras (ademe para minas y durmientes para ferrocarril) y las agrícolas (durmientes para ferrocarril y ampliación de la frontera agrícola) se desforestó el territorio tlaxcalteca, dilapidando paulatina pero eficazmente el recurso.

Las tierras así desforestadas se incorporaron al uso agrícola provocando la erosión de las áreas más erodables.

Esta actividad agrícola requiere para llevarse a cabo sin mucho riesgo, de un período libre de heladas entre 4/5 y 9/10 partes del año. Sin embargo, como se efectúa sobre terrenos forestales de gran altitud (entre 2,100 y 2,700 m) que poseen sólo un período libre de heladas que va desde 3/4 a 1/2 del año, es necesariamente de baja productividad.

Lo anterior se demuestra con la cifra del PIB de 1980 - generado por la agricultura del estado que es sólo de 7.02%, no obstante que la superficie estatal dedicada a esta actividad representa el 67.77%, que más del 30% de la PEA se dedica a esta actividad y más del 40% de la población total es rural.

De esta manera, la presencia de problemas de deterioro ambiental como la erosión y las condiciones ecológicas que posee el Estado de Tlaxcala, determinan las características económicas del subsector agrícola, y consecuentemente del Sector Primario.

Ahora bien, son precisamente estas características económicas y el papel que desempeña la agricultura dentro de la estructura económica tlaxcalteca las que han propiciado el incrementar la superficie dedicada a la agricultura y rescatar tierras de la erosión para incorporarlas al uso agrícola a costa del recurso forestal. Lo cual demostramos con los diversos programas de conservación y restauración del suelo ejecutados así como las inversiones canalizadas para dicho

efecto.

Si de forma simple comparamos el PIB de 1980 generado por la actividad forestal que fue de 1.73% desarrollada sobre el 0.04% de la superficie estatal, con los datos expuestos para la agricultura y consideramos el potencial forestal del estado, podemos aventurarnos a decir que de restablecer y explotar racionalmente la vegetación original primaria (bosques de coníferas) en el 52.52% del territorio (exceptuando las unidades ambientales con aptitud para la agricultura de riesgo y temporal) el PIB generado sería de 23.71%. Por supuesto, obviando que se requieren de 20 a 25 años para iniciar la explotación silvícola, que las condiciones tecnológicas en el país relacionadas con la silvicultura son incipientes, que la población del estado carece de cultura forestal, que no existe infraestructura para el procesamiento de la materia prima, sobre todo madera de encino, y que las perspectivas políticas pueden no coincidir con esta idea de trabajar ahora para las generaciones futuras.

Finalmente, para discutir la relación existente entre la presencia de problemas de deterioro ambiental y aspectos sociales, se hará el intento de esbozarla con base en los resultados obtenidos de un estudio efectuado a nivel nacional de base municipal sobre "Las necesidades esenciales en México", desarrollado a partir de las investigaciones efectuadas por la Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (COPLAMAR). Las tareas de investigación estuvieron estructuradas en tres líneas de investigación: la de necesidades esenciales (que analizó el grado de satisfac-

ción de las necesidades de alimentación, educación, salud y vivienda y el esfuerzo necesario para que toda la población alcanzara en el año 2000 la satisfacción de estas necesidades), la de estructura productiva (que definió transformaciones de la estructura productiva requerida para satisfacer -- las necesidades esenciales de toda la población) y la de cuestiones históricas y de estructura social (que investigó los elementos de estas dimensiones que concurren a explicar el -- presente y definir mejor el rumbo para construir una sociedad en la que toda la población tenga garantizada la satisfacción de sus necesidades esenciales).

Todas las líneas de investigación estuvieron presididas por las mismas convicciones:

1. El crecimiento económico no constituye el propósito del -- desarrollo sino un medio para alcanzarlo.
2. El desarrollo se expresa en el grado de satisfacción de -- las necesidades esenciales de toda la población.
3. La planeación debe partir de las necesidades esenciales de la población y, en función de ellas, determinar las metas de producción de bienes y servicios y, consecuentemente, las ca -- racterísticas de la estructura productiva.

Los datos fueron extraídos del mencionado estudio Volumen 5: Geografía de la Marginación, que consideró simultánea -- mente indicadores de las cuatro necesidades esenciales (alimentación, educación, salud y vivienda), y otros más, para -- definir un índice de marginación para cada municipio. Estos

permitieron ordenar y estratificar estas unidades geográficas y delimitar regiones, zonas y núcleos marginados. El estudio se realizó con información censal de 1970, por lo que muestra una visión a esa fecha.

El concepto de marginación se utilizó para caracterizar aquellos grupos que han quedado al margen de los beneficios del desarrollo nacional y de los beneficios de la riqueza generada, pero no necesariamente al margen de la generación de esa riqueza ni mucho menos de las condiciones que la hacen posible.

Los resultados obtenidos fueron:

Nivel estatal.- Tlaxcala ocupó el 80. lugar en la ordenación decreciente de las entidades federativas respecto al índice de marginación calculado, lo que lo ubicó en el estrato denominado Grado de Marginación Alto cuyo rango de valor va de 0.01 a 9.99 pues su índice fue de 9.90, siendo la entidad con el valor más alto de ese estrato.

Al efectuar el cálculo del índice de marginación para el conjunto de municipios agrícolas y no agrícolas con la finalidad de comparar la pobreza de la población campesina respecto a la que habita en áreas urbanas se observó que Tlaxcala es un estado cuya diferencia entre los índices de marginación agrícola y no agrícola no es tan alta, comparativamente con los estados restantes, cuya explicación es que tanto los municipios urbanos como los rurales presentan grados importantes de marginación.

Bajo el supuesto de que el grado de desarrollo y el grado de marginación deben moverse inversamente, se analizó el grado de desarrollo de cada entidad federativa. Tlaxcala ocupó el lugar No. 25 en la ordenación decreciente del grado de desarrollo.

Nivel Municipal.- De los 44 municipios tlaxcaltecos, 23 se encuentran en el estrato de Grado de Marginación Alta (con un rango en el valor del índice de 0 a 9.99); 18 con un Grado de Marginación Media (valores entre -0.01 a -9.99) y 3 con Marginación Media Baja (rango entre -10 a -19.99).

Los datos anteriores nos permiten demostrar la relación existente entre problemas ambientales de deterioro como la erosión y los aspectos sociales como son la satisfacción de necesidades mínimas básicas de alimentación, educación, salud y vivienda.

Así también se confirma el planteamiento hecho en ese estudio de que "parte de la población marginada habita en regiones de ecología adversa, lo que ha sido resultado de un largo proceso histórico en el cual esta población ha sido despojada de las mejores tierras. Existe un número importante de mexicanos de las zonas desérticas y de nuestras montañas que padecen incomunicación y escasez de recursos vitales como el agua, que les impiden alcanzar, sin el apoyo decidido de la sociedad nacional, niveles de productividad que les permitan mejorar sus mínimos de existencia y bienestar".

Hipótesis 5.

La intervención del hombre con el objeto de:

- utilizar el recurso forestal
- realizar actividades agropecuarias
- restaurar los suelos erosionados
- establecer centros de población y áreas urbano-industriales

ha acelerado el proceso erosivo.

La descripción de los elementos del medio natural que se efectuó en el capítulo III apartado 1.2. nos permite demostrar que la cubierta vegetal original o vegetación primaria del Estado de Tlaxcala (mapa No. 1) era de bosques de coníferas y de bosques mixtos de pinos-encinos.

Según quedó asentado en los capítulos II. 4.1 Antecedentes del problema y 1.3 Elementos del Medio Social y Económico, el estado ha sido uno de los más densamente poblados, desde la época prehispánica, lo cual se comprueba con "la existencia de terrazas (cerro de Xochitlácatl) con una antigüedad de 2,200 años construídas con fines de habitación y cultivo" (Heine, 1974); "fenómeno que debió ocurrir cuando las tierras del fondo de los valles se habían ocupado totalmente" (ENA, 1976). Asimismo se comentó que de 1970 a 1980 se incrementó el número de localidades rurales de 619 a 715 debido entre otras cosas a los varios centros de población creados con motivo de la última fase del reparto agrario y que a partir de los 60's se incrementó la infraestructura industrial creando entre otras la Ciudad Industrial Xicotlácatl, el Corredor

Malinche, San Martín-Ixtacuixtla y Parques Industriales en - Xicohtzingo, Panzacola y Zacatelco.

Actualmente el 74.4% de la superficie de la entidad -- (291,400 has) se dedica al uso agropecuario y han sido sometidas a acciones de restauración de suelos 38,630 has.

Todas estas acciones del hombre han contribuido a la desforestación y al perderse la cubierta vegetal, bajo las condiciones de erodabilidad presentes (ver cuadro No. 12), no sólo se interrumpió la evolución del suelo, que "en áreas forestales tiene una velocidad de formación de 1.79 ton/ha/año" -- (SARH-CP, 1982) sino que se originó la erosión inducida, ya que al cambiar el uso del suelo de bosque a agrícola o urbano (ambos implican el desmonte total) se incrementa ocho veces - (ver pag. No. 31) el proceso erosivo, ésto sin considerar - los otros factores que intervienen como la pendiente, tipo -- de suelo, textura y precipitación, que tienen un efecto sinérgico.

Además al realizarse acciones de restauración bajo una - técnica inadecuada, ocurre el proceso descrito en el capítulo III.2 y fig. 4.

Hipótesis 6.

El tipo de erosión presente en el estado es inducida.

En el marco teórico se definió el fenómeno erosivo como un proceso natural que modela la superficie de la tierra y - nivela el relieve. Como todo proceso natural guarda una rela

ción de equilibrio con la formación del suelo que permite mantener la productividad del ecosistema al conformarse en el sustrato de los productores primarios, que a la vez constituyen la capa protectora del suelo.

La erosión inducida aparece cuando el hombre altera este fenómeno, cuyo origen se encuentra en el momento en que la velocidad de pérdida del suelo rebase la velocidad de formación, o bien, el límite de tolerancia que permita mantener el nivel de productividad del suelo (como sustrato de los productores primarios) de forma sostenida.

Este fenómeno aparece debido a la eliminación de la capa protectora del suelo: la vegetación, sin someterlo a prácticas adecuadas de conservación y manejo.

Ha quedado demostrado en la hipótesis 5 que el territorio tlaxcalteca ha sido deforestado para cambiar el uso del suelo y con base en los resultados de la evaluación del deterioro ambiental afirmamos que, efectivamente, la erosión presente es inducida.

Hipótesis 7.

La erosión presente es severa.

Los resultados del desarrollo del capítulo V. 2.3 Evaluación del deterioro y que se muestran en mapas y croquis 24 y en los cuadros 19 y 21 confirman la severidad de la erosión del estado, pues es evidente en 10 de los 11 sistemas terrestres o ecogeográficos y es cuantificada de la siguiente forma, el

22.21% de la superficie estatal está afectada de erosión severa y muy severa (clase C y B/C) y el 53.45% de erosión moderada (clase B).

Es importante resaltar que sólo el 4.24% del territorio carece de erosión.

Hipótesis 8.

La erosión provoca otros fenómenos o problemas de degradación ambiental como azolvamiento de cuerpos de agua, deposición del material arrastrado sobre suelos fértiles, abatimiento de mantos freáticos por falta de recarga, etc.

En el capítulo III quedó señalado que Tlaxcala está enclavado en el Eje Neovolcánico Transversal, que dentro de su relieve se encuentran dos parteaguas continentales y que predominan los sistemas de topoformas de sierra, esta situación aunada con la deforestación hace que todo el material proveniente de la erosión sea arrastrado con fuerza fuera del estado mediante los cauces de los ríos Zahuapan y Atoyac durante la época de lluvias (que son torrenciales y generan altos gastos en dichos ríos) (ver cuadro 8 y croquis 14 al 17 y 19).

Lo anterior impide, actualmente, la sedimentación de este material tanto en los cuerpos de agua como su deposición sobre los suelos del estado, proveniente de la erosión hídrica. Sin embargo, el material edáfico proveniente de la erosión eólica (aunque ésta sea menos espectacular que la hídrica) (ver cuadro 18) se ha estado depositando sobre los suelos fértiles, lo cual se demuestra con la presencia de la llamada

capa holocena sobre vertisoles y cambisoles (ver capítulo III.2 y fig. 3).

Con respecto al abatimiento de los acuíferos esta relación no se manifiesta todavía en Tlaxcala, puesto que, según se dijo en el capítulo III.1.2.6.4, por la condición de las aguas subterráneas del estado ha sido registrado como una zona subexplotada. Se manifestó que la recarga anual es de 310 millones de m³ y que la extracción anual es de 51 millones de m³ confirmados y 14 millones estimados.

Hipótesis 9.

La técnica empleada por los Programas de Conservación y Restauración de Suelos que han sido ejecutados de forma estandarizada en todo el territorio tlaxcalteca, no cumplieron con su objetivo de controlar la erosión y restaurar los suelos erosionados para incorporarlos a la agricultura.

Los resultados obtenidos al efectuar la evaluación de la tecnología mediante la utilización de la matriz de interrelaciones (cuadro No. 22), demuestra que la técnica de construcción de terrazas a nivel tipo bancal de absorción, es inadecuada para 8 de los 11 sistemas ecogeográficos de Tlaxcala, debido fundamentalmente a que dichas unidades no son aptas para la agricultura.

En el caso de los sistemas: 2. Tlaxco, 7. Tlaxcala y 11. Zacatelco donde la utilización de esta técnica es compatible con su aptitud para la agricultura, su característica climática relacionada con la precipitación total anual restringe la

adaptabilidad de dicha técnica debido a que en ellos ocurren precipitaciones de 800, 850 y 900 mm respectivamente.

Lo anterior determina que el tipo de terrazas a establecer sean de drenaje y no de absorción, ya que ese factor, con jugado con las probables precipitaciones máximas en 24 horas y la erodabilidad que poseen, ponen en un alto riesgo la destrucción de las obras efectuadas.

Respecto a la profundidad del suelo presente en estos sistemas que es menor a 50 cm, no es un factor que impida la realización de este tipo de terrazas, sólo condicionará el ancho o espaciamiento entre bancales, lo mismo que la pendiente. Ambos factores son condicionantes pero no restrictivos.

