

38
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"CUAUTITLAN"

2012 05 2007 17:31
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**EL MANEJO DEL SUELO:
ALTERNATIVA DE SOLUCION AL PROBLEMA
DE LA EROSION EN EL PARQUE NACIONAL
"LOS REMEDIOS"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A:

JAIME SANTOS HERNANDEZ

Asesor de Tesis:

M. C. LAURA BERTHA REYES SANCHEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1 9 8 8

**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.

EL MANEJO DEL SUELO: ALTERNATIVA DE SOLUCION AL PROBLEMA DE
LA EROSION EN EL PARQUE NACIONAL LOS REMEDIOS

I N D I C E

	PAG.
RESUMEN	1
CAPITULO I. INTRODUCCION	3
1.1.- Importancia mundial de la erosión ...	3
1.2.- Los parques nacionales, importancia - mundial y nacional	6
1.3.- El parque nacional Los Remedios	8
1.3.1.- Antecedentes	8
1.3.2.- Localización geográfica	9
1.3.3.- Límites y superficie	9
1.3.4.- Tenencia de la tierra	12
1.3.5.- Problemática	14
1.3.6.- Importancia ecológica	15
CAPITULO II. OBJETIVOS	18
CAPITULO III. REVISION DE LA LITERATURA	19
3.1.- La erosión	19
3.2.- Agentes que causan erosión	21
3.2.1.- Agua	21
3.2.2.- Viento	22

3.3.- Factores que influyen en el proceso de la erosión.	22
3.3.1.- Agua	22
3.3.2.- Terreno	26
3.3.3.- Vegetación	29
3.4.- Problemas que ocasiona la erosión en áreas agrícolas y forestales	30
3.5.- Clasificación de terrenos según su capacidad de uso	36
3.6.- Alternativas de manejo del suelo	38
CAPITULO IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	54
4.1.- Características socioeconómicas	54
4.1.1.- Demografía	54
4.1.2.- Actividades económicas	54
4.1.3.- Indicadores socioeconómicos	55
4.2.- Características físicas	56
4.2.1.- Relieve	56
4.2.2.- Agua	57
4.2.3.- Clima	59
4.2.4.- Vegetación	63
4.2.5.- Suelo	66
CAPITULO V. MATERIALES Y METODOS	71
5.1.- Reconocimiento del área	71
5.2.- Análisis de la problemática que limita el uso del suelo en el parque nacional Los Remedios	73

5.3.- Elaboración del plano de clasificación de tierras según su capacidad de uso .	73
5.4.- Selección de prácticas de manejo del suelo de acuerdo a las condiciones ecológicas del parque nacional Los Remedios	74
CAPITULO VI. RESULTADOS ..	75
6.1.- Tipos de erosión que afectan al parque nacional Los Remedios	75
6.2.- Factores que influyen en el proceso erosivo en el área de estudio	76
6.2.1.- Topografía	76
6.2.2.- Clima	79
6.2.3.- Suelo	79
6.2.4.- Vegetación	86
6.3.- Plano de clasificación de tierras según su capacidad de uso	87
CAPITULO VII. DISCUSION DE RESULTADOS Y ALTERNATIVAS DE MANEJO DEL SUELO EN EL AREA DE ESTUDIO	91
CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
CAPITULO IX. BIBLIOGRAFIA	107

RESUMEN.

El presente trabajo surge como una respuesta a las necesidades en cuanto al control de la erosión, en el parque nacional Los Remedios. La importancia del parque ubicado en el municipio de Naucalpan de Juárez, estado de México, radica en que se localiza en un área densamente poblada, con un gran desarrollo industrial y con problemas graves de contaminación atmosférica.

La importancia de preservar al parque nacional Los Remedios se manifiesta en la necesidad que tiene la población del municipio de Naucalpan de Juárez de contar con un lugar en el que las actividades de recreación, educación y cultura puedan efectuarse en un ambiente natural lo más descontaminado posible.

Uno de los principales problemas en el aspecto de los recursos naturales en el parque, lo constituye el deterioro del suelo, lo que ha contribuido a agravar las condiciones en que se encuentra la vegetación del área.

El objetivo primordial del presente trabajo es el de contribuir a lograr el control de la erosión en la citada área, mediante el empleo de las técnicas más adecuadas de acuerdo a la ecología del parque nacional Los Remedios.

La metodología empleada en éste trabajo está basada -

en la que se ha desarrollado en el Colegio de Postgraduados de Chapingo en relación a la conservación del suelo y del agua.

Los resultados obtenidos, tomando en cuenta que es necesario proteger el máximo el suelo y la vegetación presente en el área, indican que las prácticas de manejo del suelo con posibilidades de emplearse en el área son aquellas que emplean principalmente mano de obra y que sean complementarias a la reforestación. Dentro de las prácticas de manejo del suelo adecuadas para el área de estudio destacan el sistema zanja y bordo con sus modificaciones zanja-trinchera y Saucedá 1 y 2, en conjunción con las prácticas vegetativas: cobertura vegetal, abonos verdes y reforestación.

Finalmente, se ha considerado conveniente dar ciertas recomendaciones en cuanto a la problemática actual del parque, con el objeto de que contribuyan a efectuar satisfactoriamente los trabajos de conservación y manejo del suelo en el --parque nacional Los Remedios.

CAPITULO I. Introducción.

1.1. Importancia mundial de la erosión.

La necesidad histórica del hombre de utilizar los recursos naturales, entre los que se encuentra el suelo, como consecuencia de su posición dentro del ecosistema, ha ocasionado a los recursos deterioros debidos al mal uso. Así mismo el desarrollo cultural (agricultura, ganadería, forestería, industrialización, urbanización, etc.) ha incrementado la utilización de los recursos naturales; así como también el crecimiento de la población humana ha tenido un papel cada vez más importante en la protección de los recursos naturales. (1)

El suelo ha sido la base de la supervivencia humana, obteniéndose de él vestido, casa y alimento, principalmente. Sin embargo, el mal uso de los recursos, debido al parco conocimiento ecológico y técnico, ha motivado un mal manejo ocasionando la sobre explotación del suelo lo que se ha traducido en la pérdida del suelo por la erosión.

Según Informe de la FAO, se calcula que se pierden anualmente entre 5 y 7 millones de hectáreas de tierra agrícola a causa de la erosión, la contaminación química y la salinización. (2)

En el mismo informe se estima que aún suponiendo que no aumente el índice actual de degradación de la tierra, en 20 años se perderán entre 100 y 140 millones de ha., cantidad compa

able a la de nuevas tierras necesarias para incorporarse a la producción en el mismo periodo.

Según el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C. (IMERNAR), se pierde en el mundo cada año un área de tierra arable equivalente al estado de Michoacán. Los bosques tropicales están desapareciendo a razón de 20 Has. por minuto y la mitad de ellos ha sido sobreexplotada en los últimos 30 años (3).

Blanco Macías, señala que los terrenos erosionados en 1968 cubrían más del 50% del territorio nacional. (4) FAO estimó que el 72% del territorio se encontraba erosionado en 1984. (2) Por otra parte, la Dirección General de Conservación del Suelo y del Agua, señala que en 1985 el 80% de la superficie del país (157 millones de has.) presentaban algún problema de erosión. (5)

Es decir que de 1968 a 1985, 17 años, el incremento de la superficie erosionada en la República Mexicana ha sido de aproximadamente del 30%.

El problema de la erosión en México, como en el resto del mundo, no es una cuestión simple de resolver, ya que se encuentra ligado a factores socioeconómicos. Baste mencionar como ejemplo la situación presente en las zonas templadas en las que, según Beltrán, se presentan menos problemas para planear su desarrollo; pero en las que están concentradas los mayores núcleos

de población. Esto ha originado que dichas zonas hayan sufrido un mayor impacto por la explotación de sus recursos acusando un fuerte empobrecimiento y erosión en sus suelos, deforestación y desfavorable alteración de sus regímenes hidrológicos. (6)

La FAO calcula que para mitigar los efectos de la erosión, será preciso extender, para fines del siglo, las medidas de conservación de aguas y suelos al 25% de la totalidad de tierras de labranza y el control de las inundaciones, a 20 millones de habitantes. (2)

La pérdida del recurso suelo tiene su principal efecto en la desnutrición. En 1980 la población de los países en desarrollo era de 3,252 millones de habitantes y de ellos casi 500 millones (uno de cada seis habitantes), estaba desnutrido. (2) Al final del siglo, la poca disponibilidad de tierra cultivable tendrá un efecto más crítico para cerca de los dos tercios de la población de los países en desarrollo. (2)

1.2. Los parques nacionales, importancia mundial y nacional.

La conservación del medio ambiente ha sido preocupación de la humanidad desde hace mucho tiempo. El Arthasastra (300 A. de C.), menciona ya a "ciertos bosques con bestias de caza, abiertos a todos" (7).

El antecedente original del término "Parque Nacional" se genera con la creación en 1872 del parque nacional de Yellowstone, en Estados Unidos. La motivación para su creación fue oponer una barrera contra acciones mutiladoras de los recursos naturales debidas al "empuje de los colonizadores decididos y poco respetuosos de los recursos naturales, a los que una tecnología ya potente permitía intervenciones brutales, trabajos de roturación, implantación de vías férreas, construcción de -- ciudades tentaculares y de industrias, exterminación de bison-- tes" (8)

En 1972 las áreas protegidas, según la lista oficial de las Naciones Unidas incluía 1036. No obstante, el desarrollo de tales áreas ha sido lento, ya que a fines del siglo pasado sólo se habían establecido 17, correspondiendo al siglo XX - las demás. Más de la mitad posteriores a 1950. (7)

En México el origen de los parques nacionales se ubica en el año 1898 al establecerse "El Chico", localizado en las proximidades de la ciudad de Pachuca. (9) Entre 1935 y 1942 se establecieron la mayoría de los parques nacionales en México, -

entre ellos el parque nacional Los Remedios en 1938.

El afán de creación de parques nacionales en México, tuvo una orientación romántica con la finalidad de rescatar -- tantos lugares bellos e interesantes como fuera posible, apartándolos de la explotación comercial. No obstante no existió el estudio ni la estructuración orientadora por una política -- al respecto.

En su mayoría, los parques nacionales mexicanos son de extensiones insuficientes, sumándose el hecho de que gran -- parte de los terrenos incluidos dentro de los parques no son -- propiedad de la nación, ocasionándose con ello una situación -- crítica en cuanto al uso del suelo.

La mayoría de los parques nacionales mexicanos no cum -- plen las condiciones requeridas, para ser consideradas como ta -- les, de acuerdo a la 10a. asamblea general en Nueva Delhi sobre parques nacionales en 1969, en que se definió el término parque nacional como "una área relativamente extensa: 1) En la que uno o varios ecosistemas no están materialmente alterados por explo -- tación y ocupación humana, donde las especies de plantas y ani -- males, sitios geomorfológicos y habitats, son de particular in -- terés científico, educativo y recreativo o que contienen sitios naturales de excepcional belleza. 2) donde la más alta autori -- dad competente del país ha tomado medidas para prevenir o elimi -- nar tan pronto como sea posible explotación u ocupación en la --

totalidad del área imponiendo en forma efectiva el respeto a las características ecológicas, morfológicas o estéticas que motivaron su establecimiento, y 3) donde se permite la entrada a visitantes, bajo condiciones especiales, con propósitos de inspiración, educacionales, culturales y recreativos. (7)

1.3. El Parque Nacional Los Remedios.

1.3.1. Antecedentes.

El parque Nacional Los Remedios fué decretado el 28 - de marzo de 1938, siendo Presidente constitucional de los Estados Unidos Mexicanos el Gral. Lázaro Cárdenas del Río. La publicación de dicho decreto se llevó a cabo el día 15 de abril - de 1938 en el Diario Oficial de la Federación. En los considerandos del citado decreto se señala que: "Dentro de los sitios de mayor atracción que se encuentran en las inmediaciones de la capital de la República, figura como sumamente interesante, la zona de lomeríos conocida con el nombre de "Los Remedios", cuyos contrastes orográficos imprimen a este lugar una típica belleza natural". (10)

Algunos de los puntos interesantes mencionados en el citado decreto son: La importancia de conservar las más primitivas tradiciones que se ven reflejadas en la veneración de la -- virgen de Los Remedios que data desde la época de la colonia; - sus obras arquitectónicas que datan también de la época colo- - nial; la repoblación forestal y la importancia de conservar el

área a salvo de intereses privados.

A través del tiempo, desde su decreto, el área ha estado a cargo primero, del Departamento Forestal de Caza y Pesca; de la Secretaría de Agricultura y Ganadería; que se convertiría en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y después en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la que actualmente se hace cargo del área a través de la Dirección de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales.

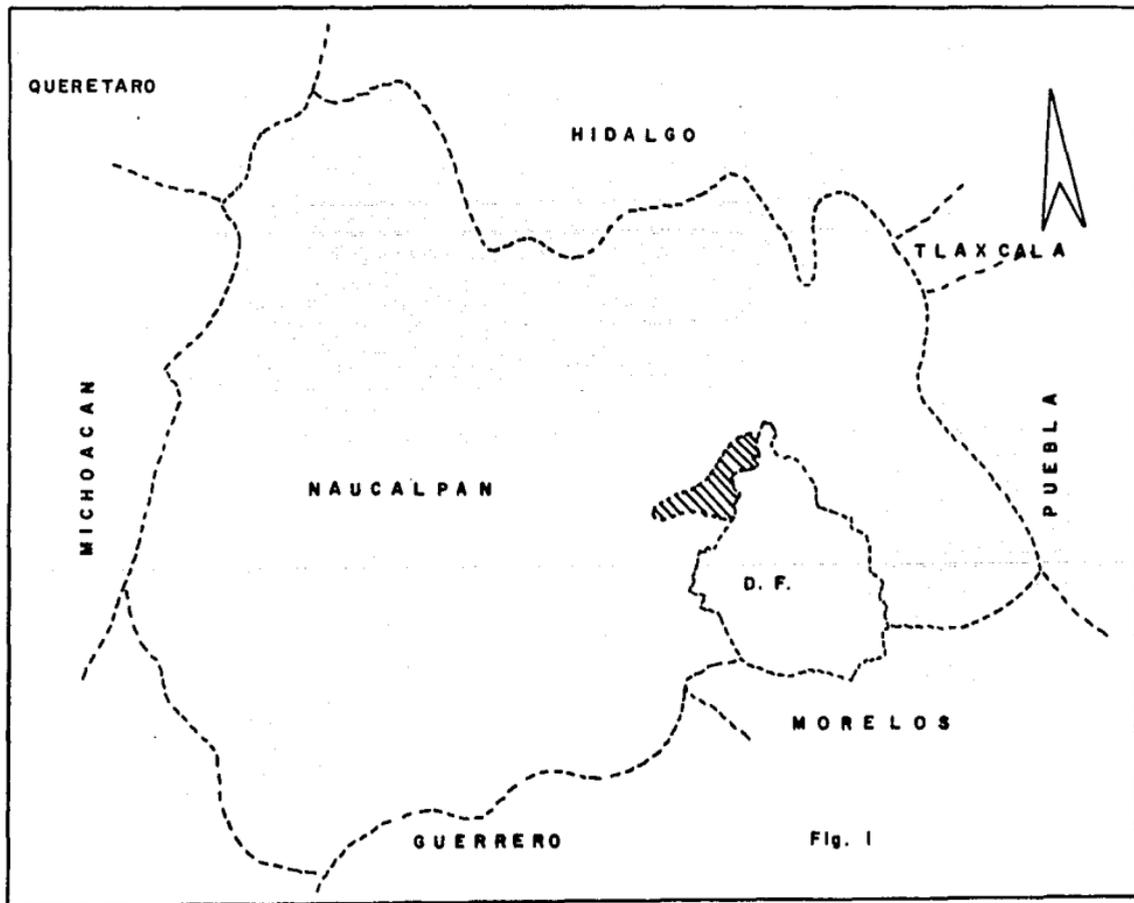
1.3.2. Localización geográfica.