Respecto al objetivo de la técnica de controlar la erosión podemos afirmar que debido a la incompatibilidad que existe entre el uso de la tierra al que se incorporan las tierras recuperadas y su aptitud de uso, dicho fenómeno erosivo se ha incrementado en los sistemas ecogeográficos siguientes: 1. Huilapitzo, 3. Atltzayanca, 4. Xalostoc, 5. Atlangatepec, 6. Miltepec, 8. Malinche, 9. Nanacamilpa y 10. Sierra Nevada.

Lo anterior se atribuye al proceso descrito en el capítulo III, que se relaciona con las características de las áreas donde ha aflorado el tepetate, cuya resistencia y cohesión las hacen poco erodables por lo que protegen a los suelos fósiles que subyacen a él. Al alterar esa fase física denominada dúrica, se deja sin protección a los horizontes inferiores no consolidados que al enfrentarlos a las condiciones ambientales, bajo las modificaciones efectuadas por el establecimiento

to de una práctica inadecuada, se incrementa su erodabilidad y son nuevamente erosionados (ver fig. 4.)

VII. CONCLUSIONES

Los problemas ambientales han existido siempre, aún en ausencia del hombre. Problemas tales como la erosión, salinización de suelos, desertificación y contaminación (por ejemplo de algunas áreas causada por la afloración de aguas termales, sulfurosas o por la cercanía de zonas geotérmicas) son expresión de fenómenos naturales donde nada tiene que ver la incidencia antrópica. Sin embargo, es hasta las últimas dos décadas que el hombre se ha percatado de la existencia de estos procesos y de las implicaciones que su propia acción tiene sobre los mismos.

El reconocimiento de los problemas ambientales de tal forma que el hombre comprenda en qué medida participa en inducirlos y cómo puede regularlos con miras a mantener o incrementar la productividad de los ecosistemas naturales y artificiales debe tener como único objetivo el elevar la calidad de vida de la población.

Esta posición se contrapone con las ideas de la corriente conservacionista cuyo fin u objetivo es conservar a ultranza la integridad de los ecosistemas naturales (Félix Díaz Ortega, 1989), aún cuando este fin afecte o demerite la calidad de vida de los habitantes de la localidad, país o mundo.

El vincular la conservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente con las aspiraciones de desarrollo surge, coincidentalmente, con el inicio de la época de crisis

económica en la que actualmente vivimos. Fue ésto lo que propicio que surgiera el Ordenamiento Ambiental y no es coincidencia que sus máximas anotaciones conceptuales y metodológicas proviniera de países donde prevalecen el endeudamiento externo, la pobreza y marginalidad de un alto porcentaje de su población, la riqueza de recursos naturales, la exportación de materias primas y grandes y graves problemas ambientales así como escasos recursos económicos para enfrentarlos y corregirlos. La gran mayoría de estos países son latinoamericanos.

La realización de este trabajo permitió evaluar y retroalimentar la primera versión, así como identificar las deficiencias y necesidades de continuar con el desarrollo de algunos aspectos como son:

- Técnicas y métodos de análisis de los elementos del medio social y económico. Para ello es necesario realizar el estudio de dichos elementos (sociedad) a mayor profundidad, representando un análisis paralelo al de los fenómenos naturales y básico para un estudio ambiental completo.
- Sistema de Información Ambiental Regional. A la fecha dicho sistema sólo está conceptualizado y con algunas experiencias piloto. Para que el ordenamiento ambiental se constituyera en una herramienta de planificación eficaz y oportuna en la toma de decisiones, el sistema de información operando constituirá los cimientos de esta necesidad.
- Técnicas y métodos de análisis regional relativos a la simulación de escenarios. Es necesario efectuar una experiencia

piloto en la que se utilice el Modelo de Simulación de Escenarios del SIRIA II.

- Diagnóstico Integrado. Con base en el estudio socioeconómico antes mencionado, realizar el análisis integral de los elementos naturales y los elementos antrópicos, ya que el hombre es el principal componente funcional por su capacidad de transformación tanto de los elementos como de la estructura de los sistemas ambientales o ecosistema.

Con relación al problema ambiental, materia de este trabajo, puede concluirse lo siguiente. La erosión presente en Tlaxcala es inducida y su origen es la pérdida de la cubierta vegetal original en el 75.66% de su territorio, en el cual el grado de erosión se distribuye así: erosión moderada (tipo B) 53.45%, erosión severa (B/C) 19.76% y erosión muy severa (C) 2.45%.

Toda la superficie del estado posee vocación natural y, por lo tanto, potencialidad forestal; de esa superficie sólo el 30.6% es apto para actividades agrícolas, superficie que está afectada por erosión moderada, lo que hace que la productividad de esos terrenos pueda ser baja. La deficiencia en el diseño y establecimiento de las terrazas de banco (técnica empleada por el Programa de Rescate de Tierras Erosionadas) radica en la utilización del método de clasificación de terrazas desarrollado por el Departamento de Agricultura de E.U.A. (USDA), modificado por CETENAL como criterio para la asignación del uso del suelo. La limitante ambiental del método -- USDA es que no considera la temperatura en el análisis del --

factor climático. Sólo considera como limitante la precipitación pluvial, puesto que la humedad puede ser una restricción para el desarrollo de los cultivos, ya sea por deficiencia o por exceso.

Considerar también a la temperatura como una limitante ambiental para el manejo de la vegetación y la asignación del uso del suelo es de primordial importancia, ya que la marcha anual de la temperatura y la distribución anual de la precipitación determinan las etapas fenológicas de las especies vegetales.

De esta forma, el Período de Crecimiento (PECRE) de las especies cultivables dependerá de la humedad y temperatura disponibles, sobre todo en terrenos ubicados en provincias ecológicas montañosas de gran altitud, donde ésta determina la temperatura que a su vez condiciona el desarrollo de especies vegetales.

Como quedó demostrado en este trabajo, la vegetación primaria del estado era de coníferas, cuya presencia es determinada por la temperatura más que cualquier otro factor ambiental.

Por lo anteriormente dicho, es urgente la protección de los ralos bosques sobrevivientes y la reforestación de las áreas denudadas, pero que aún pueden sostener bosques nuevos gracias a la disposición de los horizontes del suelo y a la adaptabilidad de las especies vegetales forestales distribuidas en el estado.

En base a los resultados de este trabajo puede afirmarse que las alternativas técnicas más viables contra la erosión de los suelos del Estado de Tlaxcala son:

- 1) Reforestar aquellas zonas que poseen suelos erosionados y que no tienen productividad agrícola, fundamentalmente tepalcates. Estas acciones tendrían que extenderse a casi todo el estado.
- 2) Implementar acciones para el control de cárcavas y obras de protección para impedir el transporte de sedimentos.
- 3) Apertura y rectificación de cauces de barrancas.
- 4) Difundir medidas para proteger el suelo (surcado a contorno, cultivo en fajas, cultivo en terrazas, etc.)
- 5) La difusión de técnicas racionales para la explotación forestal, como una actividad potencial altamente productiva.
- 6) Preservar intensamente las pocas zonas boscosas existentes.

(Ver capítulo VIII).

Estas acciones darían excelentes resultados, bajo una planificación del desarrollo de carácter integral, en la que interviniera activamente la población afectada mediante el fomento de la conciencia de lo que significan sus recursos para ellos y para generaciones posteriores. Para ello sería indispensable ampliar la promoción de la conciencia ambiental, inclusive hasta los tomadores de decisión, que obligará a los

dirigentes del país a olvidarse de sus metas que no van más allá de un sexenio, y que los obligará también a realizar las reformas necesarias.

En nuestro país deja mucho que desear en el ámbito ambiental el sistema nacional de planeación, pues como en todos los países subdesarrollados, nos enfrentamos a graves problemas financieros en nuestra aspiración por proteger la naturaleza; pues no existen medios eficaces para hacer cumplir las leyes de ese tipo, debido principalmente a que la situación de pobreza y marginación en que viven los campesinos los obliga a quemar pastos y bosques, cazar en gran escala los animales, o pescar o capturar ejemplares en proceso de extinción. También los campesinos ricos, cazadores, compañías madereras, peleteras y consorcios industriales cooperan con sus acciones a disminuir la disponibilidad y renovación de los recursos para el futuro, rompen el equilibrio del todo que es la naturaleza.

Es indispensable obligar a cumplir estrictamente con las reglamentaciones que protegen los bosques y las laderas montañosas, pero tales medidas no tendrán éxito mientras la población no cuente con los medios que le permita tener acceso a un nivel de vida que les garantice la satisfacción de sus necesidades básicas y así, poder colaborar.

Hay enormes reservas sin aprovechar, lo mismo de bosques, tierras cultivables, recursos marinos, minerales y combustibles, por lo que puede concluirse que el problema de los recursos y la población depende de la estructura socioeconómica, y que sólo se resolverá cuando los intereses públicos predomi

nen decisivamente sobre los de carácter privado, cuando se pueda llevar a cabo una planeación integral y social del uso de los recursos y se someta a control la distribución de la riqueza.

Lo anterior obliga a hacer de la Planificación del Desarrollo en nuestro país un medio para crear conciencia ambiental, promover la participación de la población en la definición de estrategias de desarrollo regional y sectorial y concertar intereses para el logro de un fin común: nuestro propio desarrollo nacional.

VIII. RECOMENDACIONES Y PROPUESTA

La naturaleza del problema de la erosión conduce a la necesidad de plantear alternativas que concurren a la solución integral del mismo.

Considerando que el uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural, manteniendo su función ecológica y su capacidad productiva, deben evitarse prácticas que favorezcan la erosión y la degradación de los suelos e instrumentar las técnicas que permitan invertir el fenómeno. Estos aspectos son contemplados por la metodología para estudios de ordenamiento ambiental, pues los análisis se realizan en función de la vocación del suelo, de los recursos naturales, de la distribución de la población y de las actividades económicas.

Los Proyectos de Ordenamiento Ecológico del Territorio permiten normar el uso y la intensidad de uso del suelo y de los recursos naturales mediante un modelo de usos del suelo; la emisión de políticas, lineamientos normativos, normas técnicas y criterios de ordenamiento ecológico regionales y sectoriales y la programación y gestión de obras, servicios y acciones.

Por lo anterior, el análisis efectuado así como las recomendaciones y propuestas que se plantean en este capítulo se ubican dentro de la teoría y metodología del Ordenamiento

ecológico del Territorio, que atiende el problema analizando sus diversas fuentes y proponiendo una solución integral del mismo.

Nuevamente se reitera la necesidad de realizar el estudio de los elementos del medio social y económico a mayor profundidad, de manera que sea un análisis paralelo al de los fenómenos y procesos naturales aquí efectuado. Como ha señalado Margaleff, "para propósitos prácticos es conveniente considerar a la sociedad y a la población humana como un sistema independiente del ecosistema".

A continuación se expone la propuesta de acciones de restauración ecológica de áreas erosionadas de Tlaxcala, misma que va acompañada de la programación, presupuestación, normas técnicas y criterios para la gestión de acciones.

1. Planteamiento de la Propuesta, Presupuestación y Programación de Acciones.

Respetando los objetivos, estrategia, políticas y acciones planteadas en el capítulo V.5, se efectuó la programación y presupuestación de las acciones necesarias a implementar en el Estado de Tlaxcala.

De lo anterior y de los datos manejados en el diagnóstico se obtuvo una prioridad de atención de la superficie afectada, que es la siguiente (en orden decreciente):

A: Áreas con erosión tipo B/C de los sistemas terrestres Miltepec y Malinche.

A: Áreas con erosión tipo B/C de los sistemas terrestres Hui-

lapitzo, Tlaxco, Atltzayanca y Sierra Nevada.

B: Areas con erosión tipo B de los sistemas terrestres Miltepec y Malinche.

B: Areas con erosión tipo C de los sistemas terrestres Miltepec y Malinche.

C: Areas con erosión tipo C de los sistemas terrestres Huilapitzo, Tlaxco, Atltzayanca y Sierra Nevada.

Las prioridades mencionadas nos arrojan las siguientes metas:

- Prioridad A (corto plazo: a 5 años): 23,588 has.
- Prioridad B (mediano plazo: a 10 años): 64,487 has.
- Prioridad C (largo plazo: a 15 años): 205,841.19 has.

Las acciones a implementar en cada sistema terrestre son (ver mapa No.6):

<u>Sistema Terrestre</u>	<u>Acciones *</u>
1. Huilapitzo	1 y 2
2. Tlaxco	2, 3 y 4
5. Atltzayanca	1, 3 y 4
6. Miltepec	1, 2, 3 y 4
8. Malinche	1 y 5
10. Sierra Nevada	1 y 3

* Acciones:

1. Reforestación con especies nativas.
2. Inducción con pastizales con Reforestación.
3. Técnicas Constructivas y Vegetativas.
4. Técnicas Agronómicas.

La estimación del presupuesto global queda de la siguiente forma:

Acciones	Superficie	Costo Millones \$.	Empleos Anuales
Reforestación	57,716.53	323,403.93	65,796.84
Inducción de Pastizales	13,460.62	3,381.26	729.56
Técnicas Cons- tructivas y Ve- getativas.	45,763.78	82,859.03	8,424.19
Técnicas Agronómicas	174,755.59	1,156.99	122.34
TOTAL:		410,801.21	75,072.93

La calendarización de metas y recursos quedaría como sigue:

Año	Metas (has)	Costo Millones \$	Empleos Anuales
1	4,677	12,004.44	2,151.5
2	4,678	12,007.01	2,151.0
3	4,677	12,004.44	2,151.5
4	4,678	12,007.01	2,151.0
5	4,677	12,004.44	2,151.5
TOTAL	23,388	60,027.34	10,758.5
6	12,897	24,848.36	4,452
7	12,897	24,848.36	4,452
8	12,897	24,848.36	4,452
9	12,897	24,848.36	4,452
10	12,897	24,848.36	4,452
TOTAL	64,487	124,241.80	22,260
-1	40,768	78,546.81	14,073
12	40,868	78,546.81	14,073
13	40,768	78,546.81	14,073
14	40,768	78,546.81	14,073
15	40,768	78,546.81	14,073
TOTAL	203,841	392,734.05	70,365

Para los primeros 5 años los costos y los empleos se calcularon promediando el costo y el número de empleos por hectárea de las acciones 1, 2 y 3 que son las únicas que se imple-

mentarían.