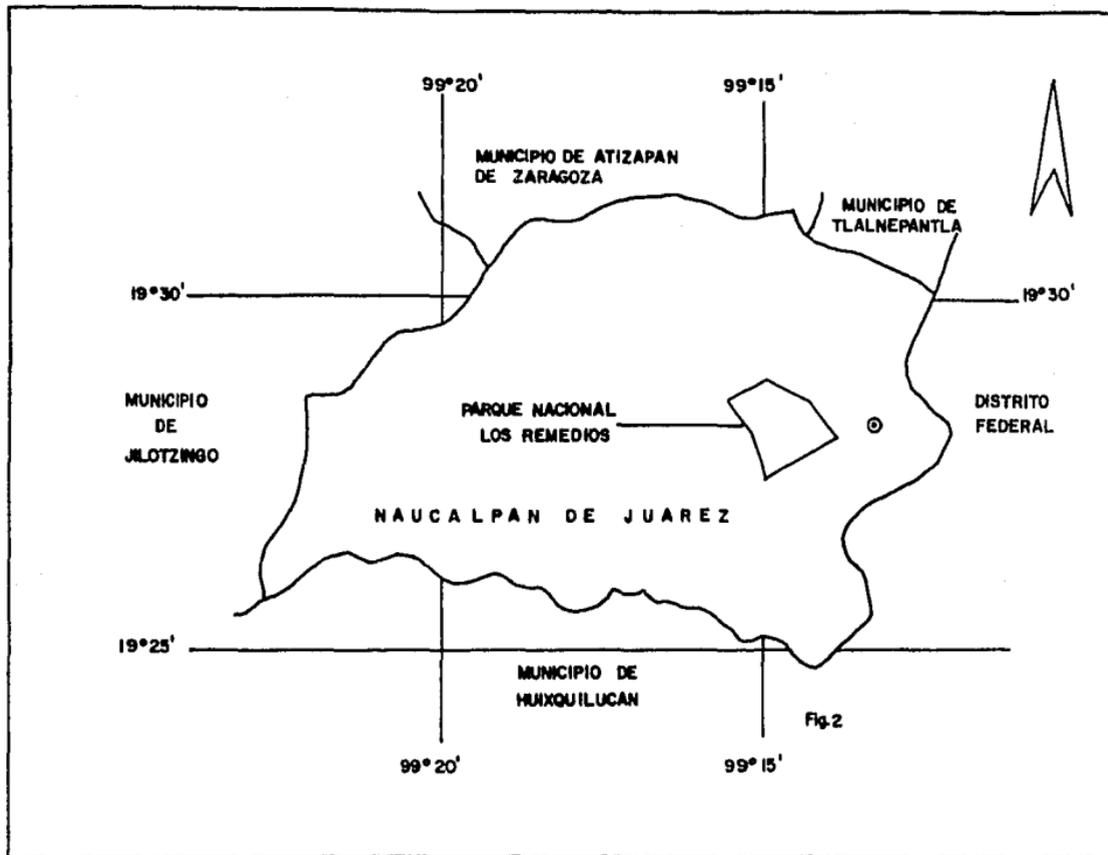
El Parque Nacional Los Remedios se encuentra localizado geográficamente dentro del Estado de México, entre las coordenadas 99°14' y 99°16' de longitud oeste y entre las coordenadas 19°27' y 19°29' de latitud norte. (Fig. 1), (Fig. 2).

El área de estudio se encuentra ubicada al noreste de la Ciudad de México, enclavado en el municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México.

1.3.3. Límites y superficie.

Según el decreto, el área del Parque se encuentra delimitada de la siguiente manera: Partiendo del Cerro Moctezuma con rumbo SW (75°20'), el primero de los vértices se localiza a una distancia de 1186 m. en la parte más alta del Cerro del Ocotillo o de La Chiluca, también conocido como Cerro Cristo Rey; continuando con dirección SW (37°40'). El siguiente vértice se





localiza a una distancia de 1080 m, sobre el Cerro Tenantongo; se continúa con rumbo SE (19025') localizándose otro de los vértices a una distancia de 1324 m, sobre el Cerro Tepalcata. Cambia de dirección hacia el NE (570 52') hasta el monumento conocido como Cruz de Vicenteco, el próximo vértice se localiza a una distancia de 2395 m; cambiando nuevamente de dirección hacia el NW (40010'). El otro vértice se localiza a una distancia de 1280 m, sobre el sitio denominado El Repartidor, de donde se continúa, para cerrar la poligonal envolvente, con rumbo NW (74045') y a una distancia de 1136 m. (Fig. 3)

Dotado de una superficie original de 400 has., el Parque cuenta en la actualidad con sólo, aproximadamente, 120 has. resultado del proceso de urbanización que ha sufrido a través del tiempo.

1.3.4. Tenencia de la tierra.

Según el artículo cuarto del decreto del 28 de marzo de 1938, los terrenos comprendidos dentro de los linderos que conforman el Parque "quedarán en posesión de sus respectivos dueños, en tanto cumplan con las disposiciones que sobre el particular dictó el Servicio Forestal en beneficio del pueblo y fomento del turismo". (10)

Dentro del área, la tenencia de la tierra se caracteriza por ser fundamentalmente de tipo ejidal. Siguiéndole en orden de importancia en cuanto a su superficie, la pequeña pro-

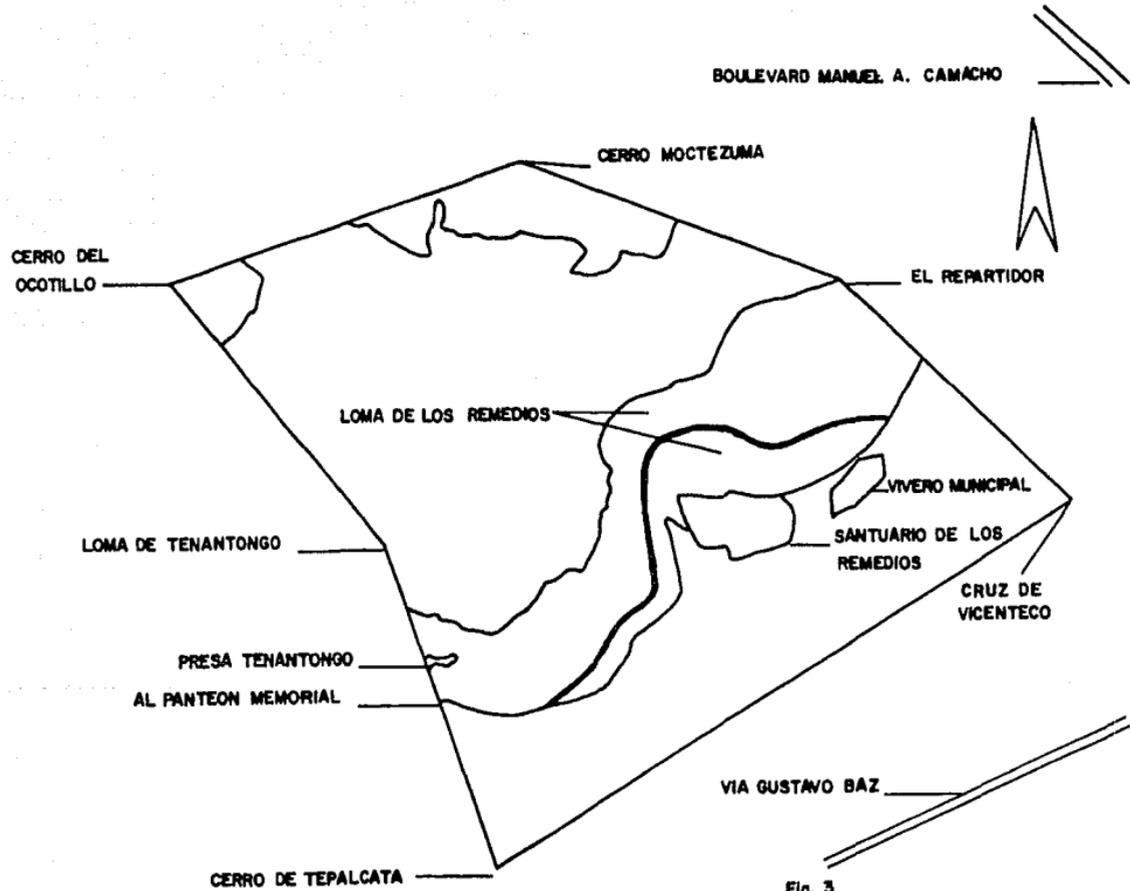


Fig. 3

piedad o propiedad privada y por último la propiedad federal -- constituida por el Santuario de la Virgen de Los Remedios.

1.3.5. Problemática del área.

Con sólo 120 ha. de arbolado, como resultado de las - presiones de carácter urbano, el parque padece problemas de diferente índole, como son: Los de carácter social y los de carácter natural, así como los ocasionados por la falta de recursos, infraestructura y manejo del área.

Dentro de los problemas de orden natural se tiene -- principalmente:

- Erosión:
 - Hídrica.
 - Eólica.

- Deforestación producida principalmente por:
 - Incendios.
 - Caída de árboles por falta de sustrato.

En cuanto a los problemas de orden social se tienen - los siguientes:

- Irregularidad en la tenencia de la tierra.
- Venta ilegal de predios del área del Parque.
- Creación de fraccionamientos dentro del área.
- Invasiones.
- Contaminación por desechos domésticos. (basura).

Los problemas de infraestructura principalmente son:

- La falta de servicios mínimos para la atención de los visitantes.

En cuanto a los problemas de manejo del área se tiene:

- Vigilancia,
 - Falta de personal capacitado para el desempeño de las funciones de vigilancia.
- Administración,
 - Actividades comerciales no reglamentadas.
 - Falta de equipo de mantenimiento.

El más serio de los problemas de carácter natural que enfrenta el Parque y que ha motivado en gran medida el deterioro de los suelos, lo constituye la erosión hídrica.

En el presente trabajo se tratará de encontrar alternativas de solución al problema de la erosión, mediante el estudio del área. Ya que, de continuar los procesos erosivos, la degradación ecológica será irreversible, y la pérdida de tan importante pulmón para el municipio de Naucalpan de Juárez, será irremediable.

1.3.6. Importancia ecológica.

El Parque Nacional Los Remedios representa un área verde clave por su situación estratégica. Se encuentra ubicado

dentro del Valle de México, el cual enfrenta una grave problemática provocada por el acelerado ritmo de crecimiento de la sociedad moderna, la industrialización, la alta tecnología, la concentración de la inversión y el éxodo de los campesinos a la ciudad.

Uno de los problemas más serios que enfrenta el Valle de México es, de acuerdo a lo publicado por el Departamento del Distrito Federal: "la contaminación atmosférica, del suelo y -- del agua, producto de una emisión de contaminantes que creció -- en 150% en los últimos 10 años; 10 mil toneladas de desechos sólidos que se generan cada día en la ciudad; la casi desaparición del área lacustre y el 73% de los Bosques, así como la degradación de los suelos y áreas de recarga acuífera". (11)

En la actualidad, el área urbanizable del Distrito Federal ocupa casi el 40% de su territorio. La población se ha elevado a 10 millones de personas, más los 7 millones de residentes en los municipios conurbados del Estado de México, representando el 20% del total de los mexicanos. De seguir las tendencias actuales en relación al crecimiento demográfico, es previsible una situación futura de trastorno irreversible, en la calidad del medio ambiente y en las condiciones de vida de la población de Naucalpan y zonas aledañas. (11)

En particular en Naucalpan, del total del área urbanizable sólo 417 ha. corresponden a áreas verdes; lo que nos indi

ca la carencia casi absoluta de la población en cuanto a áreas que promueven la recreación y el equilibrio ecológico. (12)

El Parque representa, así, un área de vital importancia ecológica para la población de Naucalpan y aún, para el Valle de México.

Aún, sin cumplir con las características requeridas para quedar incluido en la categoría de Parque Nacional que se le adjudicó en su decreto, ya que un Parque Nacional según la definición adoptada por la SEDUE, corresponde a "Superficies - mayores de 1000 has., en donde existan ecosistemas que no han sido esencialmente alterados por el hombre, y en los que las - especies de plantas y animales, formaciones geológicas y sitios arqueológicos e históricos son de especial interés científico, educativo y de recreación o bien incluyen un paisaje natural de gran belleza". El área tiene importancia ecológica por estar situada en la proximidad de un centro densamente poblado. (13)

El incremento de la contaminación atmosférica, la alta densidad de población y el consiguiente crecimiento urbano, han hecho del Parque Nacional Los Remedios el área verde más importante con que cuenta el Municipio de Naucalpan de Juárez.

CAPITULO II. Objetivos

2.1.- Objetivos.

2.1.1.- Identificar los tipos y agentes de la erosión que afectan el área y las causas de su ocurrencia.

2.1.2.- Caracterizar el recurso suelo, en base a la planeación para el manejo del mismo, conociendo los factores que restringen su uso.

2.1.3.- Determinar el (los) sistema (s) de manejo del suelo más adecuados para el área del Parque Nacional Los Remedios.

CAPITULO III. Revisión de la Literatura.

3.1.- La erosión.

La erosión es un fenómeno que ha preocupado a todos - los pueblos, cuya supervivencia se ha basado en la agricultura y la ganadería. La explotación irracional y el desconocimiento de técnicas adecuadas para el aprovechamiento de los recursos - naturales, entre los cuales se encuentra el suelo, han ocasionado la pérdida de los suelos, necesarios para la seguridad alimentaría mundial.

La importancia actual que se le atribuye al control - de la erosión es considerable: el consejo de la FAO en su aprobación del presupuesto 82-83 "insistió en la necesidad de fomentar un mayor interés en el plano mundial sobre los problemas de la erosión de los suelos..."(14)

La palabra erosión viene del latín erodare, que significa "roer" o "corroer". Entendiéndose por erosión "el proceso que permite que fragmentos de roca y suelo sean separados de su sitio original, transportados y posteriormente, depositados en otro nuevo". (15)

Este proceso, separación, transporte y depósito del - suelo es provocado por "la acción de los agentes erosivos, viento, agua, cambios en temperatura y agentes biológicos". (16)

La erosión se ha producido "desde que la tierra se formó hace 4 ó 5,000 millones de años", (15) ocurriendo como consecuencia solamente de las fuerzas de la naturaleza, (16). A este tipo de erosión se le conoce como erosión geológica y se ha venido manifestando desde que los continentes, emergieron del mar. Las formaciones orográficas del globo terráqueo y en general su configuración son debidas a la acción de la erosión geológica. (17)

La erosión natural o geológica, "es normalmente un proceso lento... mientras el suelo esté cubierto por vegetación, se podrá requerir miles o millones de años para una completa destrucción". (18)

Con la aparición del hombre y su interacción con la naturaleza, el equilibrio físico, biótico e hidrológico normal se vio afectado, de tal manera que el proceso erosivo se aceleró. Como resultado de la acción del hombre sobre los recursos naturales, para satisfacer sus necesidades inmediatas se propició el mal manejo del suelo, que aunada a la acción de los agentes naturales agua y viento, dió como resultado la erosión inducida o acelerada. (16)

En relación a los tipos de erosión, se consideran dos: erosión hídrica y erosión eólica, ocasionadas por el agua y el viento, respectivamente.