Para los años 6 al 15 fue el promedio de los costos y el número de empleos por hectárea de todas las acciones.

2. Recomendaciones y Lineamientos Normativos*

Con base en los objetivos planteados se establecerán las recomendaciones y lineamientos normativos de Ordenamiento Ecológico que sean capaces de orientar el uso óptimo de los suelos restaurados, basándose en su vocación y potencialidad, restringiendo las actividades o mecanismos inadecuados que incrementen los problemas erosivos o alteren o modifiquen a los ecosistemas naturales.

Estos criterios ecológicos pretenden ser un apoyo a todo tipo de acciones de restauración de suelos erosionados a realizar y se cimentan en las disposiciones generales del Ordenamiento Ecológico, considerando el orden de las actividades humanas en el territorio, con la interacción de los factores naturales, sociales y económicos para restaurar, aprovechar y enriquecer los recursos naturales y humanos a fin de elevar la calidad de vida y mantener la armonía del hombre con la naturaleza.

Se recomienda que, con el fin de mantener la necesaria adaptación a las circunstancias particulares y futuras, sean revisadas y adecuadas periódicamente, así como su fiscalización para hacerlas concordantes con las disposiciones legales que el Estado y Municipio determinen para la realización de programas o acciones de este tipo.

* Fuente: Pineda A., García G., González C., Ibarra H., Alba S., Aguilar E. y Sánchez A., 1988.

Recomendaciones Generales:

- Veda total para el pastoreo mientras se establece completamente el desarrollo de las estructuras y plantaciones efectuadas, aconsejándose cercar convenientemente la zona restaurada.

- Antes de efectuar cualquier plantación es indispensable establecer prácticas mecánicas de conservación de suelos.

- Las áreas restauradas deben ser consideradas como patrimonio de la población presente y futura, por ley y promulgación inafectables y su uso y destino no debe ser otro más que el uso propuesto.

- Las acciones de reforestación deben fundamentarse de acuerdo al medio ambiente local y las condiciones ambientales específicas, seleccionando las especies conforme al bioma predominante.

- Dentro de cada región la vegetación que se utilice tendrá las siguientes prioridades:

- 1o. Vegetación regional proveniente de viveros locales.
- 2o. Vegetación extrarregional nativa de México con posibilidades de adaptación a las condiciones locales.
- 3o. Vegetación importada.

Siempre acorde al bioma predominante.

- Cuando las condiciones locales exijan la importación de material vegetal, debe cumplir lo siguiente:

- . Que se adapte el bioma correspondiente a la zona.
- . Que el costo de adquisición sea igual o menor que el material generado en el país.
- . Que el costo de mantenimiento de la especie importada sea -

equivalente al de los materiales regionales.

- Las campañas de reforestación deben responder a las necesidades sociales y ecológicas de cada área en particular.

- Todo programa de reforestación debe estar fundamentado en campañas de concientización masiva, procurando que la sociedad intervenga no sólo en la plantación sino en el mantenimiento de las obras, asesoradas continuamente por autoridades locales.

- La plantación del material vegetativo para reforestación deberá hacerse en cepas meteorizadas para asegurar el éxito de la misma, dicha meteorización no será menor de seis meses.

- Cada área se debe tratar de manera diversa, de acuerdo a sus procesos ecológicos y a su ubicación espacial en los biomas -- predominantes.

Lineamientos Normativos de Ordenamiento Ecológico para las Acciones de Restauración:

Se refiere a las directrices adoptadas en la asignación de acciones de restauración en las áreas erosionadas respetando las jerarquías marcadas por las políticas ecológicas y las prioridades. Estos lineamientos se consignan en la matriz -- siguiente siendo las acciones recomendables:

1. Regeneración natural.
2. Reforestación con especies de valor comercial.
3. Reforestación con especies nativas.
4. Inducción de pastizales con reforestación.

5. Técnicas constructivas y vegetativas,

6. Técnicas agronómicas.

Los criterios para la selección de prácticas se detallan en el Anexo 1.

Zona Templada	Acciones Recomendables						
	1	2	3	4	5	6	7
Uso Propuesto							
Vida silvestre	X		X				
Forestal maderable			X				
Forestal no maderable			X	X			
Pecuario extensivo					X	X	
Agrícola de riego						X	X

3. Normas Técnicas para las Acciones de Restauración*

3.1 Normas para Restauración de Suelos Mediante Técnicas Constructivas y Vegetativas.

- Las técnicas constructivas siempre serán complementadas con otros métodos de prevención y restauración del suelo (reforestación, técnicas agronómicas, inducción de pastizales, obras de capacitación de agua, etc.)

- Invariablemente se deberán considerar algunas prácticas vegetativas (aplicación de abonos verdes, estercoladuras o residuos de cosecha, cultivos en franjas, cultivos de cobertura, surcado Lister, etc.).

- Para la elección de las técnicas constructivas deberán considerarse las condiciones ambientales, grado y susceptibilidad a la erosión y el costo de las obras.

- El movimiento de tierra que implique la construcción de -----

* Fuente: Pineda A., García G., González C., Ibarra H., Alba S., Aguilar E. y Sánchez A., 1988.

CUADRO 33. CRITERIOS INICIALES PARA LA SELECCION DE PRACTICAS RECOMENDABLES PARA CONTROLAR O COMBATIR LA EROSION LAMINAR.

TIPO DE EROSION	CLASE AGROLOGICA DEL SUELO	USO DEL SUELO	TIPO DE PRACTICAS MECANICAS	RECOMENDABLES VEGEATIVAS
Hídrica	1,2,3 y 4	Agrícola	Surcado al contorno Terrazas de base angosta Terrazas de base ancha Terrazas de banco Terrazas de bancos alternos Terrazas de canal amplio	Rotación de cultivos Cultivo en fajas Abonos verdes Cultivos de cobertera
Eólica	1,2,3 y 4	Agrícola		Rotación de cultivos Cultivo en fajas Abonos verdes Cultivos de cobertera Reforestaciones
Hídrica	5 y 6	Pastizal	Surcado lister Sistemas de zanja y bordo	Cultivos de cobertera Manejo de pastizales
Eólica	5 y 6	Pastizal		Cortinas rompevientos Reforestaciones
Hídrica	6 y 7	Forestal	Terrazas individuales Sistemas de zanja y bordo	Cultivos de cobertera Reforestaciones Manejo de bosques y se
Eólica	6 y 7	Forestal		Cultivos de cobertera Cortinas rompevientos Reforestaciones Manejo de bosques y se

FUENTE: SARH- C.P. 1982 Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Instructivo 2ª Edición p. 90 y 116.

cualquier método de control de la erosión, deberá ser el --
absolutamente necesario, para lo cual dichas obras deberán -
basarse en los expedientes técnicos unitarios respectivos.

- La construcción o realización de estas obras será en la --
época de secas.

- En regiones de precipitación menor a 750 mm anuales se im-
plantarán terrazas de absorción para captar agua.

- Se deberá prohibir el pastoreo o rastrojo de residuos de -
cosecha sobre todo de bovinos, en áreas donde se hayan cons-
truido terrazas, surcos en contorno, etc.

- Los surcos en contorno será una práctica fundamental en --
áreas agrícolas con pendiente hasta de 5%, cuando sea mayor -
se establecerán otras prácticas como son las terrazas, terra-
plenes, etc.

- Para la construcción de presas para controlar la erosión en
cárcavas se utilizarán los materiales más fáciles de conse-
guir (ramas, madera, piedra, etc.)

- Cuando la cárcava sea muy profunda, el control de la erosión
será a través de la construcción de presas, que serán de carác-
ter temporal o permanente.

- Cuando las cárcavas se estén formando y la profundidad del -
suelo lo permita, deberá realizarse la nivelación del terreno
con maquinaria o en forma manual para borrar las cárcavas en
formación.

- Cuando existan capas duras de suelo (tepetate o arcillas compactadas) que limiten la apertura de las cepas, se deberán realizar labores de subsolco para romperlas.
- En caso necesario, para romper las cepas duras que estén formados por roca, podrá emplearse dinamita u otro material que permita el aflojamiento.
- Para la reforestación en terrenos con capas duras de suelo, se deberán utilizar especies de sistema radicular adaptado a estas condiciones.
- Todas las obras deberán tener mantenimiento.

3.2 Normas de reforestación en Áreas Erosionadas*

- Se asignarán acciones de reforestación, exclusivamente en los terrenos cuya asignación del uso del suelo sea forestal, una vez realizado el análisis ambiental con el criterio de ordenamiento ecológico.
- Tendrán prioridad en la reforestación, las áreas con erosión tipo B y B/C y que tengan un riesgo de erosión fuerte.
- Junto con la reforestación deberán realizarse prácticas de conservación de suelos, sobre todo en áreas que tengan pendientes mayores al 10%.
- Podrán emplearse tanto especies nativas como exóticas, aunque en el caso de estas últimas deberán utilizarse solamente -

* Fuente: Pineda A., García G., González C., Ibarra H., Alba S., Aguilar E. y Sánchez A., 1988.

las que hayan demostrado adaptaciones al medio ambiente donde serán plantadas y utilizando como referencia el bioma presente en el área a reforestar.

- Las especies utilizadas deberán ser aprovechables (frutales, maderables, resiníferas, medicinales, etc.) así como de rápido crecimiento.

- Deberán emplearse más de una especie y/o variedad siempre en combinaciones compatibles, a fin de evitar la proliferación de plagas y enfermedades.

- La elección de especies estará sustentada en los estudios necesarios que garanticen la adaptación de la especie a las condiciones ambientales y climatológicas existentes, una vez que se haya comprobado que pertenece al bioma que caracteriza la zona.

- Las especies deberán producirse en áreas cercanas al sitio a reforestar.

- La plantación deberá hacerse respetando los estratos (arbolado y arbustivo), para tratar de restituir las condiciones naturales lo mejor posible.

- El manejo del material vegetativo se hará tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- . Evitar al máximo la manipulación excesiva.
- . Las raíces deberán mantenerse siempre húmedas.
- . Deberá resguardarse de los rayos del sol.
- . Evitar demoras innecesarias entre el traslado del vivero y

el trasplante.

- La plantación se realizará al comienzo de la temporada de lluvias.
- La restricción anterior deberá considerarse mayormente para plántulas de raíz desnuda.
- La altura de las especies a plantar oscilará entre 0.30 m a 0.75 m para plántulas y de 0.60 a 1.50 m para playtas ya des^urolladas y de raíz desnuda.
- En las plantas con terrón deberán removerse los recipientes que las contengan, sobre todo cuando son bolsas de plástico o latas, a fin de asegurar el libre crecimiento de las raíces.
- Las raíces que sobresalgan de los recipientes deberán podarse.
- El tamaño de la cepa será variable y dependerá del tamaño de las raíces, aunque siempre el cuello de la planta deberá coincidir con el nivel del suelo.
- Después de plantar el árbol, el suelo no deberá compactarse demasiado para permitir el intercambio gaseoso y la infiltración de agua y nutrientes.
- En áreas con deficiencia de humedad se deberá proporcionar un arropo de hojas, paja o cualquier otro material vegetal al cajete con la finalidad de conservar la mayor humedad posible.
- Una vez plantado el árbol se deberá formar el cajete de tal forma que pueda captar el agua de lluvia.

- En las áreas con pendientes mayores del 15% se deberá formar un pequeño bordo en la parte más baja del cajete con el objeto de retener el agua de lluvia y para evitar el arrastre y deslave del suelo.
- En áreas secas se debe podar el exceso de hojas, (en el caso de latifoliadas) para evitar la transpiración excesiva.
- En regiones sujetas a heladas se deberán utilizar solamente especies resistentes y de mayor tamaño, para asegurar su sobrevivencia.
- La preparación del terreno para la reforestación deberá respetar en lo posible la cubierta vegetal ya existente, por lo tanto los movimientos de tierra deberán ser los absolutamente necesarios.
- En áreas que presentan cárcavas deberán protegerse además con represas provisionales sobre el cauce para evitar el arrastre de suelo, así como inducir al crecimiento de pasto y plántulas para ayudar a acumular capas de limo.
- La densidad de plantación deberá determinarse en función de la cantidad de plantas disponibles, tipo de bioma, tipo de suelo, grado de erosión y tipo de especie.
- Las áreas reforestadas deberán ser aisladas hasta que esté asegurada la sobrevivencia de los árboles.
- Deberá prohibirse el pastoreo en las áreas reforestadas, en forma permanente.

- Deberá prohibirse la corta o poda de los árboles hasta que se haya controlado la erosión y restituido el suelo. Solamente se permitirá con fines de saneamiento y será autorizado por el sector responsable.
- Al año siguiente de realizada la plantación se deberán sustituir las plantas muertas con nuevas. Se considera que una plantación ha prosperado cuando se asegura un prendimiento de árboles mayor al 70%.
- Se deberá crear un subprograma de mantenimiento y protección de la plantación a fin de evitar incendios, desmontes, controlar plagas y enfermedades, etc.
- En áreas con velocidad de vientos mayores de 20 km/h, se deberán establecer barreras rompevientos.
- Las especies utilizadas en las barreras rompevientos deberán ser coníferas y latifoliadas de follaje cerrado y plantadas en hileras alternadas.
- Los beneficiarios de las áreas reforestadas estarán comprometidos a realizar prácticas de conservación, protección y restauración de la vegetación forestal.
- Deberá establecerse un programa de educación ambiental a fin de crear conciencia sobre la importancia del programa de reforestación.

3.3 Normas para el Cultivo e Inducción de Pastizales*

Las normas siguientes son aplicables a aquellas áreas -- que: 1) presentan alta susceptibilidad a la erosión, 2) que ya presentan este problema y que alguna de las medidas de prevención y restauración puede ser el cultivo de pastizales.

- La inducción o cultivo de pastizales deberán ser complementarias a las otras técnicas de restauración de suelos (reforestación y técnicas constructivas, vegetativas y agronómicas).

- Las especies de pastos a utilizar deberán ser nativas del lugar o exóticas que se hayan adaptado a las condiciones ecológicas.

- La preparación del suelo para el cultivo de pastizales implicará el acondicionamiento previo del terreno considerando la topografía del lugar.