3.2.- Agentes que causan erosión.

Existen cuatro agentes principales de la erosión, el agua, el viento, los cambios de temperatura y los procesos biológicos, de acuerdo al Colegio de Postgraduados de Chapingo. El agua y el viento son los que presentan mayor importancia en -- cuanto a poder erosivo, debido a lo cual se analizan a continuación.

3.2.1.- Agua.

"La erosión hídrica es el resultado de la energía producida por el agua al precipitarse sobre la tierra y al fluir sobre la superficie terrestre" (16).

Los procesos que ocurren en la erosión hídrica son -- principalmente dos:

Primero.- El desprendimiento del suelo debido al golpeo de las gotas de lluvia, cuya velocidad de caída varía de 2.7 a 9.5 m. por segundo. Al desprenderse las partículas de -- suelo, aumenta la cantidad de material en suspensión, provocando la disminución de la infiltración, debido al sellado de los poros del suelo; El Segundo.- Es el desplazamiento de las partículas de suelo, como resultado de que la velocidad de caída de la lluvia es mayor que la velocidad de infiltración del agua en el suelo. El arrastre se presenta como resultado de la corriente de agua que recoge las partículas de suelo desprendidas por las gotas de agua de lluvia. (17)

3.2.2.- Viento.

"Influye en la erosión y formación de los suelos al causar el desprendimiento, transporte, deposición y mezcla del suelo". (17)

El viento puede remover partículas de arena, limo y arcilla de un lugar a otro. Al iniciarse este movimiento, las partículas del suelo son transportadas por saltación, deslizamiento superficial y suspensión, dependiendo del tamaño de las partículas y la duración, velocidad y turbulencia del viento.

3.3.- Factores que influyen en el proceso de la erosión.

3.3.1.- Agua.

Como principal factor de influencia en la erosión hídrica se tiene a la precipitación, influye su cantidad, intensidad, energía y distribución, y su duración. La presencia de tormentas de gran intensidad y duración no son necesariamente más frecuentes en áreas con una alta precipitación anual. Las lluvias con alta intensidad se presentan frecuentemente en períodos cortos; de ahí que desarrollan una mayor actividad erosiva en los suelos al incrementarse el tamaño, la velocidad de caída y la energía cinética de las gotas de agua de lluvia. Contrariamente, las lluvias de baja intensidad se presentan generalmente en períodos más largos; por lo tanto, su acción erosiva disminuye. (16)

Una parte de la precipitación fluye hacia los canales,

lagos y arroyos, constituyéndose en lo que se denomina escurrimiento superficial, el resto puede ser interceptada por la vegetación, infiltrada y retenida en el suelo o bien evaporarse. - (16)

El fenómeno del escurrimiento superficial se explica por medio del proceso de la erosión por salpicamiento y el - - transporte del suelo en suspensión.

Al caer sobre el suelo las gotas de lluvia, cuyas velocidades de caída varían de 2,7 a 9,5 m. por segundo, se desprende el suelo, aumentando la cantidad de material en suspensión, lo que a su vez provoca la disminución de la infiltración del agua, debido al sellado de los poros del suelo.

Esto trae como consecuencia que el desplazamiento de las partículas de suelo sea mayor que la velocidad con que el agua se infiltra en el mismo suelo, originado por la velocidad de la lluvia. (17)

Dentro de la erosión hídrica existen principalmente - tres formas originadas por el volumen y velocidad del agua desplazada en la superficie: erosión laminar, erosión en surcos y erosión en cárcavas. (19)

Además se presentan cuatro formas más de erosión denominadas formas especiales: erosión en pedestales, erosión en pi

náculos, erosión tubular y erosión por caída o remontante. (16)

La erosión laminar es la remoción más o menos uniforme de una lámina delgada de suelo de una superficie determinada de terreno inclinado (17). Foster, (20), la define como "el desgaste de una capa bastante uniforme de suelo por la acción de la precipitación atmosférica y del escurrimiento del agua".

Según estudios realizados sobre la mecánica de la erosión se ha observado que esta forma de erosión raras veces ocurre como un deslizamiento uniforme de una capa de suelo, ya que casi simultáneamente con el primer salpicamiento y movimiento del suelo se forman pequeños canales, siendo el cambio continuo de posición y la tendencia a formar meandros de estos canalillos. (16).

Es común observar los resultados de este tipo de erosión en las laderas de las elevaciones del terreno como manchas de color claro, al desaparecer el suelo superficial que contenía materia orgánica, lo que le daba su color oscuro característico.

La erosión en surcos es la remoción del suelo por el agua en pequeños canales cuando existe una concentración de flujo superficial. Ocurre principalmente cuando la superficie sobre la que se produce es lisa y de pendiente uniforme. La longitud y el grado de la pendiente determinan la magnitud de este tipo de erosión, siendo mayor en áreas con pendientes fuertes y sobre todo en la parte baja de los terrenos.

La formación se da casi simultáneamente al iniciarse el flujo superficial, pudiendo ser de un tamaño minúsculo o de fácil apreciación. Al adquirir un desarrollo considerable el sistema de surcos, la erosión laminar se limita a las porciones lisas que quedan en los surcos. (17)

La erosión en cárcavas constituye la forma más avanzada de la erosión por canales. El suelo es removido por la formación de canales o cárcavas relativamente grandes, cortados en el suelo por la concentración del escurrimiento superficial. Es frecuente su formación después de la erosión laminar y de la erosión en surcos. Pueden tener dimensiones que varían de acuerdo a su situación, su edad y a los factores del terreno que contribuyen a su desarrollo. Su tamaño puede ser pequeño (0.6 a -- 0.9 m) o pueden alcanzar gran tamaño (9 a 12 m. de fondo y 22 a 30 m. de ancho). Las cárcavas se desarrollan en cauces de drenaje natural, en surcos de arado, caminos de animales, rutas de carros, drenajes artificiales de las carreteras, entre los surcos de cultivo en hileras trazadas en el sentido de la pendiente. (17)

Dentro de las formas especiales de la erosión, la erosión en pedestales se presenta "cuando se protege el suelo de las gotas de lluvia por medio de piedras o raíces de un árbol, quedando pedestales aislados, coronados con el material resistente". (16)

La erosión en pináculos "se asocia siempre con canales verticales profundos a los lados de las cárcavas que profundizan rápidamente hasta que se juntan y dejan el pináculo aislado". (16)

La erosión tubular es común en los tipos de suelos sujetos a erosión en pináculos, presentándose la formación de tubos continuos y canales subterráneos. (16)

La erosión por caída o remontante se presenta en las paredes de las cárcavas, siendo un proceso geológico. "La caída que se forma en la orilla de la cárcava, arroja el material salpicado contra la parte baja de esta cara, la cual se erosiona, dejando la parte superior sobresaliendo. Cuando el peso de la parte sobresaliente es grande, ésta se desprende dando lugar a una nueva cara vertical, comenzando de nuevo el ciclo erosivo." (16).

3.3.2.- Terreno.

Dentro de las características del terreno como factor de influencia de la erosión se encuentra el relieve del terreno, considerando la pendiente en cuanto a su longitud, grado y forma principalmente. Del suelo mismo se toman en cuenta sus características de permeabilidad, textura y grado de retención de humedad.

La longitud de la pendiente influye en el grado de la erosión, dependiendo de las relaciones mutuas entre el suelo, -

el tipo de cubierta vegetal, la intensidad de las precipitaciones, de la inclinación del terreno. Según observaciones efectuadas en los Estados Unidos, la relación entre la pérdida de suelo y la longitud del declive de un terreno es aproximadamente igual a la raíz cuadrada de la longitud del declive. (17)

La inclinación de la pendiente es uno de los factores erosivos más importantes debidos al relieve del terreno. Las laderas con pendientes fuertes producen, de un modo natural, más escurrimiento y más erosión.

La forma de la pendiente también influye en el proceso erosivo, ya que a diferente forma de la pendiente, cóncava, convexa o regular, la erosión tendrá manifestaciones diferentes.

Las características del suelo tales como la permeabilidad, textura y grado de retención de humedad se encuentran relacionadas con el potencial de escurrimiento. El potencial de escurrimiento es el grado en que los escurrimientos superficiales se manifiestan en los suelos.

La alta permeabilidad hace que la infiltración en los suelos sea alta. Generalmente los suelos de alta permeabilidad tienen texturas gruesas y un buen drenaje, lo que hace que estos suelos sean de bajo potencial de escurrimiento.

Los suelos que presentan una baja permeabilidad, son generalmente suelos de textura fina, debido a lo cual, el drena-

Je superficial es lento siendo suelos de alto potencial de escurrimiento. (16)

La erosión del suelo por el agua, no se presenta si no hay escurrimiento. Los suelos con partículas grandes, arena -- por ejemplo, raramente sufren erosión hídrica, ya que pocas veces el agua de lluvia cae más de prisa que lo que la absorbe el suelo.

Los horizontes subyacentes influyen en la velocidad de infiltración, debido a que un horizonte más poroso o menos poroso que la capa superficial obstaculiza el flujo del agua. -- No obstante cuando este horizonte se encuentra a 20 ó 25 cm. -- por debajo de la superficie, la infiltración no varía en gran medida durante un aguacero, a no ser que éste sea muy intenso o que el suelo estuviese mojado al iniciarse la lluvia. (17)

El espesor de la capa arable influye también en la erodabilidad del suelo. La erodabilidad del suelo es una función de las propiedades físicas, químicas e hidrológicas del mismo y se estima como una función del tamaño de la arena, arenas finas, fracción limosa, contenido de materia orgánica, tamaño y tipo de agregados y la permeabilidad del suelo. (5)

Al ser arado un suelo, la capa arable de poco espesor y el subsuelo se mezclan, el contenido de materia orgánica disminuye, lo que trae como consecuencia una menor estabilidad de los agregados y una erosión mayor.

Cuando los declives son muy pronunciados, la erosión de la capa arable puede dejar al terreno en condiciones tales - que la cubierta de vegetación no prospera sin el uso de fertilizantes. Al no ser económicamente redituable su empleo, dicho terreno puede ser rápidamente disecado por cárcavas, provocando problemas debidos al desprendimiento de sedimentos que van a depositarse, durante el período de lluvias, a los embalses, represas, terrenos de cultivo, etc. (17)

3.3.3.- Vegetación.

La vegetación es un factor importante, ya que dependiendo de sus características, evitará en mayor o menor grado el proceso erosivo.

La cubierta vegetal actúa interceptando la lluvia y reduciendo la velocidad de caída de las gotas, las que son absorbidas rápidamente por la hojarasca y pasando después a la superficie del suelo. (17)

En un bosque donde existe desmonte irracional, quemas y destrucción de los materiales de cobertura, el potencial de escurrimiento es alto. Las praderas naturales o los pastizales -- con un cubrimiento vegetal menor del 50% y los terrenos de cultivo de escarda sin rotación también presentan un alto potencial de escurrimiento. (16)

3.4.- Problemas que ocasiona la erosión en áreas agrícolas y forestales.

Debido a que la economía de muchos países depende en forma importante del suelo y de los productos de éste y por ende, de sus agricultores y ganaderos, la erosión del suelo ha dificultado su desarrollo y progreso.

La situación topográfica del país, el uso inadecuado de tierras laborables, el alto costo de la rehabilitación de tierras de cultivo, la limitada asistencia técnica, etc., han sido factores importantes desde hace mucho tiempo para que la situación del problema de la erosión en la agricultura y forestería sea alarmante.

Para 1968 se había calculado que sólo el 15% del total de la superficie nacional era susceptible de ser aprovechada agrícolamente, tal cantidad era de 29 millones 261 mil hectáreas, incluyendo todas las condiciones de clima y disponibilidades variadas de humedad. (21)

Sánchez Durón menciona que en 1965 de ésta superficie total cultivable, se sembraron solamente 16 millones 591 mil hectáreas, habiéndose cosechado sólo 14 millones 704 mil. (21). El mismo autor señala que existían y siguen existiendo ciertas situaciones de importancia respecto al uso de nuestras tierras de cultivo:

a) Que hasta la fecha señalada apenas se encontra

ba bajo cultivo poco más del 50% del potencial cultivable.

b) Que las pérdidas de cosechas en 1 millón 900 - mil hectáreas pudiera deberse a la utilización inapropiada de dichos suelos para fines de producción agrícola.

En las áreas forestales, la erosión es causada como producto de los desmontes en los que no ha sido adoptado un método adecuado en cuanto a la protección del bosque, es decir, la tala irracional, los incendios, el sobrepastoreo, etc. Al desaparecer la capa arbórea que intercepta la lluvia y reduce la energía de las gotas de agua, la protección desaparece y la erosión se manifiesta rápidamente.

El costo económico para mantener en estado de funcionamiento drenaje y embalses es alto, si se considera que - después de cada temporada de lluvias se hace necesario realizar actividades de desazolve de vasos de almacenamiento, drenes, zanjas y canales.

El agricultor no puede obtener un provecho significativo de la tierra para vivir decentemente si ésta desaparece poco a poco como resultado de la erosión:

- a) Por la formación de cárcavas,
- b) Perdiendo la fertilidad por la erosión laminar,
- c) con una humedad excesiva, que daña a las plan-

tas y sufre una degradación general de la vegetación por la pérdida real de suelo, que ocasiona la erosión por el agua.

La pérdida de suelo y agua origina problemas sociales muy importantes, entre los que destacan la pobreza de ciertos sectores rurales, migración de grupos campesinos y desempleo rural y urbano.

3.5.- Clasificación de terrenos según su capacidad de uso.

Las propiedades del suelo determinan su uso, cuyo aprovechamiento forma parte de un sistema balanceado y bien desarrollado, basado en estudios agrológicos. Tal sistema incluye a la agricultura, forestería y conservación de la fauna silvestre. (19)

Existen diferentes clasificaciones de suelos, cada una de las cuales cumple funciones especiales, así por ejemplo la clasificación de suelos de distintos organismos que se ocupan de su estudio como son: FAO, USDA, etc., se basan en diferentes características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Clasificación diferente, es la que se ha desarrollado para conocer la capacidad del suelo, para llevar a cabo las prácticas de producción agropecuaria y forestal, de acuerdo a los factores limitantes que los terrenos presentan.

Se consideran como factores limitantes a las carac--

terísticas propias de los suelos como es la profundidad efectiva del suelo, profundidad efectiva del manto freático, las obstrucciones, la salinidad, la alcalinidad-sodicidad, la fijación de fósforo, el drenaje, la topografía, tomando en cuenta la pendiente del terreno y el relieve y el grado de erosión en que se encuentra el suelo. También se encuentran dentro de estos factores limitantes las condiciones climáticas como es la deficiencia de agua y las inundaciones, (22)

Conociendo las condiciones en que se encuentran cada uno de los factores limitantes y considerándolos en conjunto, se puede determinar el uso y el manejo adecuado para su óptimo aprovechamiento.

La clasificación de tierras según su capacidad de uso "es un sistema estándar, de clasificación de tierras según su aptitud productiva..., que se basa en las necesidades y limitaciones de los suelos, el peligro de dañarlos y sus respuestas al manejo", (23)

De acuerdo a las condiciones en que los factores limitantes se encuentren presentes, se catalogará la clase de suelo, fijando las normas sobre su uso y las prácticas de conservación y manejo a desarrollar. (16)

La conservación del suelo es la promoción del uso óptimo de la tierra, en concordancia con su capacidad para garan

tizar o asegurar su mantenimiento y mejoramiento.