- En las áreas que sean forestadas, el cultivo de pastizales no implicará que éstas deban dedicarse al pastoreo. Esto dependerá del grado y potencialidad del área; sin embargo, podrán utilizarse para la producción de forraje de corte.

- Deberá evitarse la inducción de pastizales a través de la quema.

- La implantación de pastizales en ningún caso implicará el

* Fuente: Pineda A., García G., González C., Ibarra H., Alba S., Aguilar E. y Sánchez A., 1988.

corte y desplazamiento de árboles y arbustos.

- De acuerdo a la norma anterior, no se implantarán pastizales en áreas de vegetación densa, ya sean árboles o arbustos.
- Las especies utilizadas deberán tener gran capacidad de cubrimiento, además ser resistentes a la escasez de agua en algunas épocas del año.
- Preferentemente serán estoliníferas y de gran desarrollo -- radicular (aunque poco profundo para suelos someros).
- En los taludes de caminos, cuerpos de agua, canales, etc., la inducción de pastos será una de las principales medidas de prevención y control de la erosión.
- La apertura de áreas silvestres con fines agropecuarios deberá hacerse dejando franjas sin desmontar y árboles y arbustos aislados en el área desmontada.
- El desarrollo y cultivo de pastizales se hará por medio de surcado Lister.
- La siembra de pastizales se hará al inicio de la temporada de lluvias y podrá usarse semilla o material vegetativo (estolones).
- En las áreas destinadas al pastoreo, se deberá determinar el índice de agostadero.
- El sistema de pastoreo se establecerá de acuerdo a las condiciones del suelo, aunque en ningún caso será de tipo continuo.

; Deberá evitarse el sobrepastoreo y pisoteo excesivo ocasionado por la sobrecarga animal al rebasar el índice de agostadero, así como la concentración de ganado en unas cuantas áreas, como abrevaderos y árboles de sombra, para la cual se propone distribuirlos en toda el área de pastoreo.

3.4 Normas para la Restauración del Suelo a través de Técnicas Agronómicas *

- En las áreas agrícolas que sean altamente susceptibles a la erosión, además de realizar técnicas constructivas para su prevención, se deberán de utilizar métodos de labranza de conservación (labranza cero, labranza en franjas, labranza reducida).
- Las labores agrícolas siempre se realizarán considerando los factores limitantes del suelo (pendiente, pedregosidad, profundidad, textura, fertilidad, etc.).
- Las áreas agrícolas en pendientes mayores al 10% deberán establecer los cultivos en cualquiera de las modalidades siguientes: cultivos en fajas, cultivos en contorno, surcado lister, además de ser indispensable el surcado en contorno.
- La rotación de cultivo será una práctica a considerar y deberá incluir leguminosas, que en la medida de lo posible deberán ser incorporadas al suelo.

*Fuente: Pineda A., García G., González C., Ibarra H., Alba S., Aguilar E. y Sánchez A., 1988.

- La nivelación de los suelos agrícolas en áreas planas será una práctica fundamental.
- En áreas agrícolas de alta susceptibilidad a la erosión (tanto hídrica como eólica) el terreno deberá mantenerse ocupado - la mayor parte del año con asociaciones de cultivos de diferentes ciclos de duración.
- En suelos someros y con pendientes mayores del 3%, el laboreo del suelo no deberá ser profundo y en ningún caso incluirá el subsuelo.
- En los suelos agrícolas salinos o salino-sódicos deberán establecerse cultivos tolerantes, a fin de mantenerlos ocupados permanentemente y evitar su erosión (principalmente eólica).
- En suelos arenosos, agregar materia orgánica como abonos verdes y estiércol para promover la formación de agregados.
- En el diseño del tipo de riego por aplicar en un cultivo, siempre deberán considerarse aspectos de conservación del suelo.
- Las obras de drenaje agrícola deberán planearse adecuadamente, de tal forma que no ocasionen la erosión del suelo.
- Los residuos de cosecha deberán reintegrarse al suelo.
- En áreas de vientos superiores a 20 km/h, las áreas agrícolas deberán estar protegidas con cortinas rompevientos.
- En áreas de vientos fuertes mayor de 20 km/h, se deberá tra

zar el surcado en sentido perpendicular a la dirección de los vientos dominantes, en la medida que la pendiente lo permita.

- Dentro de la asistencia técnica agrícola, deberán incluirse aspectos de manejo y conservación de suelos.

4. Criterios y Acciones de Coordinación y Concertación.

4.1 Criterios y Acciones de Coordinación con Entidades Federativas.

La magnitud del problema de la erosión hace necesario -- que las acciones a instrumentarse se hagan con la participación efectiva de los gobiernos estatal y municipal en forma -- coordinada, con el propósito de sumar esfuerzos y recursos -- así como de atender conjuntamente las prioridades.

La coordinación de las actividades emanadas de la propuesta se sustenta principalmente en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la cual en el Capítulo II referente a la concurrencia entre la federación, las entidades federativas y los municipios en el Artículo 5o. Fracción XVII establece: "Son asuntos de alcance general en la na ción, de interés de la federación:

El aprovechamiento racional de los recursos forestales, de acuerdo con las disposiciones de la Ley Forestal, así como el aprovechamiento racional del suelo en actividades productivas, de acuerdo con su vocación y la prevención y control de la contaminación y degradación de los suelos" (el subrayado es de la autora).

En el Artículo 7o. del mismo Capítulo establece: "El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDEUE) y en su caso con la intervención de otras Dependencias podrá celebrar acuerdos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y con su participación con los municipios satisfaciendo las formalidades legales, que en cada caso procedan para la realización de acciones en las materias objeto de esta Ley".

De igual manera la coordinación entre los diversos sectores públicos se hace necesario en la instrumentación de acciones. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Capítulo III referido a las atribuciones de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDEUE) y coordinación entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, establece en el Artículo 8o. -- Fracción III lo siguiente:

"Realizar las distintas acciones que le competen a fin de preservar, proteger y restaurar el equilibrio ecológico y el ambiente, coordinándose en su caso, con las demás dependencias de la Administración Pública Federal, según sus respectivas esferas de competencia". (Subrayado de la autora).

Y en su Fracción VI establece:

"Programar el ordenamiento ecológico general del territorio del País, en coordinación con las demás dependencias del Ejecutivo Federal y autoridades locales, según sus respectivas esferas de competencia". (Subrayado de la autora).

En base a este marco legal las dependencias del Ejecutivo Federal podrán apoyar la propuesta con diversas acciones, según su ámbito de competencia como pueden ser: Exención de impuestos (Hacienda) estímulos fiscales (SECOFI) asistencia técnica (SARH), entre otras.

Otros instrumentos jurídico-administrativos que sustentan las acciones de coordinación de la propuesta son:

Las modificaciones al Artículo 115 Constitucional, la Ley de Planeación, Acuerdos de Coordinación Especial, Planes de Desarrollo Estatal y los Comités Estatales de Planeación para el Desarrollo (COPLADES).

Las acciones propuestas pueden basarse en el Convenio Único de Desarrollo, por ser un instrumento Jurídico-Administrativo, Programático y Financiero.

La coordinación de las acciones propuestas entre los gobiernos Federal (a través de sus dependencias), Estatal y Municipal permitirá que, dentro del ámbito de sus respectivas facultades y funciones se apoyen en la consecución de metas comunes.

4.2 Criterios y Acciones de Concertación con los Sectores Social y Privado.

La Concertación de Acciones con los sectores social y privado, son de importancia capital en la instrumentación de las acciones propuestas, debiendo integrar a todo tipo de organizaciones sociales y privadas comprometidas con el manejo del recurso suelo. La Ley de Planeación constituye uno de --

los instrumentos operativos importantes que dan sustento legal a esta concertación de acciones, apoyando la participación de los sectores privado y social, tanto en la propuesta de acciones, como en la instrumentación y evaluación de las mismas.

Dentro del marco de los criterios y objetivos de ordenamiento ecológico, también se contemplan el establecimiento de acciones concertadas del sector privado, cuyas actividades se orienten al uso y manejo de los recursos naturales (suelo), a fin de brindar las alternativas adecuadas de utilización del territorio.

Por lo que toca al sector social, se establecerán acuerdos o convenios con agrupaciones campesinas, obreros y de usuarios de los recursos naturales (suelo) a fin de incorporar la participación ciudadana en los proyectos y programas del ordenamiento ecológico.

La ejecución de las acciones de concertación se llevarán a cabo por medio de contratos y convenios de derecho público, que establezcan compromisos específicos teniendo carácter obligatorio para las partes que los suscriban.

IX. BIBLIOGRAFIA

- AEPPLI, Hans. "Aclaraciones acerca del diseño del mapa de los suelos de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala", Comunicaciones: Proyecto Puebla-Tlaxcala, No. 6, 1972. pp. 7 +. Puebla, Pue.
- AEPPLI, Hans y Schonhals, Ernst (et al) "Los Suelos de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala, Investigaciones acerca de su formación y clasificación", Suplemento comunicaciones: Proyecto Puebla-Tlaxcala (Fundación -- Alemana para la investigación científica) No. VIII, 1975. 153 pp y un mapa de suelos.
- BAILEY, Vernon D. y Montenegro Eduardo. Reforestación significa prosperidad permanente, Circular agrícola -- No. 8, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Nacional de Agronomía. El Salvador: 1950.
- BARAJAS, V., Carrillo H., Chávez O., Espinoza J.M., Kushida M., Lacy R., Lara A., Méndez N. y Miranda E. Regionalización Ecológica del Territorio, Serie: Ordenamiento Ambiental No. 4., México: SEDUE-DGOEIA, 1986.
- BASSOLS Batalla, A. Geografía Económica de México: Teoría, fenómenos generales, análisis regional, 4a. Ed., México: Trillas, 1980, 431 pp.
- BELTRAN, Enrique. Las zonas áridas del centro y Noroeste de México, y el aprovechamiento de sus recursos, -- México, D.F.: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A.C.: 1964, 173 pp.
- BELTRAN, J. Antonio. Geografía General, UNAM, México, D.F.: Ed. BOB, 1973, 124 pp.

CERVANTES Y., Cornejo S., Lucero R., Espinoza R., Miranda E. y Pineda A. "Carta Clasificación de Regiones Naturales de México" del Atlas Nacional de México esc. 1:4 000 000 México: UNAM (en Prensa).

CLAVIER Farfás, Ignacio (et al) Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 1981. pp 327, 419-469.

COMITE de la Carta Geológica de México. Carta Geológica de la República Mexicana esc. 1:2 000 000. México, -- 1960.

CONAZA, Dirección de Planeación y Desarrollo. Análisis en tiempo y espacio de la cantidad de lluvia y su probabilidad en zonas áridas, México: CONAZA, 1960, 6 pp.

CONAZA, Delegación Tlaxcala. Expediente Técnico 1982 para la autorización de inversión en el Programa PIDER de Recuperación de Tierras Erosionadas. Tlaxcala, Méx.: CNZ, 1981.

CONAZA, Delegación Tlaxcala. Expediente Técnico 1983 para la autorización de inversión en el Programa PIDER de RTE Tlaxcala, Méx.: CONAZA, 1982.

CONAZA, Delegación Tlaxcala. Informe de las Actividades del Programa de RTE ante el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO. Pérez Ruíz, Fernando. Tlaxcala, Méx.: CNZ, 1982.

CONAZA-PIDER. Resumen de Trabajos realizados (1975-1982) por el Programa de RTE y el Programa de Construcción de Jagüeyes, Tlaxcala, México: 1982.

- COPLAMAR. "Geografía de la Marginación" Necesidades Esenciales en México: Situación actual y Perspectivas al año 2000". Vol. 5. México: Secretaría de la Presidencia-COPLAMAR. Ed. Siglo XXI, 1983.
- CRUZ López, Cándido. "Estudio agrológico del Estado de Tlaxcala", Revista de la SRII Ingeniería Hidráulica en México, México, 1949, 156 pp.
- DAUBENMIRE, R.F. Ecología vegetal: tratado de autoecología de plantas, 3a. Ed. México: LIMUSA, 1979, 496 pp.
- DE FINA, Armando L. Ravelo, Andrés C. Climatología y Fenología Agrícolas, 2a. Ed. Buenos Aires, Argentina: EUDEBA, 1975, 281 pp.
- DOMINGUEZ Jaramillo A. y Sánchez Rangel A. Diagnóstico del Medio Ambiente del Estado de Tlaxcala. Versión Preliminar. SEDUE. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Dirección de Ordenamiento Ambiental. México, 1986.
- ECKHOLM, Erick P. La Tierra que perdemos, Crisis y Agotamiento de los Recursos Naturales, México: Ed. Asociados, 1977.
- ENA, Dirección del Colegio de Postgraduados. Análisis de los agroecosistemas de México, Hernández X. Chapingo, Méx.: Colegio de Postgraduados, 1976, pp 9 - 10, 41 - 53, 335 - 350, 519 - 521, 542 - 548.
- ERN, Hartmut. Descripción de la vegetación montañosa de los Estados Mexicanos de Puebla y Tlaxcala, Santiago, Chile: 1976.
- ERN, Hartmut. "Estudio de la vegetación en la parte Oriental del México Central, en especial de los bosques de las montañas en el área del Proyecto Puebla-Tlaxcala", Comunicaciones, Proyecto Puebla-Tlaxcala, No. 6, 1972, pp 7+.

ERN, Hartmut. "Repartición, ecología e importancia económica de los bosques de coníferas en los Estados de Puebla y Tlaxcala", Comunicaciones, Proyecto Puebla-Tlaxcala, No. 7, 1973, pp 21 +.

ESTRADA Berg Wolf y Ortíz Solorio. "Plano de Erosión Hídrica del Suelo en México. Su presentación escala -- 1:8'000 000 obtenido por la Metodología FAO, 1979" Geografía Agrícola (Universidad Autónoma de Chapingo) No. 3, Julio de 1982. 180 pp.

FAO. Proteger y Producir. Conservación del Suelo para el Desarrollo. Roma, Italia: FAO, 1984. 41 pp.

FAO-PNUMA. Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos. Roma, Italia: FAO-PNUMA, 1984. 86 pp.

FELIX Díaz - Ortega, Ignacio. Comunicación personal. México 1989

FIGUEROA, José. "Problemas Forestales de la República, un grave problema nacional: La erosión de las tierras", revista mensual de divulgación popular: Protección a la Naturaleza, tomo I, No. 6 y 7, Junio-Julio -- 1936. México.