El sistema de clasificación comúnmente utilizado en México y en varios países ha sido desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, - siendo adaptado para las condiciones particulares de México, (16)

Este sistema está constituido por ocho clases de terrenos de acuerdo a la capacidad agrológica, dividiéndose en - dos grandes grupos: a) tierras adecuadas para labores de cultivo y b) tierras adecuadas solamente para vegetación permanente. A su vez, cada uno de estos grupos se subdivide en cuatro clases generales. (20)

Dentro del grupo a, terrenos de primera a tercera -- clase, se incluyen a todos aquellos terrenos adecuados al cultivo regular, y la clase cuarta a aquellas tierras cultivables sólo de vez en cuando sin correr riesgos, es decir de modo limitado.

En el grupo b, se localizan terrenos no adecuados para cultivarlos pero que son propios para agostaderos o bosques, clasificados como clase quinta a octava. La clase octava comprende las tierras que no son adecuadas para cultivos, agostaderos o bosques, debiendo dedicárseles para fines de esparcimiento. (20)

La descripción de las clases de terrenos según su capacidad de uso se señala a continuación.

Terrenos de primera clase. Presentan muy pocas o ninguna limitación para su uso y además las limitaciones son fáciles de corregir cuando existen.

Pueden utilizarse para desarrollar una amplia gama de cultivos, pastos, bosques o vida silvestre. Son suelos casi -- planos, profundos, bien drenados y sin peligro de inundaciones. Pueden presentar problemas incipientes de salinidad, sodicidad o manto freático somero, que de existir pueden corregirse con -- facilidad y no exista la posibilidad de que vuelvan a aparecer. El riesgo de erosión es muy leve bajo cualquier sistema de mane-- Jo.

Requieren prácticas de manejo comunes para mantener -- su productividad.

Terrenos de segunda clase. No presentan limitaciones acentuadas para el desarrollo de los cultivos, siendo necesario elegir las plantas por sembrar, o bien cultivar especies que re-- quieren prácticas de manejo fáciles de aplicar.

Las principales limitaciones de esta clase de terre-- nos son: Susceptibilidad moderada a la erosión hídrica o eólica, pendiente suave entre 2 y 6%, profundidad menor que la ideal --

(entre 50 y 100 cm), contenido moderado de sales o sodio (0 a 2 mmhos/cm y 10 a 15 PSI, respectivamente). Pueden estar expuestos a excesos de humedad, factible de corregir por drenaje. Limitantes fáciles de corregir con posibilidades de que vuelvan a aparecer; además, es posible que existan limitaciones climáticas leves en el uso y manejo del suelo.

Terrenos de tercera clase. Presentan severas limitaciones que restringen el desarrollo de los posibles cultivos -- por establecer, requiriendo de prácticas especiales de conservación para algunos o todos los cultivos agrícolas.

Tienen limitaciones moderadas para su uso en cultivos agrícolas, pudiendo ser de pendientes fuertes (6-10%), susceptibilidad moderada a la erosión hídrica o eólica de tipo laminar con pérdida del 25 al 75% del horizonte A y/o canalillos medianos, frecuentes inundaciones, poca profundidad efectiva del suelo (35-50 cm), contaminación moderada por salinidad o sodicidad (4-8 mmhos/cm y 15-40 PSI), y pedregosidad (10-15% de cubrimiento del área total).

Terrenos de cuarta clase. Tienen limitaciones muy severas para el desarrollo de los cultivos agrícolas, restringiéndose su uso solamente a algunos de ellos. Si son cultivados es necesario establecer prácticas de conservación. Pueden usarse principalmente para pastos, bosques o vida silvestre. Pueden presentar una o más de las siguientes restricciones: Pendiente

muy pronunciada (10-15%), alta susceptibilidad a la erosión hídrica o eólica (de tipo laminar con pérdida del 75-100% del horizonte A y/o canalillos profundos), poca profundidad efectiva (25-35 cm), inundaciones frecuentes, drenaje deficiente, contaminación severa por salinidad y sodicidad (más de 16 mmhos/cm y más de 60 PSI) y moderados efectos de clima.

Terrenos de quinta clase. Tienen características de terrenos de primera clase, aunque presentan algún factor de demérito que restringe el uso agrícola. Tienen problemas reducidos de erosión. Sus principales características son: terrenos bajos, sujetos a inundaciones frecuentes, no siendo práctico drenar para poder cultivarlos, suelos planos con piedras o rocas en la superficie, ubicados en pequeños claros dentro de una zona de bosque, no es factible el desarrollo normal de cultivos comunes, pero mediante el manejo apropiado pueden desarrollarse pastizales, áreas forestales o vida silvestre.

Terrenos de sexta clase. Su uso se restringe a pastizales, bosque o vida silvestre.

Las limitaciones que presentan estos terrenos no son posibles de corregir de forma permanente como son pendientes -- muy pronunciadas (25-40%) propiciando una erosión severa de tipo laminar con pérdida del 30 al 60% del horizonte B y/o cárcavas continuas.

Pedregosidad cubriendo el 50 al 70% del área, peligro de inundaciones, poca profundidad efectiva del suelo (10-15 cm), salinidad (mayor de 16 mmhos/cm.), sodicidad (mayor de 60 PSI) o efectos climáticos adversos y severos.

Terrenos de séptima clase. Presentan limitaciones - muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos, restringiéndose su uso para pastos y con limitaciones para árboles o - vida silvestre.

Resulta poco práctico aplicar medidas de mejoramiento además de que sus limitaciones no pueden ser totalmente corregidas.

Terrenos de octava clase. Poseen limitaciones excesivas para su uso en cultivos comerciales, desarrollo de pastizales o explotaciones forestales, por lo que su utilización debe orientarse a fines recreativos, vida silvestre, abastecimiento de agua o para fines estéticos. Las limitaciones que pueden -- presentar los terrenos de octava clase son erosión muy severa - con afloramiento de material rocoso, efectos adversos y muy severos del clima, inundación permanente, pedregosidad, salinidad o sodicidad.

3.6.- Alternativas de manejo del suelo.

En la actualidad, el desarrollo de los sistemas del - manejo y conservación del suelo ha sido significativo, no obs--

tante la poca difusión y muy lenta aplicación en las áreas con graves problemas de erosión.

La conservación del suelo, consideran algunos autores, es la ciencia de usar y tratar el terreno para aumentar su productividad, conservando en él sus características naturales de fecundidad, conservando también los abonos y fertilizantes que el hombre añade y una buena proporción de agua pluvial, elementos que en conjunto son de otro modo arrastrados por las corrientes.

Es esencial tener en cuenta que la conservación depende del uso apropiado de las diversas clases de terrenos y de tratar a cada una según sus necesidades particulares.

De acuerdo con Bennett, la conservación del suelo es la explotación de la tierra dentro de límites económicos practicables, de acuerdo con sus capacidades (debidas a su naturaleza) y sus necesidades (debido a la condición que resulta del modo de explotación por el hombre), con el objetivo de mantenerla en estado productivo permanente. (24)

El mismo autor señala que la conservación del suelo - consiste en salvaguardar todas las clases de tierras situadas - favorablemente desde los puntos de vista climático y topográfico que son útiles para algún objeto contra el empobrecimiento o el desgaste producido por:

- 1.- Erosión.
- 2.- Sedimentación.
- 3.- Agotamiento en el suelo de los elementos nutritivos de las plantas debido a lixiviación, cultivo excesivo o pastoreo desmedido.
- 4.- Acumulación de sales tóxicas. Estado alcalino.
- 5.- Incendios.
- 6.- Mal drenaje.
- 7.- Cultivo inapropiado. Arar conforme a la pendiente.
- 8.- Uso inapropiado de la tierra. Alto porcentaje de pendiente de los terrenos en cultivo.
- 9.- Pérdida de agua de lluvia debida a escurrimientos controlables.
- 10.- Falta de rotación de cultivos, lo que provoca -- una pobre estructura del suelo.

Todas las medidas practicables necesarias para lograr la productividad permanente del suelo, de la que nos habla Bennett, constituyen los instrumentos de conservación, sean utilizados por separado o en combinaciones adecuadas.

La conservación del suelo se consigue:

- 1.- Empleando las prácticas convenientes y las obras necesarias para evitar y controlar la erosión del suelo y el depósito perjudicial de los productos de la propia erosión.

2.- Empleando un mejor laboreo y prácticas mejoradoras de recubrimiento del suelo con hojarasca, etc., y de cultivo para conservación del agua de lluvia necesaria.

3.- Controlando el desagüe para satisfacer las necesidades de drenaje del suelo.

4.- Empleando agua, materia orgánica, abonos, fertilizantes, cal, etc., con el máximo de eficacia y de acuerdo a las necesidades del suelo.

5.- Combinando el drenaje y la irrigación para evitar la acción de sales tóxicas y mejorar el suelo alcalino.

6.- Desaguando, con objeto de evitar el encharcamiento o de mejorar los campos húmedos y los pastos.

7.- Manteniendo el manto de agua a un nivel adecuado mediante diques y bombeo y conservando el nivel del agua mediante desagües y compuertas.

8.- Pasando del cultivo inadecuado (en tierra de gran pendiente, poco profunda, muy erosionada o desfavorable bajo -- cualquier otro aspecto) a la plantación de hierbas, árboles u otro manto protector, con objeto de obtener un mejor uso y una mejor protección del suelo. Adaptando la intensidad del uso -- de los pastizales y otras tierras de pastoreo, de modo que se -- mantenga un manto vegetal suficiente para retener al agua de --

lluvia, conservar una provisión de drenaje adecuado y evitar la erosión.

Dentro de las prácticas de conservación de suelos se distinguen dos grandes grupos: 1) Las prácticas mecánicas y 2) Las prácticas vegetativas, (16)

Las prácticas mecánicas son actividades que se realizan con implementos agrícolas, equipo especial o mano de obra, - consistiendo en realizar movimientos de tierra con la finalidad de disminuir los escurrimientos superficiales y reducir la erosión en terrenos con pendiente. (25)

Respecto a las prácticas vegetativas son las que consideran el desarrollo de plantas o cultivos, con el objeto de mejorar la capacidad productiva de los terrenos y ayudar a disminuir la erosión del suelo. (25)

Algunas de las principales prácticas mecánicas factibles de emplear en las áreas agrícolas son las siguientes:

- Surcado en contorno.
- Terrazas.
- Presas de control de azolves.
- Surcado lister.

El surcado en contorno consiste en trazar los surcos

en forma perpendicular a la pendiente natural del terreno, siguiendo las curvas de nivel. Se recomienda para terrenos con pendientes no mayores del 5% en regiones que no estén sujetas a fuertes precipitaciones y donde los terrenos no sean arcillosos o que descansen sobre un subsuelo impermeable. (25)

Las terrazas son terraplenes o bordos de tierra contruidos perpendicularmente a una pendiente, destinada a contener el escurrimiento o reducir al mínimo la erosión del suelo. (18)

Las presas de control de azolves no pertenecen propiamente a las prácticas mecánicas, pero debido a que en su construcción pueden emplearse materiales del mismo suelo como son piedras, utilizándose además mano de obra, se consideró conveniente incluirla dentro de las prácticas mecánicas.

Según sea el material que se emplee en su construcción, se clasificarán las presas de control de azolves en temporales y permanentes. Su propósito es el de disminuir la velocidad y agua de esorrentía, formándose una capa de sedimento aguas arriba de la estructura, lo que permitirá el establecimiento de una cubierta vegetal que estabilizará totalmente el lecho de la cárcava. (16).

El surcado lister "consiste en una serie de surcos dobles separados por un tope empastado diseñado para retener el agua de lluvia y evitar la erosión al impedir el flujo de los es-

currimientos superficiales". (25) Este tipo de práctica se emplea en las áreas en las que se encuentran establecidos pastizales o se piensan establecer.

Las prácticas vegetativas para las zonas agrícolas son:

- Rotación de cultivos.
- Cultivo en fajas.
- Abonos verdes.
- Cultivos de cobertura.
- Barreras rompevientos.

La rotación de cultivos es el cultivo de cosechas diferentes, de modo alternativo en una misma tierra. (18)

La secuencia de cultivos que constituirá un ciclo de rotación, debe programarse en base a las condiciones ecológicas y económicas de la región. Una rotación bien planeada, presenta ventajas en relación a un sistema simple de monocultivo, tales como: Mejora la fertilidad de los suelos, previene la incidencia de plagas, malezas y enfermedades, controla la erosión del suelo, etc. (16)

El cultivo en fajas se realiza en áreas con pendientes del 2 al 15% llevándose a cabo a través de la pendiente en fajas alternas y de anchura variable, es decir cultivando en contorno. El cultivo en contorno se combina frecuentemente con ro-

tación de cultivos, de tal manera que una franja plantada con un cultivo agotador del suelo y que facilita la erosión, se siembre al siguiente año con una que enriquezca y proteja la franja. (15)

Las ventajas que ofrece esta práctica son: Protección contra la erosión, evitándola hasta en un 60% en terrenos de pendiente moderada y permite aprovechar eficientemente los terrenos de la 2a. a la 4a. clase donde la pendiente puede llegar hasta el 15%. (16)

Los abonos verdes consisten en la siembra de una determinada planta, generalmente leguminosa, cuyo objetivo es su incorporación al suelo durante el inicio de la floración. Las leguminosas poseen la característica de fijar el nitrógeno atmosférico, enriqueciendo al suelo con este elemento necesario para la gran mayoría de las especies vegetales. (16)

Los cultivos de cobertura tienen como finalidad formar y establecer una cubierta vegetal en el terreno para conservarlo y mejorarlo, debiendo establecerse después de la cosecha del cultivo base, evitando que los agentes erosivos produzcan erosión. (16)

Algunas de las ventajas de los cultivos de cobertura consisten en que la vegetación tiene una influencia benéfica en la condición física del suelo superficial, se obtiene el mejora

miento químico del suelo si el cultivo de cobertura es una leguminosa ya que agrega nitrógeno al suelo. Actúan como un almacenamiento temporal de nutrimentos, los cuales son restituidos y liberados al suelo a medida que mueren las plantas. Mejoran la estructura física del subsuelo y en menor grado sus propiedades químicas. Las leguminosas son preferidas como cultivos de cobertura debido a que agregan nitrógeno al suelo y generalmente sus raíces no compiten seriamente con el cultivo principal. (18)

Las barreras rompevientos o arboladas de protección - son fajas o cortinas alargadas formadas por árboles y arbustos vivos, establecida y mantenida para proteger las tierras agrícolas que tienen una superficie mayor que la de un predio agrícola solo. (20) Las cortinas rompevientos constituyen una práctica generalizada para el control de la erosión eólica, lo que -- significa que puede igualmente utilizarse en áreas agrícolas, - de pastizales, desprovista de vegetación y zonas urbanas. (16)

Respecto a las prácticas mecánicas factibles de emplear en las áreas forestales se tiene:

- Presas de control de azolves.
- Apertura de cepas siguiendo las curvas de nivel.
- Sistema zanja-bordo.
 - Zanja - Trinchera.
 - Saucedá 1
 - Saucedá 2

- Sistema de terrazas.
- Terrazas de banco.
- Cauces de desviación, de desagüe.

Como se señaló anteriormente, las presas de control de azolves tienen como propósito fundamental el de disminuir la velocidad del agua de escorrentía, formando una capa de sedimento aguas arriba de la estructura, permitiendo el establecimiento de una cubierta vegetal que estabilizará totalmente el lecho de la cárcava. El establecimiento de las presas de control de azolves en áreas forestales se debe principalmente a la existencia de cárcavas que se han dejado desarrollar a través del tiempo, siendo necesario detener el agua escurrida y el suelo que acarrearán los escurrimientos.

La apertura de cepas siguiendo las curvas de nivel se efectúa determinando puntos a una misma altura sobre la pendiente y construyendo y abriendo cepas sobre la curva resultante.

El sistema zanja y bordo consiste en la construcción de zanjas y bordos en sentido perpendicular a la pendiente.

Este sistema se adapta a terrenos entre 5 y 40% de pendiente, construyéndose a base de mano de obra, con maquinaria o en forma combinada. Tiene una limitante ya que el bordo siempre debe mantenerse con vegetación para consolidarlo. Consiguiéndose al plantar especies forestales o frutales en el bor-

do, y establecer pastos en los lugares del bordo no ocupado. (16)

Las zanjas - trincheras, son una derivación del sistema zanja y bordo, llamadas también tinas ciegas. Su construcción consiste en cepas discontinuas sobre las curvas de nivel, formando un dique divisor entre cepa y cepa, procurando que un tramo de cepa coincida con un tramo ciego de la siguiente curva, colocando el material producto de la excavación aguas abajo, inmediatamente a la cepa construida. (26)

Los sistemas sauceda 1 y 2 son también modificaciones del sistema zanja y bordo, consistiendo en trazar bordos sobre curvas a nivel y a equidistancias dadas por la pendiente. Abriendo cepas aguas arriba del bordo de 0.8 m. de largo por 0.5 m. de ancho y 0.4 m. de profundidad, la cual va disminuyendo conforme se aleja de la cepa, hasta llegar a cero (sistema sauceda 1), y de 0.5 m. de ancho y 0.4 m. de profundidad constante en toda la zanja (sauceda 2). (16)

Estas modificaciones al sistema zanja - bordo permiten aprovechar los escurrimientos y controlar la erosión hídrica, pudiendo utilizarse en zonas áridas, semiáridas y templadas.

Las terrazas son drenes o cauces superficiales contruidos a través de la pendiente de tierras onduladas, diseñados para conducir y sacar el agua del campo. (20)

Para ser eficaces, deberán controlar la corriente de agua antes de que adquiera suficiente velocidad (90 m/seg.) para disgregar y arrastrar el suelo. (15)

Las terrazas reducen la erosión, aumentando la infiltración del agua en el suelo, disminuyendo el volumen de escurrimiento que llega aguas abajo, desaloja los excesos de agua superficial a velocidades no erosivas, reduce el contenido de sedimentos en las aguas de escorrentía y mejora la superficie de los terrenos. (16)

Las terrazas de banco, bancal o escalón son terrazas cuyo frente cae perpendicularmente o verticalmente sobre la superficie horizontal de la terraza próxima, formándose una especie de escalón (27). Este sistema se utiliza ampliamente en arboles frutales y especies forestales donde la producción justifica las fuertes inversiones debidas a su construcción.

Los cauces de desviación de desagüe son canales empastados que conducen las excedentes de agua. Estos cauces pueden estar presentes en el campo de manera natural o pueden ser contruidos tomando en cuenta que la eliminación de las aguas sobrantes no dañe al suelo, para lo cual es necesario tomar en cuenta la localización del cauce, su diseño, cálculo de sus dimensiones, determinación de la forma, la siembra en el lecho del cauce y su protección. (20)

Para las áreas forestales las prácticas vegetativas

son:

- Cobertura vegetal.
- Abonos verdes.
- Barreras rompevientos.
- Reforestación.
- Limpias, cortas de liberación, aclareos, control de incendios, control de plagas y enfermedades, - etc.

El mantenimiento en forma permanente de la cubierta vegetal del bosque, compuesta de tres estratos; el dosel formado por las capas de los árboles, la cubierta denominada soto -- bosque constituida por hierbas y especies arbustivas, y la capa de mantillo y humus formada por residuos vegetales, tales como ramas, hojas, flores, frutos y raíces muertas; proporciona al suelo la protección necesaria para la disminución de la energía de las gotas de lluvia, aumento en la permeabilidad del suelo, reducción de los escurrimientos superficiales y la disminución de la velocidad del viento. (16)

En lugares donde la vegetación herbácea de un bosque se encuentra muy degradada, y dependiendo de las condiciones -- ecológicas de la región, pueden establecerse pastos o leguminosas para proteger el suelo y ser reincorporadas como abonos verdes.

La festuca alta (Alta fescue) tiene un valor conocido

para la conservación de los suelos a causa de su sistema radicular penetrante y de su tolerancia a las condiciones adversas. - Su zona óptima de crecimiento y producción está comprendida entre los 2500 a los 3000 m, tolerando bastante bien la sequía. - (28)

El pasto llamado kikuyo (Pennisetum clandestinum) posee características que le confieren una gran agresividad, ya que es un pasto perenne, postrado, estolonífero y rizomatoso. - La raíz puede alcanzar y extraer humedad hasta profundidades de 5.70 m, por lo que es capaz de soportar estaciones secas más o menos largas. Por su hábito de crecimiento el pasto puede utilizarse en la conservación y recuperación de suelos que han sufrido un proceso de degradación, pues es considerable el aporte de materia orgánica al suelo y tiene un gran potencial para prevenir la erosión eólica e hídrica. (28)

El establecimiento de abonos verdes para el mejoramiento de la fertilidad del suelo es factible ya que existen varias especies de leguminosas cuyo habitat corresponde a las características de la zona donde se localiza el parque nacional Los Remedios.

Dentro de las leguminosas adaptables a las condiciones del área se encuentran; el siratro (Phaseolus atropurpureus) el trébol blanco o trébol ladino (Trifolium repens) y el trébol subterráneo (Trifolium subterraneum) (28)

El trébol subterráneo se destaca por tener un valor - reconocido como planta mejoradora de las condiciones de fertilidad y conservación de suelos. Esta adaptado a una variedad amplia de condiciones climatológicas, entre 325 y 3000 mm. de precipitación. Crece bien sobre una gran variedad de suelos, entre arenosos pobres hasta arcillosos pesados. Es tolerante a - suelos moderadamente ácidos, pero con buena dotación de fósforo. (28).

Las barreras rompevientos pueden cumplir también una función protectora en áreas de bosque que han sido deforestadas y que necesitan ser reforestadas. Las barreras rompevientos en este caso deben estar constituidas por árboles de rápido crecimiento, de gran cantidad de copas que conserven por lo menos -- parte del follaje todo el año, utilización de especies no apetecibles por el ganado o espinosas que restrinjan el ramoneo y resistentes a la sequía. (16)

La reforestación consiste en la formación o establecimiento de una nueva generación de plantas, en sustitución de -- aquellas que por factores naturales o la acción misma del hombre, se ha ido perdiendo (29).

La elección de especies en la reforestación es un aspecto importante ya que dependiendo del objetivo que se trate - de alcanzar, será la elección de especie o especies, por ejemplo:

Para contrarrestar la velocidad del viento es conveniente elegir a especies de follaje persistente como las coníferas; para evitar deslizamientos en lugares con pendientes pronunciadas elegir especies de raíces pivotantes profundas; para evitar la erosión son convenientes las especies hojosas; y para el mejoramiento del suelo especies con raíces pivotantes y caducifolias. (29)

Se deben tener cuidados especiales que consisten en - efectuar limpiezas para regular la composición de masas mixtas al liberar los mejores árboles de los individuos indeseables que los recubran, obstaculicen o dominen. Cortas de liberación de la masa joven que no haya superado la fase de renuevo, de la -- competencia de individuos más viejos, mal desarrollados o de especies indeseables; aclareos realizados después de que la masa ha superado la fase de renuevo, de aquellos árboles cuya permanencia no promete ni produce beneficio alguno. (16)

La protección del bosque contra los agentes que lo -- destruyen, salvaguardando los terrenos de la erosión, mediante la prevención de incendios, control de plagas y enfermedades, - es también un aspecto importante a considerar. (16)

CAPITULO IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

4.1.- Características socioeconómicas.

La información que se presenta a continuación, se relaciona con el municipio de Naucalpan de Juárez, debido a que el par que se encuentra localizado dentro de la influencia territorial del citado municipio.

4.1.1.- Demografía.

Naucalpan de Juárez forma parte del sistema urbano intermunicipal del valle Cuautitlán - Texcoco que se ha ido extendiendo y ha registrado un crecimiento poblacional desmesurado, que a la fecha comprende 6 millones 500 mil habitantes -- que ocupan una extensión territorial de aproximadamente 58 mil hectáreas de suelo urbano. (30)

En los últimos 10 años la tasa anual promedio de crecimiento en el municipio ha sido de 7.7%. La población pasó de 382 mil 471 habitantes en 1980. Para 1983 se estimó en 1 millón 105 mil habitantes (12). Le continuar con esta tendencia, Naucalpan contará para 1988 con una población aproximada de -- 1 millón 615 mil 500 habitantes.

4.1.2.- Actividades económicas.

Naucalpan de Juárez se caracteriza por el predominio del sector terciario, de servicios, en el empleo. Le la población total en 1980 (802,471 habitantes), la población eco

nómicamente activa representó el 28.1%, esto es 225,494 habitantes de los cuales el 4% desempeñaban sus actividades en el sector primario, el 46% en el sector secundario y el 50% en el sector servicios. (12)

4.1.3.- Indicadores socioeconómicos.

Los índices de instalación de infraestructura en Naucalpan son altos. La red de energía eléctrica cubre el 99, 51% del área, el agua potable el 85% y el drenaje el 70%. No obstante, la calidad de los servicios es deficiente, pues se carece de sistemas de almacenamiento y de colectores primarios de drenaje, lo que ocasiona períodos de escasez de agua, así como inundaciones en la época de lluvias.

Los déficits de la infraestructura son más marcados en las colonias populares, localizándose principalmente éstas al poniente del municipio, en donde también se localiza el Parque Nacional Los Remedios.

La vivienda cubre requerimientos aceptables de habitabilidad del orden del 50%.

Los servicios de salud, concentrados en su mayoría en la cabecera municipal son, podría decirse, los necesarios para el área.

El área urbana de Naucalpan se extiende sobre una superficie de 71,190 has. lo que constituye el 37% del territo--

rio municipal. (12)

Los usos urbanos se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Habitacional -----	37.3%
Industrial -----	4.6%
Equipamiento, servicios y comercio ---	2.8%
Infraestructura y equipamiento especial	6.2%
Parques y áreas verdes -----	5.8%
Vialidad -----	17.6%
Areas aptas al desarrollo urbano -----	11.9%
Areas no aptas al desarrollo urbano --	11 %

4.2.- Características físicas.

4.2.1.- Relieve.

El municipio de Naucalpan de Juárez se encuentra situado a 2298 m, sobre el nivel del mar, correspondiendo ésta altura a la cabecera municipal. La diferencia de altitudes en el municipio varía de 2250 m, en el área que ocupa parte del valle de México y parte de las estribaciones montañosas al poniente, hasta 3,600 m, en la cumbre del cerro de La Malinche.

Hacia el Oriente, sus terrenos adoptan la forma de un plano inclinado que reposa sobre el Valle de México; ascendiendo hacia el Poniente para culminar en la cadena montañosa

de Monte Alto que la separa del valle de Toluca.

A partir de San Francisco Chimalpa y Santiago Tepatlaxco, en la parte Occidental, la montaña alcanza su culminación sin dejar espacios para valles, formando profundas barrancas que se convierten en turbulentos ríos en época de lluvias.

Las elevaciones más importantes se encuentran en los límites con Jilotzingo, entre las que destacan El Organo y La Malinche con altitud de 3,600 m.

El área que ocupa el parque nacional Los Remedios es ta incluida dentro de la formación orográfica conocida como -- Sierra de las Cruces, la cual se origina en el Norte de la -- cuenca del valle de México con el nombre de sierra de Tepoztlán, continuando con el nombre de sierra de las Cruces y posteriormente con los nombres de sierra de Monte Alto y Monte Bajo, cuyas ramificaciones se extienden hasta Ixtapan de la Sal.

Desde un punto de vista geomorfológico, encontramos en la sierra de Las Cruces cordilleras volcánicas, barrancas profundas y planicies.

4.2.2.- Agua.

El sistema hidrográfico de Naucalpan de Juárez es bastante pobre, formado por cinco ríos de poca importancia: San Lorenzo, Los Remedios, Cruz Blanca, San Mateo y Río Hondo.

No cuenta con manantiales de importancia: el agua de uso doméstico proviene de pozos. No cuenta tampoco con lagunas, lagos o formaciones naturales de captación de agua.

Lo accidentado del terreno y la pobreza del sistema hidrológico, crean en el municipio graves problemas sobre todo en las colonias populares y zonas marginadas, donde se presentan serias inundaciones durante la época de lluvias.

Los recursos hidrológicos del municipio se pueden dividir en subterráneos y superficiales.

Respecto a las aguas subterráneas presentan las características del valle de México y son en forma general las siguientes:

El material rocoso y vegetal del área lo hacen un lugar con permeabilidad media y sus acuíferos forman parte de la zona vedada, decretada por la SARH, debido a su sobreexplotación.

Por lo que respecta a las aguas superficiales y de acuerdo con Mooser, esta área pertenece a la región hidrológica No. 26 que corresponde a la del río Pánuco, con un cubrimiento aproximado de 11 mil 598 Km². Esta región se divide en cuencas, siendo la cuenca D donde se encuentra el área del parque. Esta cuenca se divide en subcuencas, correspondiendo a la sub-

cuenca P la ubicación del río de Los Remedios, cuyo cauce principal está entubado en partes y abierto en otras. La superficie de la subcuenca P es de aproximadamente 4 mil 900 Km², (31)

Además dentro de la zona del parque nacional Los Remedios se encuentra un pequeño vaso de almacenamiento conocido como presa Tanantongo.

Por lo que respecta al coeficiente de escurrimiento, según datos del Manual de conservación del suelo y del agua, - le corresponde un coeficiente de escurrimiento del 60% por tener topografía escarpada (entre 10 y 40% de pendiente), vegetación de bosque y textura de suelo fina.

4.2.3.- Clima.

El clima a nivel municipal es, según E. García, el más seco de los templados subhúmedos, con lluvias en verano, o sea C (w₀) b (1'). La temperatura del mes más caliente es - mayor a 6.5°C y la del mes más frío entre -3 y 18°C. Los meses más calurosos se presentan en marzo, abril, mayo y junio. El régimen de lluvias se presenta en los meses de junio a septiembre. (32)

Las lluvias de verano presentan un coeficiente P/T - (precipitación/temperatura) menor de 43.2 el porcentaje de lluvias invernal es de 1/5 de la anual.

Las lluvias de verano son abundantes y pueden alcanzar intensidades de carácter torrencial en la porción occidental del municipio, mientras que en el resto del año son irregulares y en el mejor de los casos escasas. La precipitación -- anual promedio es de 777 mm, (Fig. 4)

Según la información de las siete estaciones meteorológicas en el área de Naucalpan, operadas por la SARH y el - Servicio Meteorológico Nacional, la especificación de los fenómenos meteorológicos más importante, observados en un período de 8 años, 1961 a 1965, se distribuyen en la forma siguiente:

Temperatura media -----	15,9°C
Temperatura media extrema -----	32,5°C
Temperatura mínima extrema -----	-3,2°C
Lluvia total -----	816,7 mm.
Lluvia máxima en 24 horas -----	45,3 mm.
Vientos dominantes -----	De N a S
Velocidad del viento -----	0,90 m/seg.