FLORES Díaz, Antonio. "Los suelos de la República Mexicana" El Escenario geográfico. Recursos naturales: México: Panorama histórico y cultural, Vol. II, México:SEP-INAH, 1974.

FUNDACION Arturo Rosenblueth. Calderón Enrique, Hernández - Beatriz y Hernández Arturo. GEOS: Sistema Geográfico de Propósito General. México: FAR, 1987, 16 pp.

GARCIA Castañeda, Fausto (et al). La desertificación en México, San Luis Potosí, Méx.: Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, 1978.

GARCIA de Miranda, E. Apuntes de climatología. México: UNAM, 1978, 151 pp.

GARZA Mercado, Ario. Manual de Técnicas de Investigación. - México D.F.: El Colegio de México, 1978, 187 pp.

GONZALEZ Quintero, Lauro. "Tipo de vegetación en México", El Escenario Geográfico, Recursos naturales: México: - Panorama histórico y cultural, Vol. II, México:SEI-INAH, 1974.

HEINE, Klaus. "Sobre la disposición y antigüedad de las terrazas de la ladera Poniente del cerro Xochitlácatl, Tlax." Comunicaciones, Proyecto Puebla-Tlaxcala, -- No. 11, 1974, pp 5 +. Puebla, Pue.

KLINK, Hans-Jurgen. "La división de la vegetación natural en la región Puebla-Tlaxcala", Comunicaciones, Proyecto Puebla-Tlaxcala, No. 7, 1973, pp 25 +.

LARA Vázquez, Adolfo. Antecedentes del Ordenamiento Ecológico SEDUE-DGNRE: Nov. 1988.

LARA Vázquez, A., Miranda Viquez E. y Pineda Velázquez A. - Propuesta de Programa de Trabajo Conjunto de las Subdirecciones del Sistema de Información Ecológica y Ordenamiento Ecológico del Territorio 1987-1988. Presentada al Director General de Normatividad y Regulación Ecológica de SEDUE, Cd. de México, D.F.; Mayo de 1987.

LAUER, Wilhelm. "Problemas climato-ecológicos de la vegetación de la región montañosa oriental mexicana", Comunicaciones, Proyecto Puebla-Tlaxcala, No. 7, 1973, pp 37 +.

- LAUER, Wilhelm y Stiehl, Eckart. "La clasificación del clima en la región Puebla-Tlaxcala", Comunicaciones. Proyecto Puebla-Tlaxcala (Fundación Alemana para la investigación científica), No. 14, 1977, pp 31 +.
- LUCERO Márquez Ramón. Criterios para la delimitación y caracterización del Nivel Regional Sistema Terrestre. SEDUE Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Documento Inédito, 1985.
- MENDIOLA Patiño, Gerardo. Comunicación Personal-México 1987.
- MILLAR, C.E., Turk, L.M. y Foth, H.D. Fundamentos de la ciencia del suelo, México: CECSA, 1978, pp 409-441.
- MIRANDA Víquez E. y Lucero Márquez R. Base de datos en GEOS para Tlaxcala. SEDUE. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Dirección de Ordenamiento Ambiental. México: 1986.
- MIRANDA Víquez Elvira. Comunicación personal. México 1989.
- MIRANDA Víquez, E. y Pineda Velázquez A. Propuesta de Trabajo para el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Presentada al Proyecto Interdisciplinario de Medio Ambiente y Desarrollo Integrados (PIMADI) del IPN. Cd. de México, D.F.: Feb. 1989.
- ONU. Conferencia de Naciones Unidas sobre la Desertificación. Plan de Acción para Combatir la Desertificación. Segundo Anteproyecto. ONU: 1977. 47 pp.
- ORTIZ Solorio, Carlos A. y Cuanalo de la Cerda, Heriberto E. Metodología del Levantamiento Fisiográfico; Un sistema de clasificación de tierras. Colegio de Postgraduados. Centro de Edafología. Chapingo, México: 1983. 102 pp.

- ORTIZ-Solorio, Carlos A. Sistema de Información Ecológica. Metodología para Evaluar el Deterioro del Suelo por las Actividades Agropecuarias. Agripefor.- Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. México: SEDUE, 1985. 48 pp.
- PATINO, Lorenzo R. Reconocimiento preliminar de la erosión en los suelos de la porción central y Sureste del Estado de Tlaxcala, abarcando la Malintzin, Comisión Nacional de Irrigación, Dirección de Agrología, Departamento de Conservación del Suelo y Agua. México: Dirección de Agrología, 1942, 74 pp.
- PINEDA Velázquez A., García Pérez G., González Vázquez C., Ibarra Pérez H., Alba Rivero S., Aguilar Urista E., Sánchez Rendón A. Anteproyecto del Programa Nacional de Restauración Ecológica de Areas Erosionadas. México: SEDUE-DGNRE, Agosto 1988. 135 pp.
- PINEDA Velázquez, Adriana. El Ordenamiento Ecológico Territorial en la Administración Pública Federal. México: SEDUE-DGNRE, Nov. 1988.
- PNUMA-ORLPAC. Dos Actos Decisivos. De Estocolmo a Nairobi - 1972-1982. Declaraciones sobre el Medio Ambiente -- Mundial. Nairobi, Kenya: 1984.
- PNUMA. En Defensa de la Tierra. Los documentos básicos sobre el medio ambiente. Founex: Estocolmo. Cocoyoc. -- Nairobi, Kenya: 1981 pp 129-142.
- PNUMA. Reunión de Expertos sobre Desertificación en las Américas y el Caribe. Informes Nacionales e Informe de la Reunión. Cocoyoc, México: 8-12 Febrero. 1982.

- RAMOS Fernández, A. (et al). Planificación Física y Ecología. Modelos y Métodos. Madrid, España: E.M.E.S.A., 1979. pp 13-23, 138-146.
- ROBINSON, G.W. Los suelos. Su origen, constitución y clasificación: Introducción a la edafología. 2a. Ed. Barcelona, España: Ed. Omega, 1967.
- RUIZ Ornoz, M. Tratado elemental de botánica. 8va. Ed., - México, D.F.: Ed. ECLALSA, 1945, pp 565-585, 627, 679-702.
- RZEDOWSKI, Jerzy. Vegetación de México, México: LIMUSA, 1978, 432 pp.
- SAG, Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. - Avances logrados para combatir la erosión en el Estado de Tlaxcala, México: SAG, 1960'
- SAG, Dirección General de Conservación del Suelo y Agua, El Plan Tlaxcala, en contra de la erosión, México: -- SAG, 1961.
- SAG, Subsecretaría Forestal y de la Fauna, Dirección General del Inventario Nacional Forestal. Estadísticas del Recurso Forestal de la República Mexicana, México: INF, 1976.
- SAG, Subsecretaría Forestal y de la Fauna, Dirección General del Inventario Nacional Forestal. Inventario Nacional Forestal del Estado de Tlaxcala, Publicación No. 31, 1975, 63 pp.
- SAHOP, Subsecretaría de Asentamientos Humanos. Dirección General de Ecología Urbana. Nuevo Orden Internacional Hábitat. México: SAHOP, 1978.

- SALGADO Pérez, F. Dinámica de la Conservación del Suelo y del Agua en México. 2a. Ed. México: Central de Amigos de la Tierra, 1961.
- SANCHEZ Molina, A. Síntesis Geográfica de México, 6a. Ed., México: Ed. TRILLAS, 1970, 224 pp.
- SARH-Colegio de Postgraduados. Manual de Conservación del Suelo y del Agua: Instructivo, 2a. Ed., México: -- SARH, 1982, 248 pp.
- SARH, Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional. Boletín Climatológico Anual, México D.F.: Servicio Meteorológico Nacional. 1975.
- SARH, Dirección General de Conservación del Suelo y Agua, Subdirección de Estudios e Investigación. Metodología para el estudio de tierras para el diseño de obras de conservación del suelo y agua (Expediente Técnico). México: SARH, 1981.
- SARH, Subsecretaría de Agricultura y Planeación, Dirección General de Agricultura. Cartografía de Frontera -- Agrícola y Capacidad de Uso del Suelo. Carta Tlaxcala Esc. 1:250,000 México: SARH., 1983.
- SARH, Subsecretaría de Agricultura y Planeación, Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. Inventario de Areas Erosionadas en el Estado de Tlaxcala. México: SARH, 1983.
- SARH, Subsecretaría de Agricultura y Operación, Dirección General de Economía Agrícola. Información Agropecuaria y Forestal 1980, México: SARH, 1980.
- SARH-SPP-Colegio de Postgraduados. Manual de Conservación del Suelo y del Agua, Chapingo, Méx.: CP, 1977, pp 3 - 17, 67 - 126, 215 - 324, 505 - 570.

- SEDIFE-Gobierno del Estado de Tlaxcala-MATET, Expediente Técnico 1982 para la autorización de inversión en el programa federal de RTE. Tlaxcala, Méx.: MATET, 1981.
- SEDIFE-Gob. del Edo. Tlaxcala-MATET. Expediente Técnico 1983 para la autorización de inversión en el programa federal de RTE. Tlaxcala, Méx.: MATET, 1982.
- SEDUE, Informe sobre el Estado del Medio Ambiente en México. Lacy Tamayo. México: SEDUE, 1986.
- SEDUE. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental-Fundación Arturo Rosenblueth A.C. Estudio de Factibilidad Técnica de un Sistema de Información Ecológica. México: SEDUE-FARAC, 1985.
- SEDUE. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Estudio Metodológico del Sistema de Información Ecológica. México: SEDUE-DGNRE, 1986.
- SEDUE. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Lincamientos para la Elaboración del Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. México: SEDUE-DGNRE, 1988.
- SEDUE. Lincamientos y Criterios para la Selección y Desarrollo de Índices e Indicadores Ambientales. Serie: -- Ordenamiento Ambiental No. 2. México: SEDUE, 1986, pp 9-11.
- SERVICIO de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura de los EUA. Manual de Conservación de Suelos, México: LIMUSA, 1980, 332 pp.
- SOP, Dirección General de Proyectos de Vías Terrestres. Climatología General de la República, México: SOP, -- 1970 70 pp.

- SOP, Dirección General de Proyectos y Laboratorios. Sistema de clasificación de materiales pétreos y suelos, México: SOP, 1965, 47 pp.
- SPP, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Síntesis Geográfica de Tlaxcala, México: Talleres Gráficos de la Nación, 1981.
- SRII, Subsecretaría de Planeación. Boletín Hidrológico No. 48. Región Hidrológica No. 18 Parcial. Cuenca de los Ríos Atoyac y Mixteco. Tomos I y II, México: SRII, 1971.
- TAMAYO y Tamayo, Mario. El Proceso de la Investigación Científica, Fundamentos de Investigación. México D.F.: Ed. LINUSA, 1985. 127 pp.
- TANCK, Hans-Joachim. Meteorología, Madrid, España: Alianza Editorial, 1971, 180 pp.
- UNAM. Instituto de Geografía. Carta climatológica, Esc. 1:500 000 México: DETENAL, 1970.
- VAZQUEZ Aguilar, V. La Erosión y Conservación del Suelo en México. Realidades y Perspectivas. Ponencia presentada en el Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo en Manzanillo, Colima, México: 1986.
- WERNER, Gerd. "La deforestación en el volcán La Malinche, y sus consecuencias en el desarrollo de los suelos - así como en sus propiedades ecológicas", Comunicaciones: Proyecto Puebla Tlaxcala, No. 13, 1976, pp 19 +.

WERNER, Gerd. "Los suelos del volcán La Malinche, Altiplanic Central Mexicana, Primeros resultados de las investigaciones sobre su distribución y propiedades ecológicas", Comunicaciones: Proyecto Puebla-Tlaxcala (Fundación Alemana para la Investigación Científica) No. 13, 1976, pp 3 +.

WERNER, Gerd (et al). "Los suelos de la cuenca alta de Puebla Tlaxcala y sus alrededores (comentarios a un mapa de suelos)", Suplemento comunicaciones: Proyecto Puebla Tlaxcala, No. VI, 1978.

WERNER, Gerd y Schonhals, Ernst. "La destrucción de los suelos en la región Puebla-Tlaxcala", Comunicaciones: Proyecto Puebla-Tlaxcala, No. 14, 1977, pp 9 +.

WERNER, Gerd y Schonhals, Ernst. "Los suelos de la cuenca de Puebla-Tlaxcala", Comunicaciones: Proyecto Puebla-Tlaxcala, No. 14, 1977, pp 15 +.

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Clasificación de Erosión de la FAO-UNESCO (1954).	38
2. Metodología para la Elaboración de Estudios de Ordenamiento Ambiental.	
2A. Propuesta de Gestión para los Proyectos de Ordenamiento Ecológico.	125
3. Ilustración esquemática de una secuencia de los suelos de barro como puede encontrarse en Tlaxcala.	93
4. Presentación esquemática de la erosión en sedimentos toba.	94
5. Ilustración esquemática de erosión progresiva de abajo hacia arriba ejemplificada en cimas volcánicas cubiertas de sedimentos toba.	96
5A. Tipos de Erosión en México.	169
6. Procedimientos para evaluar la aptitud de la tierra para la agricultura de temporal.	171
7. Procedimiento para evaluar la aptitud de la tierra actualmente bajo riego.	173
8. Procedimiento para evaluar la aptitud de la tierra para apertura de áreas al riego.	174
9. Procedimiento para la evaluación de la erosión severa y salinidad.	181
10. Procedimiento para identificar la degradación de áreas forestales y selvas.	182
11. Tipos de secciones transversales de las terrazas.	188
12. Tipos de bancales según su talud.	191
13. Tipos de declive en bancales.	

INDICE DE CROQUIS

	Pág.
1. Localización.	44
2. Geología. Mesozoica - Cretácico.	46
3. Geología: Cenozoica - Mioceno Superior.	
4. Geología: Noógeno	47
5. Geología: Epoca Glaciar.	
6. Geología: Desague de Cuencas	49
7. Relieve.	
8. Climatología.	53
9. Suelos.	
10. Vegetación Potencial	67
11. Vegetación Actual.	
12. Regiones Hidrológicas.	70
13. Hidrografía Superficial.	72
14. Isoyetas de Tormentas del 1 al 11 de Sept. de 1955.	75
15. Isoyetas de Tormentas del 1 al 19 de Sept. de 1958.	
16. Isoyetas de Tormentas del 21 al 27 de Sept. de 1967.	76
17. Isoyetas de Tormentas del 19 de Ago. al 2 de Sept. de 1969.	
18. Areas de Recarga y Principales Acuíferos del Estado.	81
19. Lluvia Máxima en 24 horas para una frecuencia de 25 años.	
20. Índice de Erosión (Erodabilidad) Hidrica por capas.	175
21. Índice de Erosión (Erodabilidad) Eólica por capas.	176

	Pág.
22. Evaluación de la Aptitud de la Tierra para la Agricultura de Temporal.	177
23. Evaluación de la Aptitud de la Tierra para la Agricultura de Riego.	178
24. Erosión Severa y Salinidad.	187
25. Degradación Forestal.	184
26. Regionalización Ecológica.	154
27. Imagen de Satélite en falso color del Estado de Tlaxcala.	155

INDICE DE CUADROS

	Pág.
0. Datos en Hectáreas sobre Erosión, Uso del Suelo y Uso Potencial en Tlaxcala.	13
1. Información existente en México para estudios ecológicos. (sinopsis)	127
2. Cartografía para la delimitación de las Unidades Regionales del SIE (Sistema de Información Ecológica) y sus escalas.	130
3. Criterios y grados de especificidad de la información requerida para la conformación de Unidades Regionales.	133
4. Índices y Coeficientes Ambientales desarrollados o adaptados por el SIE (Grupo Sistemas de Información Ambiental Regional)	139
5. Distribución altitudinal de la vegetación en pisos térmicos por el número de días con helada que se presentan.	54
6. Subtipos higrícos del clima por precipitación presente.	55
7. Clasificación de los Tipos Climáticos por pisos térmicos y componente higríca.	56
8. Crecientes máximas en 44 años de observación.	77
9. Crecimiento de la población y número de hectáreas de tierras de labor.	98
10. Trabajos realizados por el Programa de Rescate de Tierras Erosionadas. (CONAZA-PIDER (Comisión Nacional de Zonas Áridas-Programa Integral de Desarrollo Rural) (1975-1982).	112
11. Jagüeyes construídos por el Programa CONAZA-PIDER (1978-1982).	113
12. Trabajos realizados por los Programas de Rescate de Tierras Erosionadas y Construcción de Jagüeyes Gob. Edo. Tlax. - PIDER (1981-82).	113

	Pág.
13. Trabajos de Rescate de Tierras Erosionadas y Construcción de Jagüeyes realizados por MATET (Maquinaria para la Tierra del Estado de Tlaxcala) (1981-82)	114
14. Inversiones autorizadas (PIDER) y gastos erogados por MATET (1977-1982).	114
15. Formato de Información para el Nivel Regional - Sistema Terrestre del Estado de Tlaxcala.	158
16. Densidad de Población de los Sistemas Terrestres o Ecogeográficos.	163
17. Indicadores Socioeconómicos de la PEA (Población Económicamente Activa) por Sistema Terrestre o Ecogeográfico.	164
18. Índices de aptitud y situación (Resultados)	179
19. Erosión severa en los sistemas terrestres de Tlaxcala.	185
20. Degradación Forestal en los sistemas terrestres de Tlaxcala.	185
21. Inventario de Erosión del Estado de Tlaxcala.	186
22. Evaluación de la Técnica del Programa de Recuperación de Tierras Erosionadas.	195
23. Costos Unitarios de Regeneración Natural.	201
24. Costos Unitarios de Reforestación por Siembra Directa.	203
25. Costos Unitarios de Reforestación por Plántula.	204
26. Establecimiento y operación de viveros permanentes.	206
27. Establecimiento y operación de viveros temporales.	207
28. Inducción de pastizales.	209
29. Inducción de pastizales con reforestación.	210
30. Técnicas constructivas y vegetativas.	211

	Pág.
31. Estimación de costos totales (Resumen).	214
32. Costos totales y empleos generados por hectárea.	215
33. Criterios iniciales para la Selección de Prácticas Recomendables para Controlar y Combatir la Erosión Laminar.	215

98°00'

97°45'

SIGNOS CONVENCIONALES

POBLACIONES

CAPITAL DEL ESTADO
 CIUDAD IMPORTANTE
 POBLACION

TLAXCALA
 ATLIXCO
 Atlitlaxtepec

VIAS TERRESTRES

CARRETERA FEDERAL DE CUOTA
 CARRETERA FEDERAL LIBRE
 FERROCARRIL

RASGOS HIDROLOGICOS

CUERPOS DE AGUA

SIMBOLOGIA

SISTEMAS TERRESTRES

- 1 HUILAPITZO
- 2 TLAXCO
- 3 ATLTZAYANCA
- 4 XALOSTOC
- 5 ATLANGATEPEC
- 6 MILTEPEC
- 7 TLAXCALA
- 8 MALINCHE
- 9 NANACAMILPA
- 10 SIERRA NEVADA
- 11 ZACATELCO

ZACATONALES DE ALTA MONTAÑA

BOSQUES DE PINOS HARTWEGII

BOSQUES DE CONIFERAS DE ALTA MONTAÑA
(PINOS Y OYAMELES).

BOSQUES MIXTOS DE PINOS Y ENCINOS

BOSQUES SECOS DE PINOS Y ENCINOS

BOSQUES MIXTOS DE ENCINOS Y PINOS

BOSQUES DE GALERIA o ALUVIONES

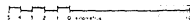
COMUNIDADES DE YUCA

PASTIZALES HALOFITOS Y CRASIROSULIFOLIOS

BOSQUES SECOS DE ROBLES DE FOLLAJE
(ENCINOS).

BASE CARTOGRAFICA Carta Topografica 1:250,000 de la
 Sistema Geográfico del Estado de Tlaxcala
 Proyección Transversal de Mercator

ESCALA 1:250,000



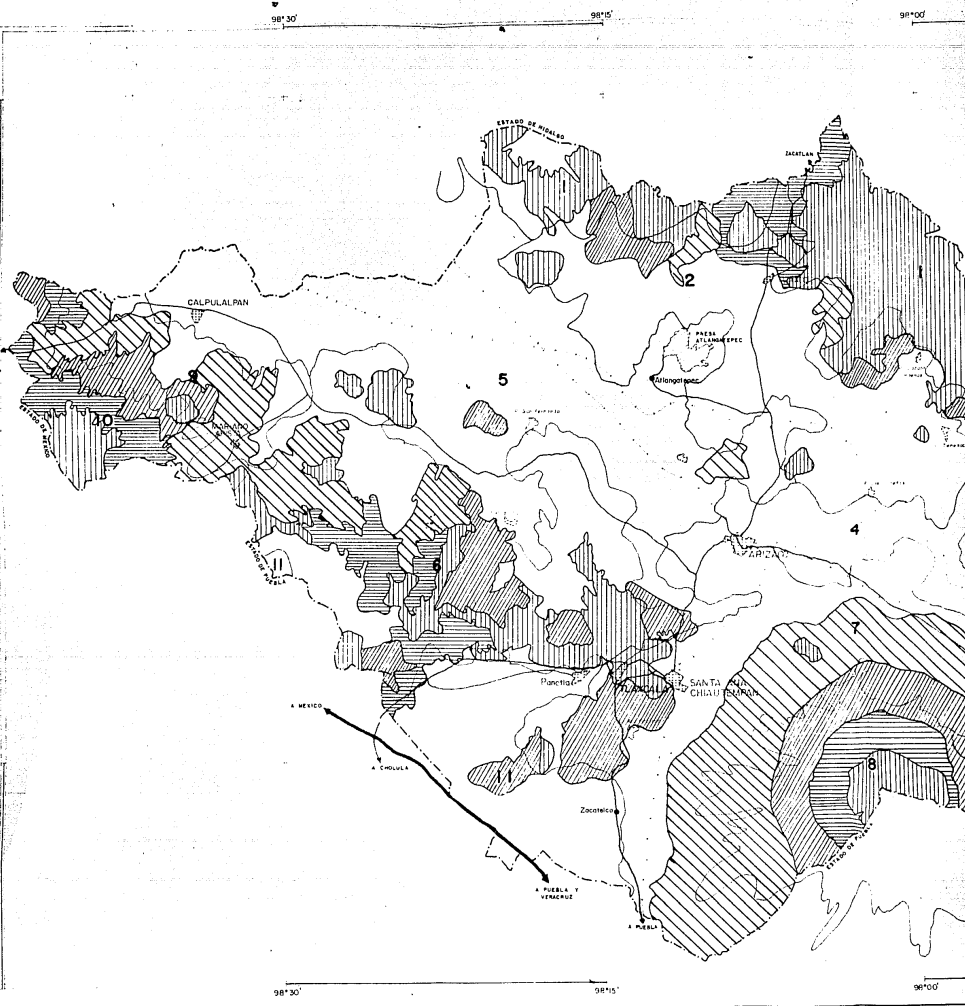
PLANO No. 1

98°00'

97°45'

PROYECTO NACIONAL
NATURAL

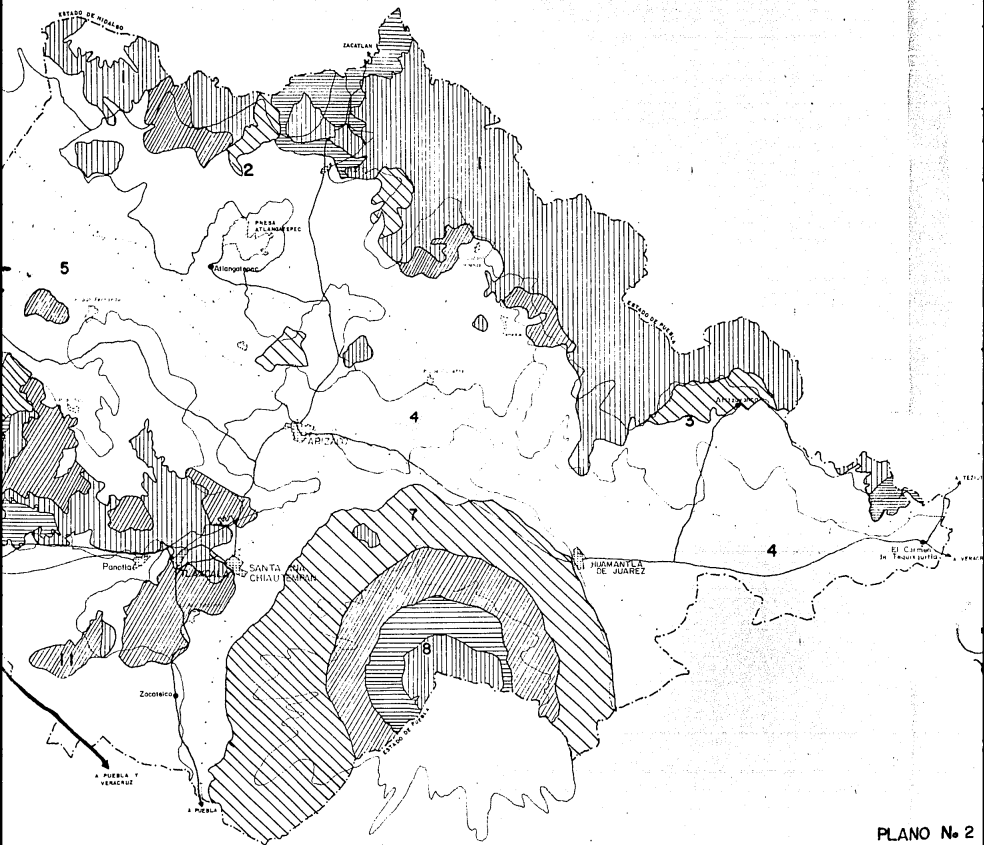
ESTADO DE TLAXCALA



98°15'

98°00'

97°45'

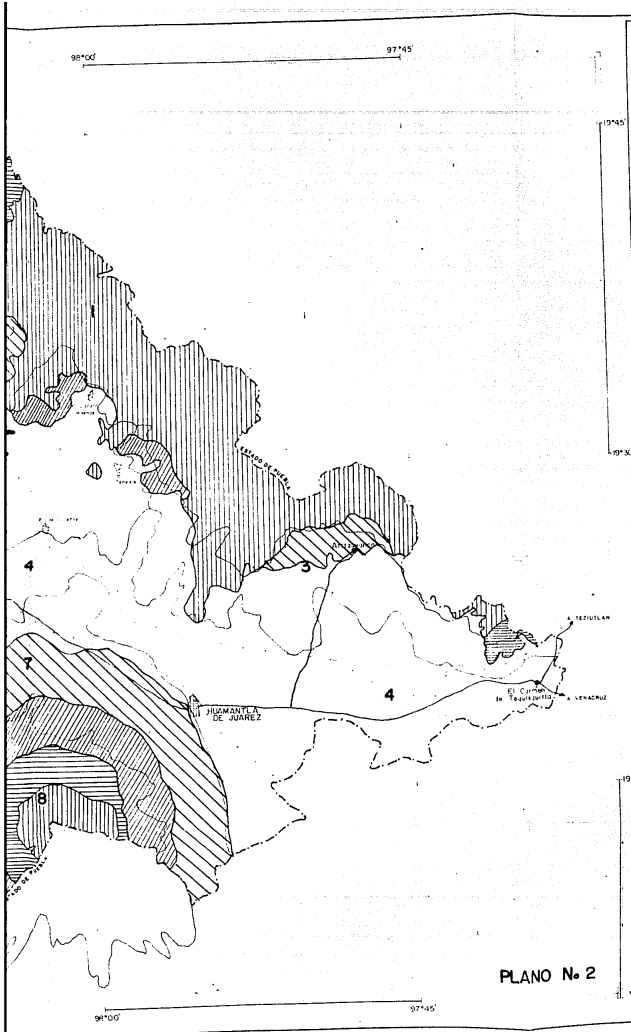


PLANO No 2

98°15'

98°00'

97°45'



SIGNOS CONVENCIONALES

POBLACIONES

CAPITAL DEL ESTADO
 CIUDAD IMPORTANTE
 POBLACION

TLAXCALA
 APIZACO
 Atlixoteppec

VIAS TERRESTRES

CARRERA FEDERAL DE CUOTA
 CARRERA FEDERAL LIBRE
 FERROCARRIL

RASGOS HIDROLOGICOS
 CUEPOS DE AGUA

SIMBOLOGIA

SISTEMAS TERRESTRES

- 1 HUILAPITZO
- 2 TLAXCO
- 3 ATLTZAVANCA
- 4 XALSTOC
- 5 ATLANGATEC
- 6 MILTEPEC
- 7 TLAXCALA
- 8 MALINCHE
- 9 IANACAMILPA
- 10 SIERRA NEVADA
- 11 ZACATELCO.