A continuación se presenta el diagrama ombrotérmico de Naucalpan que nos muestra la duración de la época seca del año y los meses húmedos, según el método de Bagnouls y Gausen, citado por Rzedowski. (33) (Fig. 5)

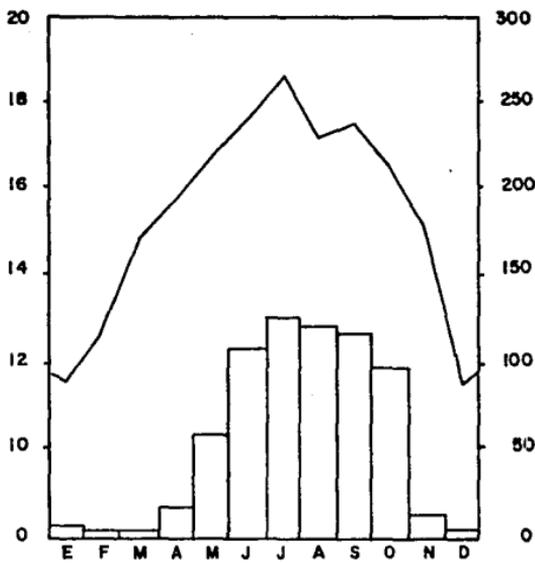
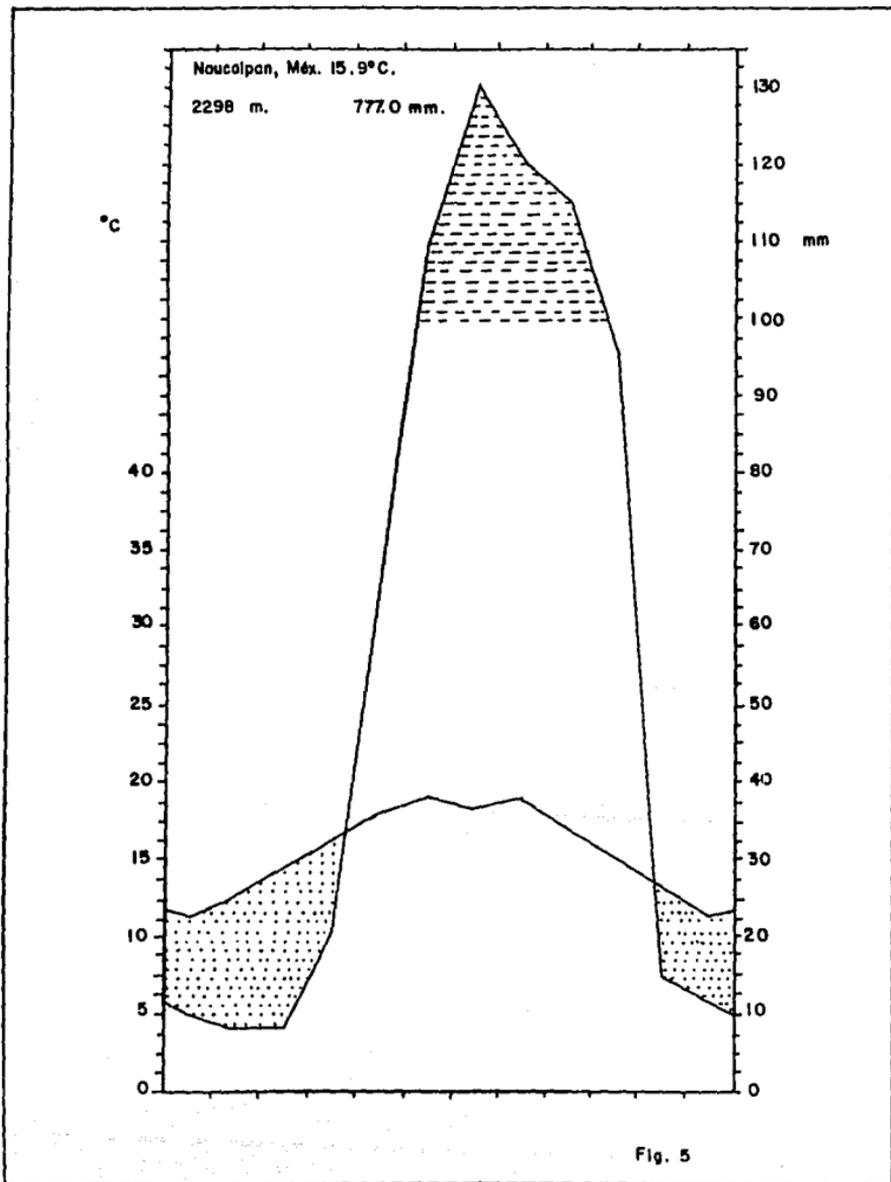


Fig. 4. Climograma. Naucolpan, Estado de México.



4.2.4.- Vegetación.

La vegetación presente en el área dentro de la que se encuentra el parque, pertenece a zonas donde hubo desarrollo -- primario de pastizal. Mismo que al estar sujeto a presiones de carácter poblacional, han sido sustituidos por otros aprovechamientos en el uso del suelo, tales como centros urbanos, complejos industriales, zonas agropecuarias, etc.

Hoy en día, la actividad humana desplegada sobre estas áreas ha propiciado la extinción casi total de este tipo de vegetación; la cual se ha venido complementando con plantaciones de elementos exóticos, gran cantidad de semilla transportadas en el suelo depositado en el área.

La relación medio ambiente-hombre, desarrollada en -- forma profusa e irracional ha venido, con el paso del tiempo, -- creando una situación caótica que amenaza con extinguir la ya -- de por sí escasa área de arbolado que aún conserva el Parque.

Según información contenida en la carta de uso del -- suelo de DTENAL, escala 1: 50,000, dentro del área del Parque -- se observa la siguiente vegetación:

Cerro Moctezuma: Bosque natural artificial de latifoliadas (Eucalipto) y bosque natural de latifoliadas (pirul),

Cerro del Ocotillo: Bosque natural artificial de lati

foliadas (Eucalipto) y bosque natural artificial de coníferas (Cedro blanco).

Loma de Los Remedios: Bosque natural artificial de latifoliadas (Eucalipto).

Zona de la Presa Tenantongo: Bosque natural artificial de latifoliadas (Fresno), pastizal inducido y vegetación secundaria de matorral inerme.

San Juan Totoltepec: Vegetación secundaria de matorral inerme.

Con el objeto de contar con mayor información, respecto a la vegetación del Parque, se inició en el año 1984 el inventario florístico del área.

A continuación se presenta el avance del citado inventario florístico del Parque, mencionando familia, género y especie.

Considerando sólo las especies representativas y de utilidad para el suelo en el Parque.

Familia Gramineae.

Subfamilia Panicoideae

Tribu Laniceae.

Setaria geniculata. "Zacate cerdoso", "zacate gusano".

Herbácea.

Subfamilia Poideae.

Tribu Agrostideae.

Echnichloa cruspavonis, "Teozintle", "zacate camalote", Herbáceo.

Muhlenbergia rigida, "Zacatón", Herbáceo.

M. robusta, "Zacatón", Herbáceo.

Sporobolus indicus, "Zacate del llano", "zacate de sabana", Herbáceo.

Tribu Chlorideae.

Cynodon dactylon, "Pata de gallo", "grama", Herbáceo.

Chloris virgata, "Zacate", Herbáceo.

Bouteloua curtipendula, "Zacate", Herbáceo.

B. gracilis, "Zacate navajita", Herbáceo.

Familia Lauraceae.

Laurus nobilis, "Rosa laurel", Arbustivo

Familia Crassulaceae.

Subfamilia Mimosoideae.

Prosopis juliflora, "Mezquite", Arbustivo

Acacia farnesiana, "Huizache", Arbustivo

Familia Anacardiaceae.

Schinus molle, "Pirul", Arbóreo.

Familia Olaceae.

Fraxinus udhei, "Fresno", Arbóreo

Familia Myrtaceae.

Eucalyptus sp. "Eucalipto", Arbóreo,

Familia Casuarinaceae.

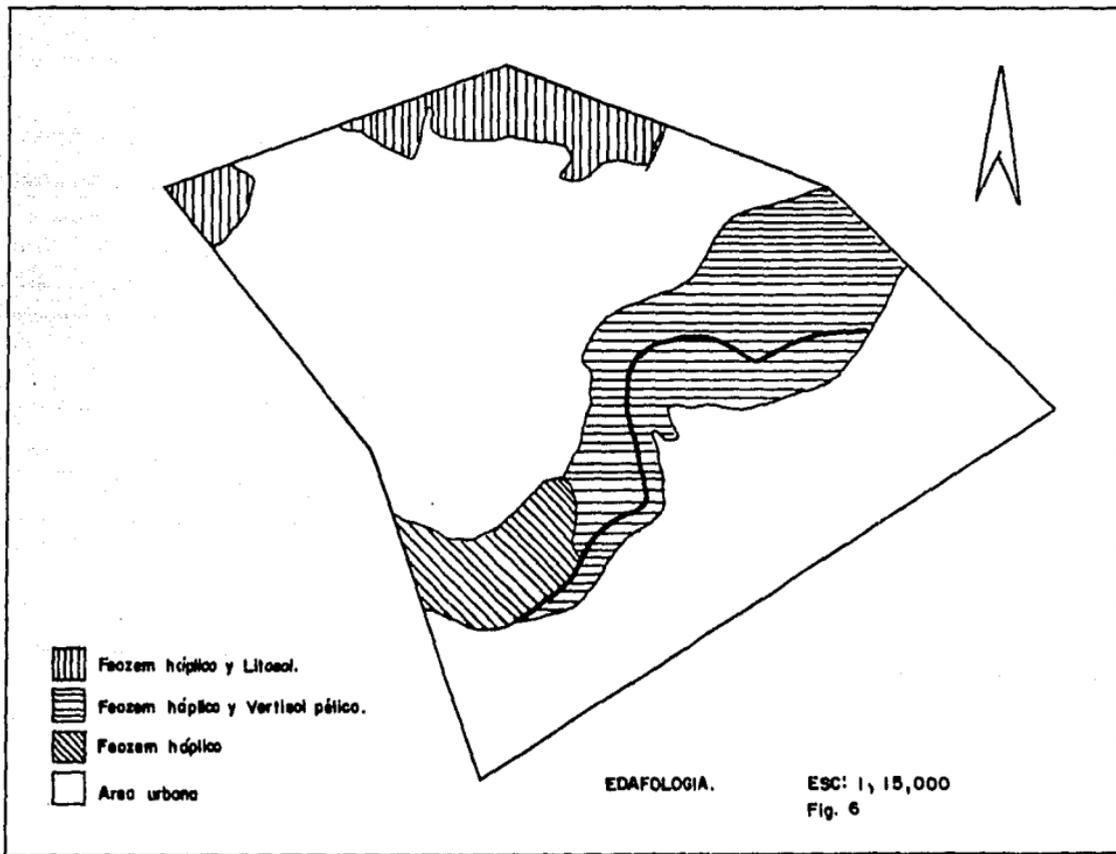
Casuarina equisetifolia, "Casuarina", Arbóreo,

4.2.5.- Suelo.

En forma general, el Parque presenta dos tipos principales de suelos; el Feozem háplico y el Vertisol pélico, según la clasificación de la FAO-UNESCO modificada por CETENAL. (34) (Fig. 6)

El tipo de suelo Feozem háplico pertenece a los suelos llamados pardos simples y se localizan en varias condiciones climáticas, desde zonas semiáridas, hasta templadas o tropicales - lluviosas. Topográficamente se localiza en terrenos planos o montañosos. En condiciones naturales pueden presentar cualquier tipo de vegetación. Su característica principal es una capa superior oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes. -- Los feozems que se presentan en laderas y pendientes tienen un potencial productivo regular y se erosionan con mucha facilidad. Son suelos permeables.

En cuanto al suelo de tipo Vertisol pélico, se caracteriza por ser un suelo que al perder humedad se agrieta, y las partículas superficiales de éste se van depositando a través de las grietas, en el fondo del "perfil", presentándose un fenóme-



fenómeno de inversión. Estos suelos son de coloración negra o gris oscura. Son suelos arcillosos, pesados, de textura fina, muy impermeables. Se localizan en las áreas bajas o de pie de monte.

Dentro del Parque los suelos del tipo Feozem háplico se localizan en las áreas cerriles del Cerro Moctezuma, Cerro del Ocotillo y en la Loma de los Remedios.

El Vertisol pélico se localiza principalmente en la zona de la presa y en el cauce del Río de Los Remedios que atraviesa el área del Parque.

Mitastein (35), realizó un perfil de suelo en un área aledaña al Parque, en base al cual describe las características físicas del suelo, las que a continuación se presentan:

Textura	Migajón arcilloso
Estructura	Granular.
Permeabilidad	Buena.
Color	Café amarillo.
Drenaje	Bueno
Pendiente del perfil	4 %

En particular, la situación del suelo en el Parque ha sufrido cambios fuertes. La erosión ha sido uno de esos cambios, debido al uso que se le ha dado y al depósito de material,

suelo, extraído de vasos de almacenamiento cercanos al área, - con gran contenido de plásticos, latas, etc., es decir suelos fuertemente contaminado.

Geológicamente se localizan materiales de la edad mezozoica y cenozoica; rocas ígneas (lava, tobas, basaltos, riolitas, andesitas), rocas sedimentarias (clásticas, calizas, conglomérados y lutitas, tobas y materiales detríticos) rocas metamórficas (gneiss, esquistos, filitas, mármoles y cuarcitas).

La sierra de las Cruces forma parte de sierras mayores que iniciaron su formación a finales del Mioceno. Son producto de efusiones volcánicas de andesitas y dacitas característicamente porfiríticas.

De acuerdo con Mitastein, a medida que ascendemos a la región de las Lomas, las tobas detríticas se cargan de material arcilloso y cambian de color por la descomposición superficial de las andesitas por el acarreo de sus productos. (35)

En algunas partes de la zona, se encuentra una toba gris comúnmente llamada cantera y que está cubierta en varios puntos por brechas pomosas pliocénicas y tobas cuaternarias. - Las tobas son materiales detríticos volcánicos (tepetate), producidos durante las erupciones, interviniendo el agua en su sedimentación. (23)

En la parte montañosa del municipio de Naucalpan, los terrenos están formados por rocas efusivas de las épocas terciaria y cuaternaria, que tuvieron su origen, en tres épocas sucesivas de actividad volcánica. Las rocas correspondientes a las dos primeras épocas son del tipo andesítico y las originadas en la tercera época son basálticas.

La parte inferior de los terrenos esta constituida -- por suaves y prolongadas llanuras, las cuales se encuentran formadas fundamentalmente por capas sedimentarias originadas por -- el continuo deslave de los montes que lo circundan. Este material fué rellinando las depresiones, conjuntamente con la gran cantidad de cenizas volcánicas que fueron arrastradas por el -- agua, corrientes de lodos volcánicos y con lluvia directa al -- ser lanzado por las erupciones.

También se localizan terrenos del cuaternario dentro del municipio, constituidos por los productos de alteración de -- las rocas circundantes y capas de cenizas que fueron arrastradas junto con material volcánico y depositado en los valles o en los cauces de los ríos.

CAPITULO V. MATERIALES Y METODOS.

5.1.- Reconocimiento del área.