RANGO DE PENDIENTE

- 0 - 3 %
- 3 - 6 %
- 6 - 10 %
- 10 - 15 %
- + 15 %

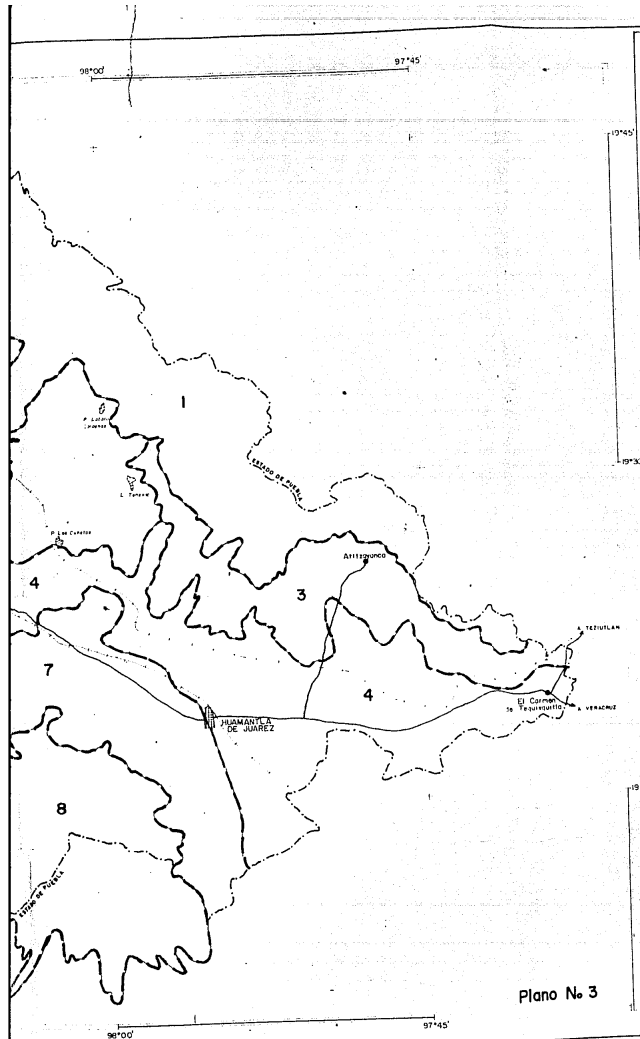


BASE CARTOGRAFICA Cero Topografico 1:250,000 de la
 Sistema Geografico del Estado de Tlaxcala
 Proyeccion Transversal de Mercator
 ESCALA 1:250,000



RANGOS DE PENDIENTES

PLANO No 2



SIGNOS CONVENCIONALES

- POBLACIONES**
- CAPITAL DEL ESTADO
 - CIUDAD IMPORTANTE
 - POBLACION
- VIAS TERRESTRES**
- CARRERA FEDERAL DE CUOTA
 - CARRERA FEDERAL LINEA FERROCARRIL
- RASGOS HIDROLOGICOS**
- CUEPOS DE AGUA

TLAXCALA
SI ZAGO
Atlixpoco

SIMBOLOGIA

- SISTEMAS TERRESTRES**
1. HUILAPITZO
 2. TLAXCO
 3. ATLTZAYANCA
 4. XALOSTOC
 5. ATLANGATEPEC
 6. MILTEPEC
 7. TLAXCALA
 8. MALINCHE
 9. NANACAMILPA
 10. SIERRA NEVADA
 11. ZACATELCO

PROVINCIA ECOLOGICA No 57
LAGOS Y VOLCANES DEL ANAHUAC

BASE CARTOGRAFICA: Carta Topografica 1:250,000 de la
Sintaxis Geografica del Estado de Tlaxcala
Proyeccion Transversal de Mercator
ESCALA 1:250,000

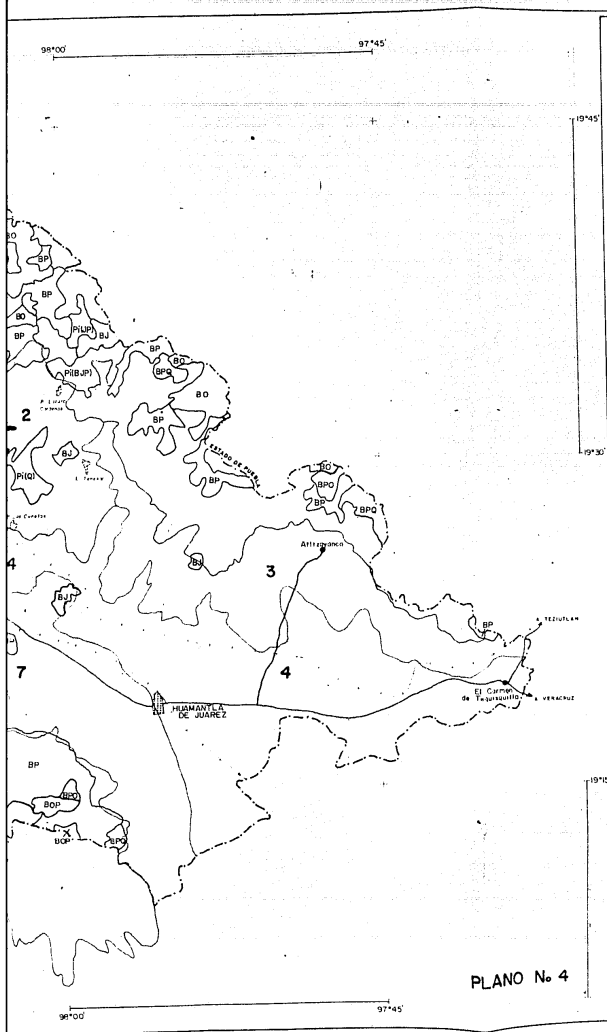


**REGIONALIZACION
ECOLOGICA**

Plano No 3

ESTADO DE TLAXCALA





SIGNOS CONVENCIONALES

POBLACIONES

CAPITAL DEL ESTADO
 CIUDAD IMPORTANTE
 POBLACION

TLAXCALA
 Atlix

VIAS TERRESTRES

CARRETERA FEDERAL DE CUOTA
 CARRETERA FEDERAL LIBRE
 FERROCARRIL

RASGOS HIDROLOGICOS

CUEPOS DE AGUA

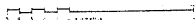
SIMBOLOGIA

SISTEMAS TERRESTRES

- 1 HUILAPITZO
- 2 TLAXCO
- 3 ATLTZAYANCA
- 4 XALOSTOC
- 5 ATLANGATEPEC
- 6 MILTEPEC
- 7 TLAXCALA
- 8 MALINCHE
- 9 NANACAMILPA
- 10 SIERRA NEVADA
- 11 ZACATELCO

- BO BOSQUE DE OYAMEL
- BOP BOSQUE DE OYAMEL-PINO
- BP BOSQUE DE PINO
- BPO BOSQUE DE PINO-OYAMEL
- BPQ BOSQUE DE PINO-ENCINO
- BPJ BOSQUE DE PINO-TASCATE
- BQ BOSQUE DE ENCINO
- BQP BOSQUE DE ENCINO-PINO
- BQJ BOSQUE DE ENCINO-TASCATE
- BJ BOSQUE DE TASCATE
- BJO BOSQUE DE TASCATE-ENCINO
- BJP BOSQUE DE TASCATE-PINO
- VS VEGETACION SECUNDARIA

BASE CARTOGRAFICA Carta Topográfica 1:250,000 de la
 Sintaxis Geográfico del Estado de Tlaxcala
 Proyección Transversal de Mercator.
 ESCALA 1:250,000

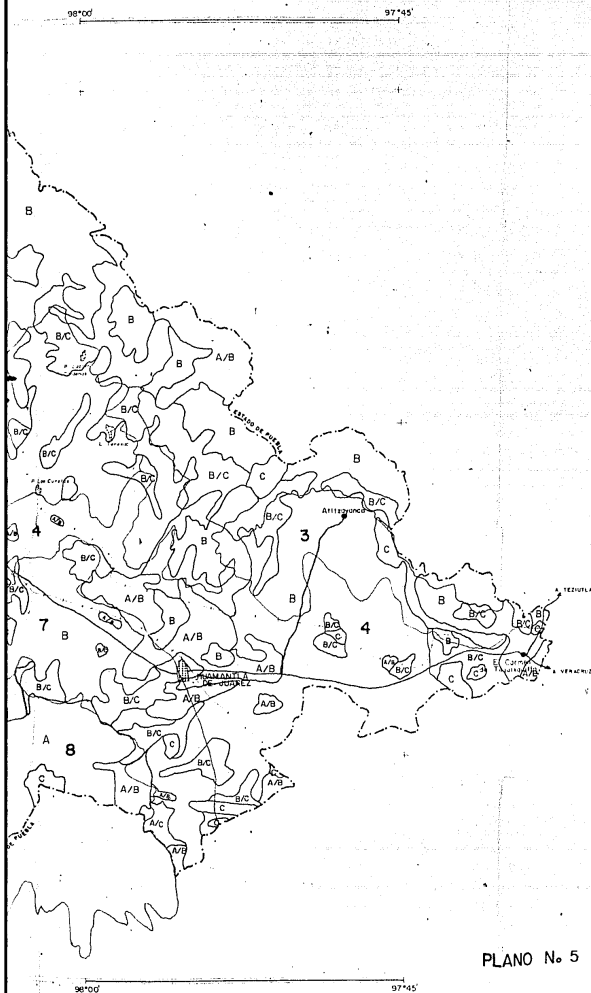


**VEGETACION FORESTAL
 ACTUAL**

PLANO N.º 4

ESTADO DE TLAXCALA





SIGNOS CONVENCIONALES

- POBLACIONES**
 CAPITAL DEL ESTADO TLAXCALA
 CIUDAD IMPORTANTE SIVICHO
 POBLACION Atlix, Tlaxiaco
- VIAS TERRESTRES**
 CARRETERA FEDERAL DE CUOTA
 CARRETERA FEDERAL LIBRE
 FERROCARRIL
- RASGOS HIDROLOGICOS**
 CUEPOS DE AGUA

SIMBOLOGIA

- SISTEMAS TERRESTRES**
- 1 HUILAPITZO
 - 2 TLAXCO
 - 3 ATLTZAYANCA
 - 4 XALOSTOC
 - 5 ATLANGATEPEC
 - 6 MILTEPEC
 - 7 TLAXCALA
 - 8 MALINCHE
 - 9 NANACAMILPA
 - 10 SIERRA NEVADA
 - 11 ZACATELCO

- A** EROSION NO MANIFIESTA
A/B EROSION LEVE
B EROSION MODERADA
B/C EROSION SEVERA
C EROSION MUY SEVERA

FUENTE: SARH, Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. Inventario de Áreas Erosionadas en el Estado de Tlaxcala, México. SARH, 1983

BASE CARTOGRAFICA: Carta Topográfica 1:250,000 de la
 Sinetax Geográfica del Estado de Tlaxcala
 Proyección Transversal de Mercator
 ESCALA 1:250,000



INVENTARIO DE EROSION

PLANO No 5

ESTADO DE TLAXCALA

98° 45' 0"

ROTACION DE LA CUADRICULA U.T.M. -17.4'

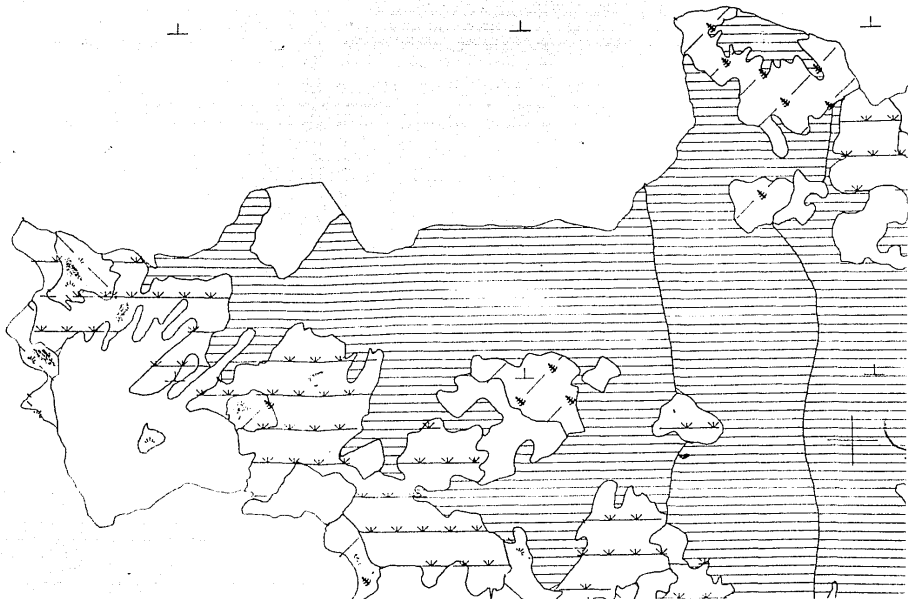
60

80

80

19° 30' 0"

60



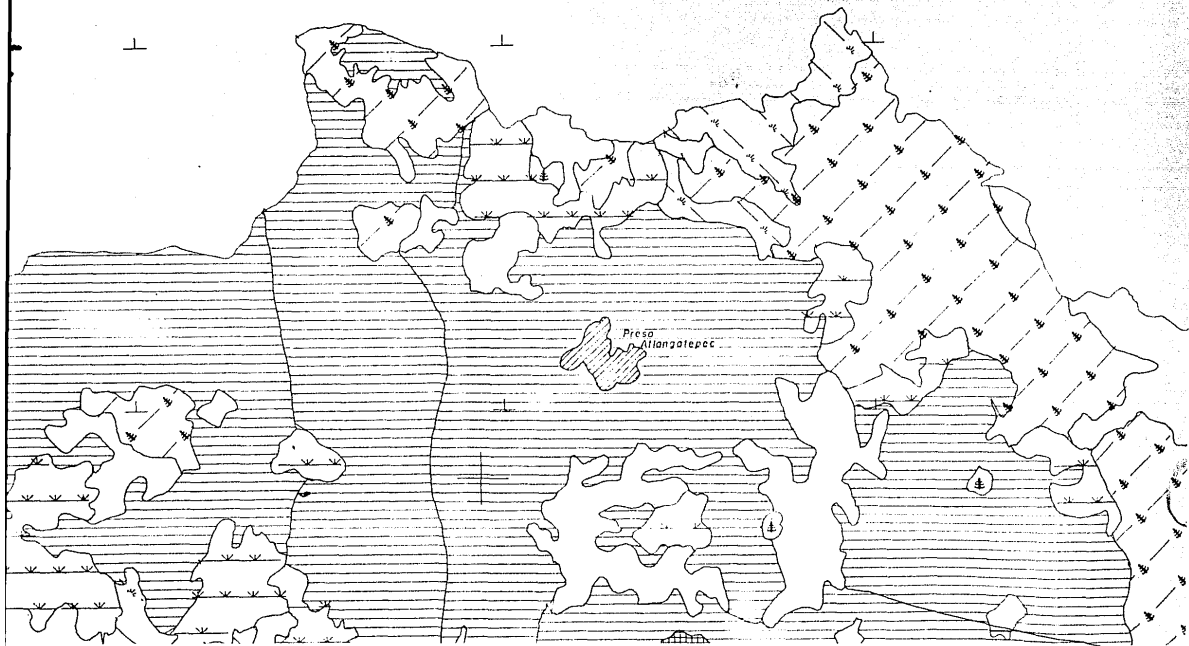
CALA

98° 15' 0"

60

80

0

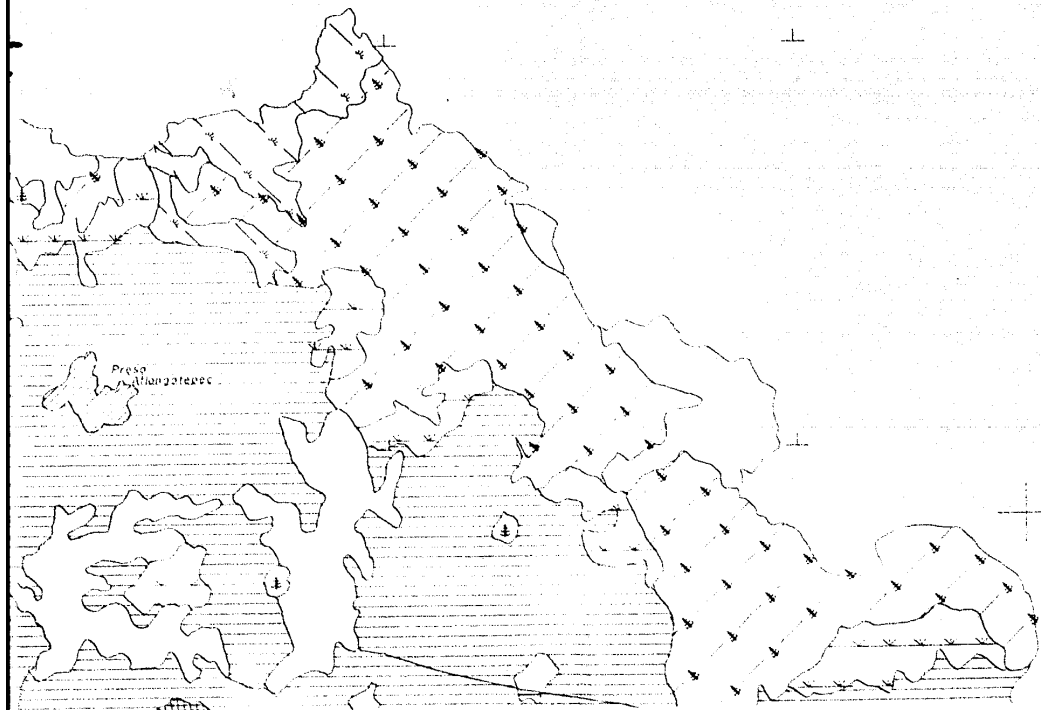


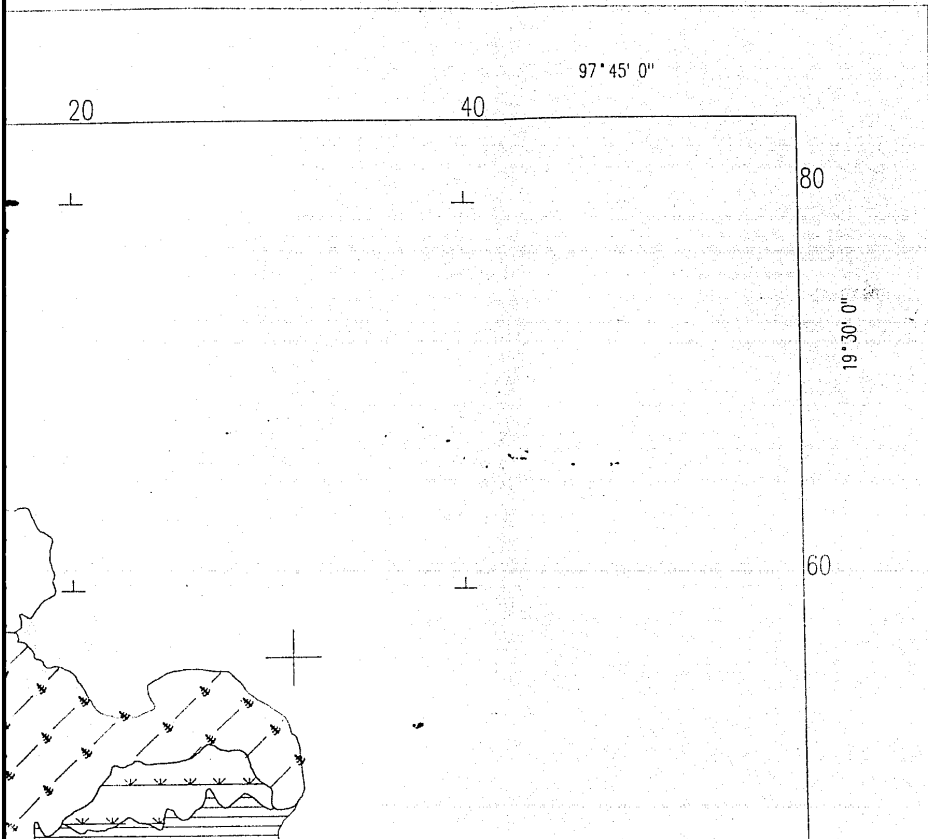
98°15' 0"

0

20

40

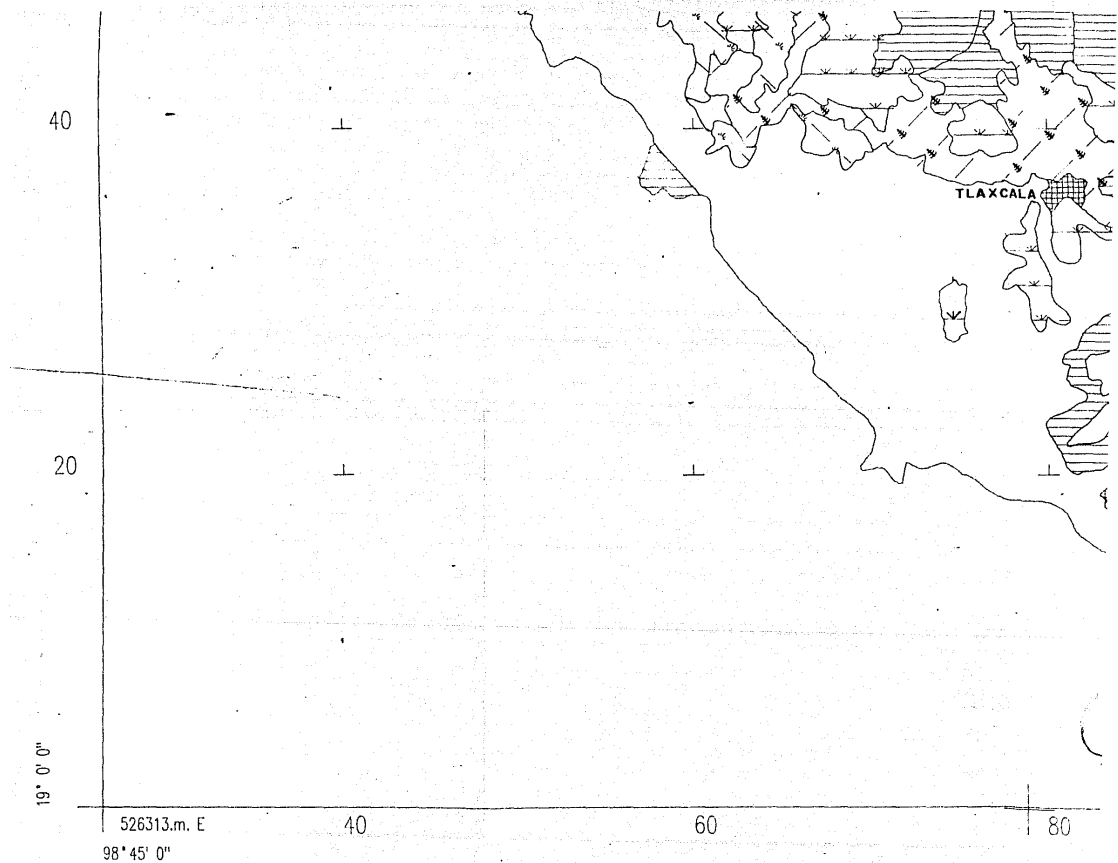


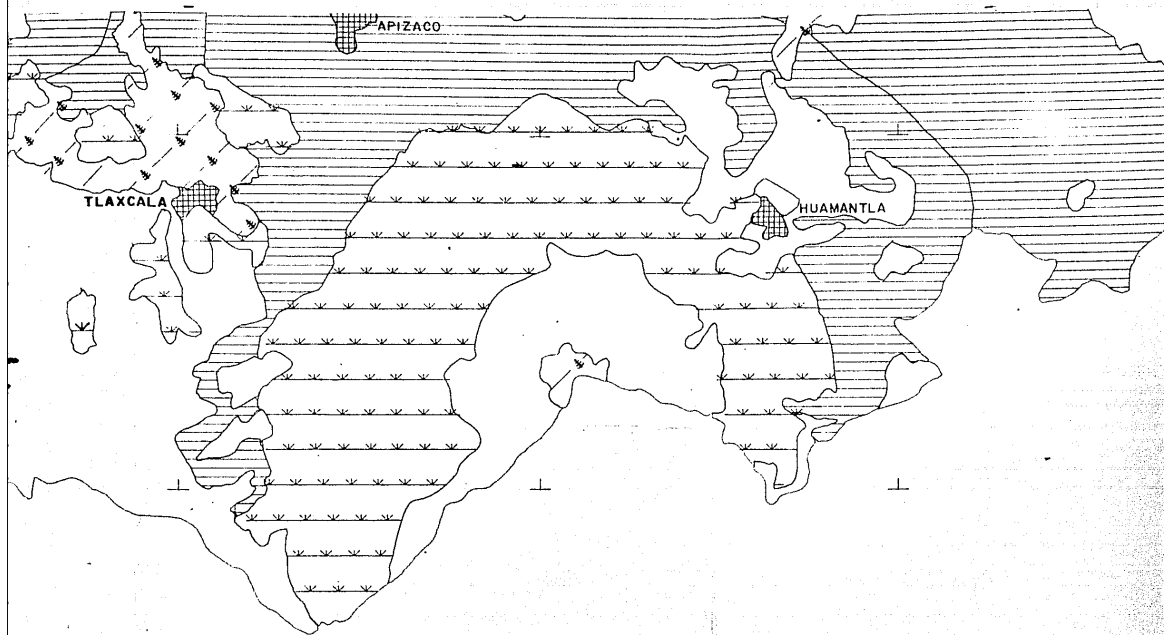


92° 45' 0"

80

12° 51' 0"



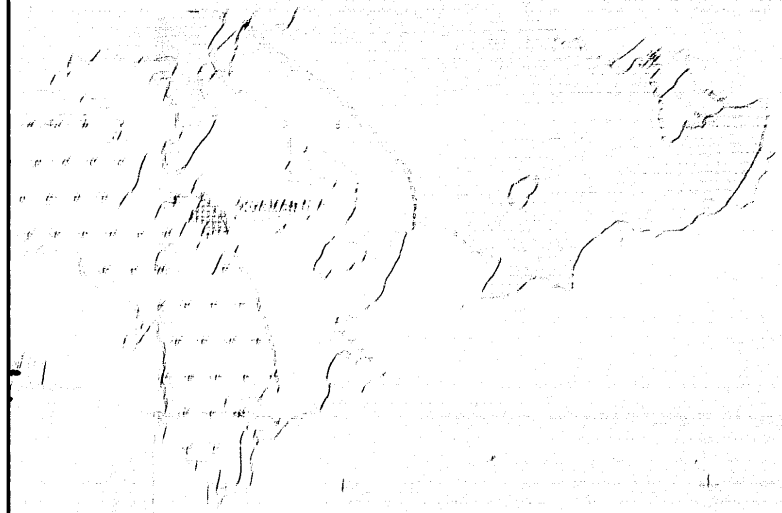


80

0

20

96° 15' 0"



20

13° 0' 0"

Plano N. 6

30



40

92° 45' 0"

SIMBOLOGIA



FORESTACION CON ESPECIES NATIVAS



INDUCCION DE PASTIZALES Y FORESTACION



TECNICAS CONSTRUCTIVAS Y VEGETATIVAS



TECNICAS AGRONOMICAS



SIN PROBLEMAS DE EROSION



CUERPOS DE AGUA



AREAS URBANAS

ESCALA 1:200,000

ESCALA GRAFICA



PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

ACCIONES DE
RESTAURACION ECOLOGICA
DE AREAS EROSIONADAS

40

20

19° 0' 0"

Plano N.º 6

97° 45' 0"