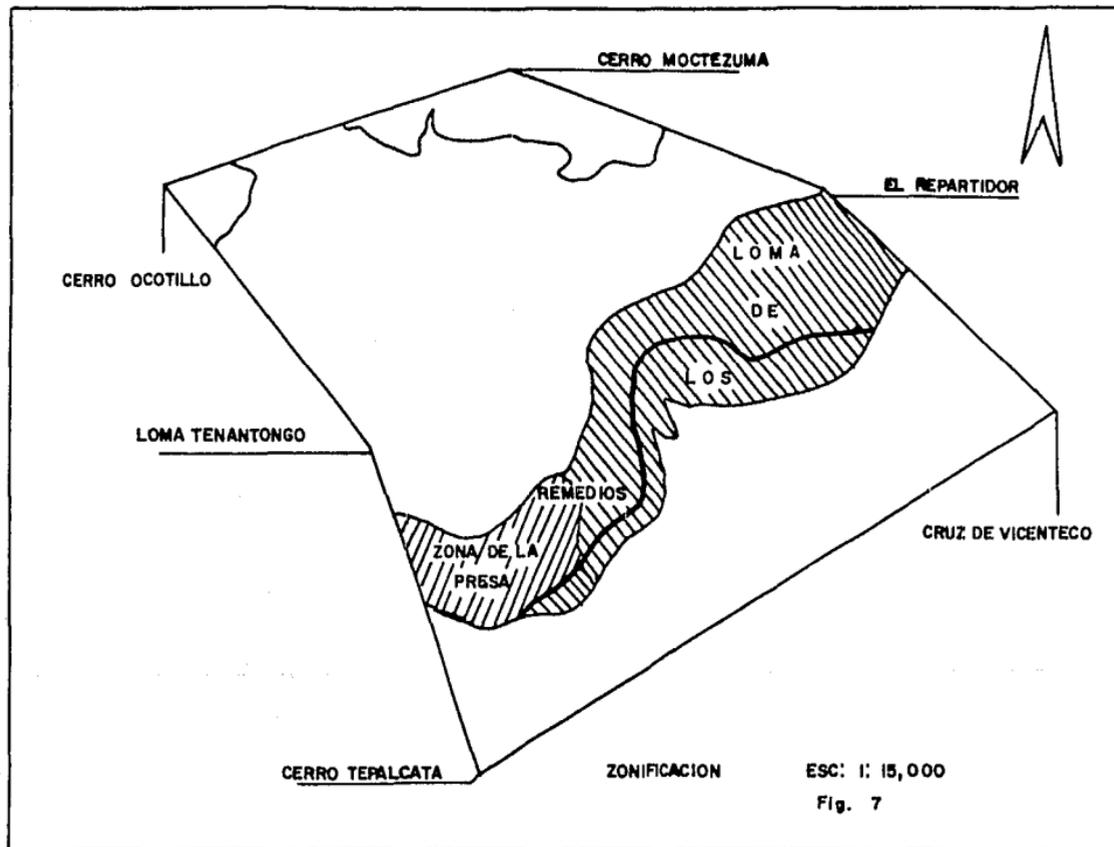
Con el objeto de contar con mayor información respecto a las características topográficas del parque, se efectuaron observaciones en las áreas que a continuación se señalan, las cuales constituyen en la actualidad la superficie que aún conserva vegetación.

Cerro Moctezuma.
Cerro Ocotillo.
Presa Tenantongo
Loma de Los Remedios.

Para su determinación se llevó a cabo una serie de recorridos, con la finalidad de zonificar la continuidad topográfica del área del parque. Se tomó en cuenta principalmente el grado de la pendiente para definir la zonificación. (Fig. 7)

La medición de las pendientes se llevó a cabo con un clisímetro, realizándose varias lecturas en el sentido principal de la pendiente.

Respecto a la profundidad del suelo, se cavaron ceppas cada 50 metros siguiendo el sentido de la pendiente en los sitios más representativos de cada zona.



5.2.- Análisis de la problemática que limita el uso del suelo en el parque nacional Los Remedios.

Con base en la información existente sobre el parque, es factible efectuar un análisis de los factores limitantes del uso del suelo. Para poder llevar a cabo dicho análisis se procedió a revisar la cartografía publicada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), complementándose con observaciones directas de los aspectos de relieve, pendiente, profundidad del suelo, etc., observaciones que se plantearon en el punto 5.1, y la determinación de los factores auxiliares tales como textura, permeabilidad y reacción del suelo (pH).

5.3.- Elaboración del plano de clasificación de tierras según su capacidad de uso.

No obstante existir el plano de uso potencial del área del parque, editado por el INEGI, se consideró que para el objetivo que persigue el presente trabajo, se requiere detallar la clasificación de suelos para estar en condiciones de detallar las prácticas de manejo factibles de efectuar en el área, se recurrió al empleo de fotografías aéreas de la zona a escala 1 a 15 mil (1 : 15,000), obtenidas en la Compañía Mexicana - Aerofoto, S.A.

Se procedió a la fotointerpretación de dicho material, señalándose los caminos, zonas urbanas, el Río de los Remedios, la presa Tenantongo, así como las zonas con mayores problemas -

de erosión, las áreas con pendiente uniforme, etc. Con esta información fué posible delimitar las clases de terrenos y seleccionar puntos representativos de verificación.

Con base en la delimitación y selección de puntos de verificación se comprobaron aspectos relativos a pendiente, relieve, pedregosidad, profundidad del suelo, erosión, etc.

Los resultados finales permitieron asignar a cada clase de terreno los factores limitantes que los afectan.

5.4. Selección de prácticas de manejo de suelos de acuerdo a las condiciones ecológicas del parque nacional Los Remedios.

Para la selección de prácticas de manejo del suelo en el parque nacional Los Remedios, se consideraron las observaciones efectuadas en el área, planteadas anteriormente, tomando en cuenta que uno de los principios básicos para el control de la erosión en terrenos forestales es mantener en forma permanente la cubierta vegetal.

CAPITULO VI. RESULTADOS.

6.1.- Tipos de erosión que afectan al Parque Nacional Los Remedios.

A continuación se presentan los resultados de las observaciones efectuadas en cada una de las zonas definidas en el capítulo 5.1.

Predominantemente se observaron efectos producidos por la erosión hídrica, no siendo significativas las manifestaciones de la erosión eólica.

Cerro Moctezuma.

En esta zona se observó la formación de canalillos, debido a la naturaleza del suelo en dicha área, pues presenta gran cantidad de piedras y una cubierta vegetal moderada.

Cerro Ocotillo.

La erosión presente en esta área es mayor a la observada en el cerro Moctezuma, debido a la baja densidad del arbolado presente ya que la pendiente es más pronunciada, presentando una mayor cantidad de afloramientos rocosos.

Presa Tenantongo.

Esta zona incluye el cauce del río Los Remedios que atraviesa parte del Parque, observándose manifestaciones de erosión hídrica consistentes principalmente en cárcavas en las

márgenes del cauce.

En esta zona se han llevado a cabo extracciones de bloques de cantera gris, dando como resultado la formación de barrancas en donde escurre gran cantidad de agua, produciendo se erosión por caída.

Loma de los Remedios.

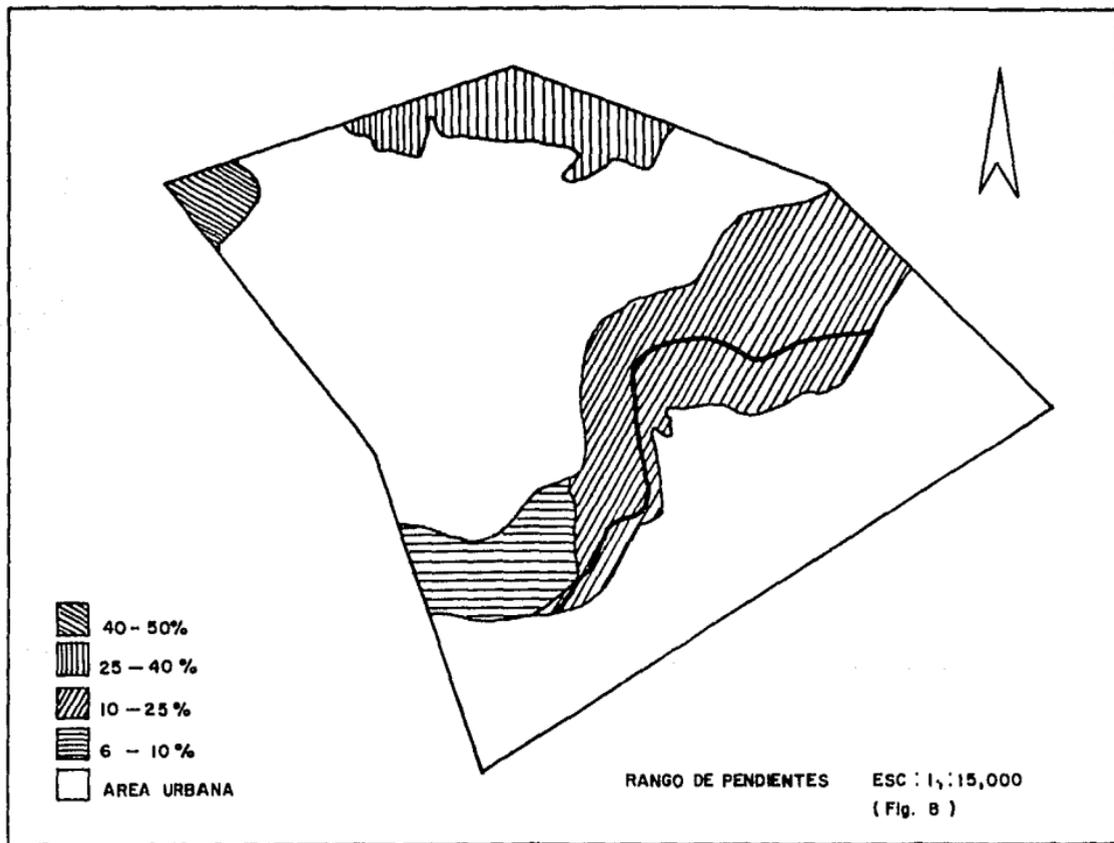
Es el área de mayor extensión, presentándose erosión hídrica con la formación de cárcavas localizadas arriba y abajo de la carretera que divide a la loma, así como erosión en pedestales, observados en la zona aledaña al Santuario de Los Remedios que se localiza en la parte más alta de la loma y erosión en pináculos en la zona aledaña a la antigua administración del Parque.

6.2.- Factores que influyen en el proceso erosivo en el área de estudio.

6.2.1.- Topografía.

Los terrenos dentro del Parque adoptan una forma semiplana en áreas correspondientes a la loma de Los Remedios con pendientes del 10 al 25% en promedio, existiendo áreas pequeñas con pendientes superiores localizadas en la zona baja adjunta a la carretera que atraviesa el Parque y la zona correspondiente al cauce del Río de Los Remedios. (Fig. 8)

En cuanto a las pendientes detectadas en el cerro -



Moctezuma son del orden del 25 al 40% y en el cerro de la Chiluca son aún más fuertes, del orden del 40 al 50%. En la zona de la presa las pendientes son las más suaves de toda el área siendo del orden del 6 al 10%.

La influencia de la pendiente en la erosión detectada en el Parque es considerable ya que existen áreas bien localizadas en las que el afloramiento de tepetate está presente, en donde los escurrimientos en época de lluvias son fuertes y han afectado ambos márgenes de estas zonas.

El proceso erosivo es más patente en el cerro del Ocotillo o de la Chiluca y en el cerro Moctezuma, en donde las pendientes son más fuertes, asociándose la pendiente del terreno con otros factores para dar como resultado el grado de erosión que se presenta: fuerte en el cerro del Ocotillo y moderada en el cerro Moctezuma.

En el resto del área, el proceso erosivo es menor - debido a la suavidad de la pendiente, no obstante se localizan áreas en las que el afloramiento del tepetate es totalmente visible, siendo erosión de tipo laminar. En algunas otras zonas de esta misma área se observa la formación de pequeñas cárcavas localizadas en las partes donde se ha depositado suelo de desazolve de los vasos de almacenamiento cercanos al Parque.

6.2.2.- Clima.

La precipitación presenta características en la porción occidental del municipio que le confieren un gran poder erosivo. El período de lluvias, presente de Junio a septiembre, es abundante, llegando a alcanzar intensidades de carácter torrencial, precipitando gran cantidad de agua en períodos de tiempo cortos, confiriéndole una gran energía .

Respecto a la temperatura y sus consecuencias, la evaporación y transpiración, no son factores determinantes en el proceso erosivo en esta área, ya que las temperaturas registradas a lo largo del año y sobre todo en la época de lluvias, no presentan gran variación.

La influencia que la temperatura ejerce sobre la descomposición de la materia orgánica no es de considerarse, debido a que la principal fuente de material vegetal a incorporarse al suelo son las hojas de eucalipto. La consistencia coriácea de estas hojas evita que la descomposición sea rápida, por lo que es necesario un período de tiempo mucho muy prolongado para su descomposición e incorporación al suelo.

6.2.3.- Suelo.

El suelo del área presenta poca variabilidad, - pues como ya se mencionó son dos los tipos de suelo principales localizados en el Parque: Feozem háplico y Vertisol pélico, otro tipo de suelo presente en el área, aunque con menor

superficie es el litosol.

En el cerro Moctezuma encontramos al suelo de tipo Feozem háplico asociado al Litosol los cuales presentan textura media y profundidad efectiva del suelo de 15 a 25 cm.

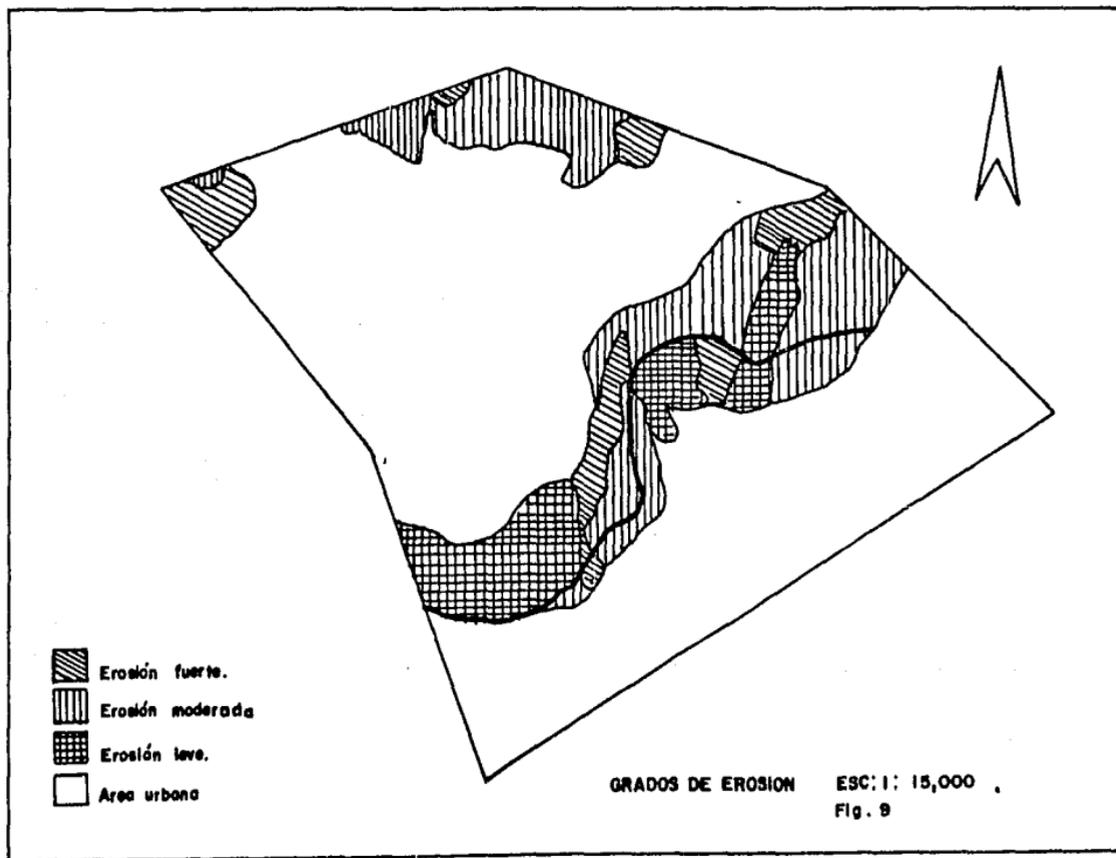
La erosión detectada en esa zona es moderada debido a el tipo de textura que presenta y a las características del suelo de tipo Feozem háplico por ser permeable, tiene una capa rica de materia orgánica y nutrientes. (Fig. 9)

En la zona denominada loma de Los Remedios se encuentra al tipo de suelo Feozem háplico asociado con el Vertisol - pélico con textura fina y una profundidad efectiva de 15 a 25 cm.

La erosión detectada en esta zona es variable, estando presentes los tres tipos, moderada, leve y fuerte.

La erosión fuerte se manifiesta claramente ya que se encuentran superficies con afloramiento de tepetate. La superficie con este grado de erosión es de aproximadamente el 20% del total de esta zona.

Un 60% de esta zona se encuentra afectado por la erosión en grado moderado, presentándose en forma de pequeñas - - cárcavas que miden de 60 a 90 cm, de ancho por 60 cm, de profundidad, localizadas en el suelo que ha sido incorporado por



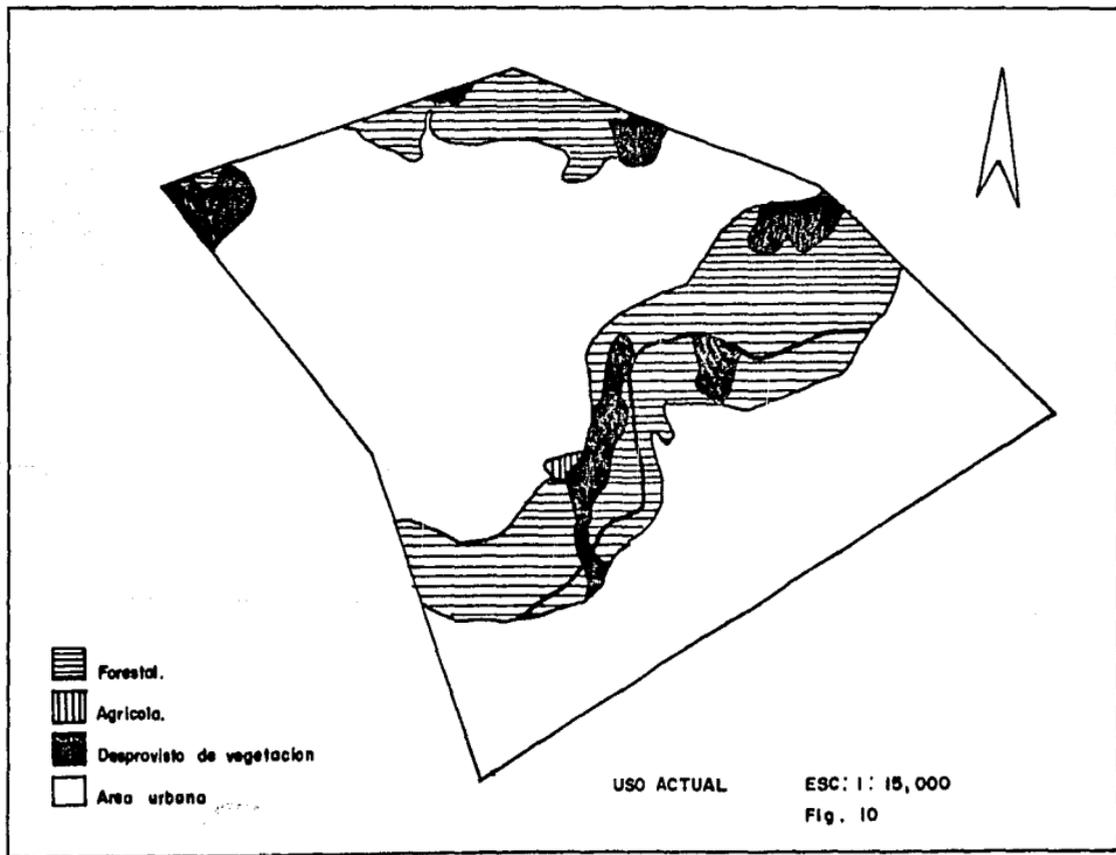
el depósito de desazolves de los vasos de almacenamiento cercanos al Parque.

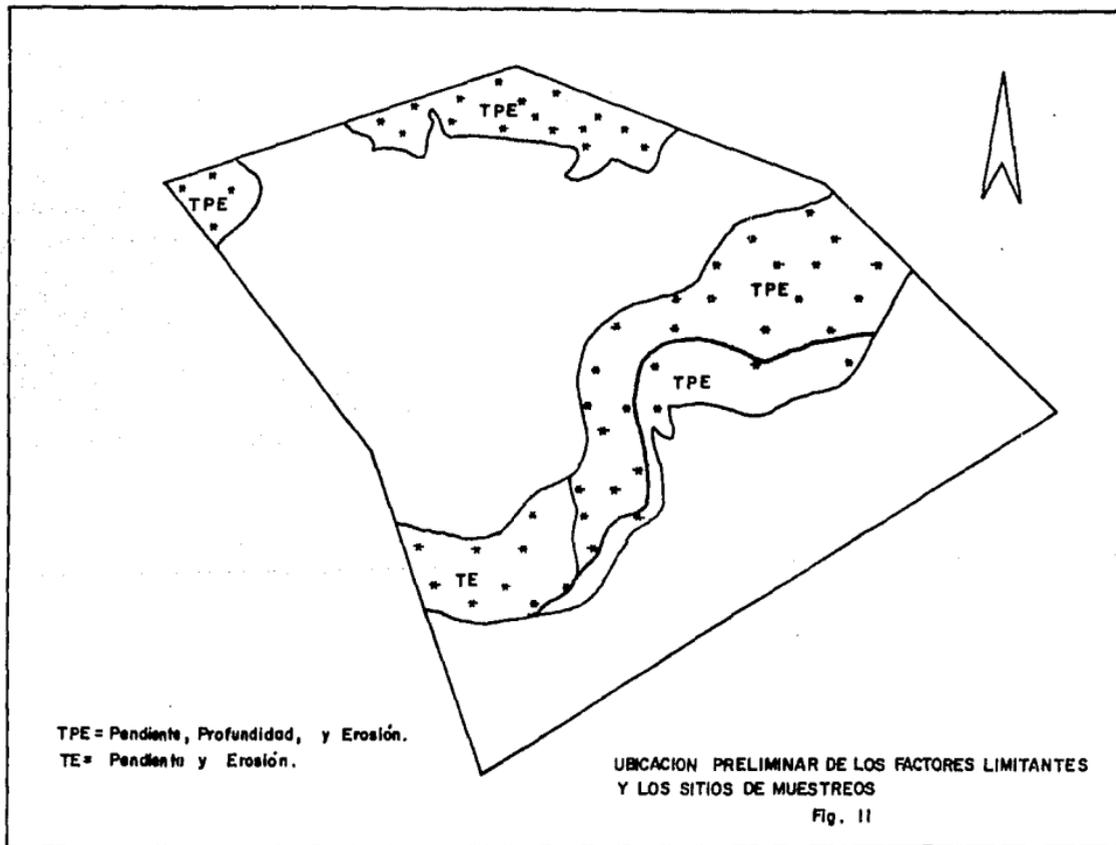
El 20% restante de esta área presenta una erosión leve, por localizarse en áreas con pendientes muy suaves, en las zonas más bajas de las lomas con acumulación de humedad y gran desarrollo de la vegetación.

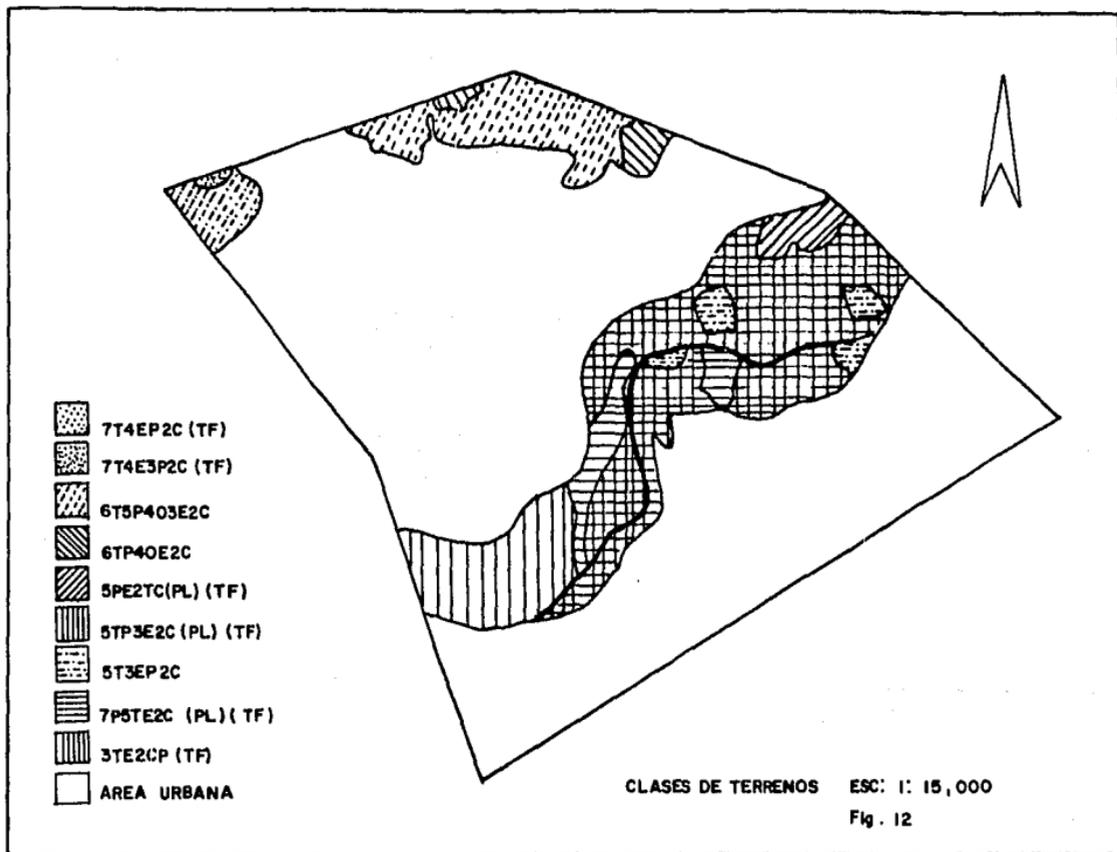
El tipo de suelo Vertisol pélico presente en esta zona caracterizado por suelos arcillosos, pesados, de textura fina y muy impermeables, se localiza en pequeñas partes en las que se encuentra más erosionado el suelo.

Respecto a la zona de la presa en la que se presenta el tipo de suelo Feozem háplico, la erosión no se ha manifestado en gran forma ya que el desarrollo de la vegetación ha sido bastante vigoroso por la influencia que tiene el vaso de almacenamiento, que ha mantenido la humedad necesaria para el sostenimiento del arbolado. La erosión detectada en esta zona ha sido producida por la extracción de materiales para la elaboración de artículos de ornato de cantera gris y a la mala operación y mantenimiento del mismo vaso regulador y en general del sistema hidráulico de Naucalpan.

La textura fina del suelo ha favorecido en parte la erosión, detectándose cárcavas de tamaño pequeño a mediano.







En cuanto al cerro del Ocotillo encontramos los mismos tipos de suelos que en el cerro Moctezuma: Feozem háplico y litosol, aunque con textura fina; lo que aunado a las actividades de carácter extractivo, la pronunciada pendiente de más de 40% y al desarrollo habitacional han producido erosión en grado fuerte en la mayor parte del cerro, (Fig. 9).

6.2.4.- Vegetación.

De acuerdo al plano de uso actual del suelo, aproximadamente el 10% de la superficie total con la que cuenta el Parque se encuentra desprovista de vegetación arbórea; debido a desmontes efectuados con diversos fines, lo que ha ocasionado aún más erosión producida por los escurrimientos que no han tenido obstáculo alguno para aminorar su velocidad y por la propia precipitación que choca con toda su energía de caída sobre el suelo desnudo. (Fig. 10)

Es en éstas áreas en donde se localiza la erosión de mayor grado, entre las que se localizan el cerro del Ocotillo, una pequeña área bajo el Santuario de Los Remedios, los campos deportivos y la zona aledaña al área de la presa.

El resto del área, correspondiente al cerro de Moctezuma y la loma de Los Remedios se encuentra medianamente protegida con una cubierta arbórea poco densa, compuesta por eucalipto en su mayor parte, pirúl, vegetación arbustiva y herbácea. En esta área, la erosión en grado moderado ha sido produ

cida, debido entre otros factores ya mencionados, por las características de las hojas del eucalipto, ya que gran parte de la hojarasca producida por el eucalipto es arrastrada antes de que se lleve a cabo su descomposición e incluso antes de que pueda formar agregados y pueda ser reincorporada al suelo posteriormente. Algunas plantas de tipo arbustivo o herbáceo se encuentran en desventaja o su desarrollo simplemente no es factible en las zonas cercanas al eucalipto debido a la alelopatía que lo caracteriza. Por otra parte, la densidad arbórea es baja lo que ha favorecido la poca protección contra el choque de las gotas de agua de lluvia.

Por último, la zona de la presa presenta las mejores condiciones en cuanto a vegetación se refiere, predominando el Fresno sobre el eucalipto y con una densidad arbórea mayor que en cualquier otra zona del Parque.

El desarrollo de la vegetación en esta zona es el más vigoroso de todo el Parque, ya que las condiciones de humedad, suelo y topografía son bastante favorables, incluso el desarrollo en altura y grosor de los árboles en estas zonas es considerable en algunos casos.

6.3.- Plano de clasificación de tierras según su capacidad de uso.

Para la elaboración del plano de clasificación de tierras, se procedió a delimitar todos aquellos detalles visi-

bles en las fotografías aéreas, con el auxilio de un estereoscopio de espejos. Tales como, áreas con pendiente uniforme, - desprovistas de vegetación, carreteras, la presa y el río de - Los Remedios, etc. Las zonas urbanas e industriales se obviaron con la finalidad de hacer un manejo más claro de los croquis. Subsecuentemente se fijaron puntos de verificación en - los que se efectuaron observaciones tales como pendiente, profundidad del suelo, erosión, observaciones para estimar el pH - por medio de papel indicador y textura del suelo por medio del tacto, ya que no fué posible muestrear el suelo y analizarlo - en el laboratorio. (Fig. 11)

En base a la labor anterior se corrigieron los límites trazados de acuerdo a las observaciones obtenidas de los factores limitantes.

Finalmente se realizó el plano de tierras según su - capacidad de uso, clasificando a cada una de las zonas en base a las limitaciones de uso. (Fig. 12)

Una de las zonas que resultaron más homogéneas fué - la zona de la presa Tonantongo, cuyo rango de pendientes (T) - varía del 6 al 10%, con erosión laminar (E) moderada, profundidad efectiva del suelo (P) de 50 a 100 cm, y textura fina (TF)

La zona del cerro Moctezuma muestra cierta variación teniendo en su mayor parte pendientes fuertes del orden del 25

al 40%, con una profundidad de suelo entre 15 y 25 cm, con obstrucciones o pedregosidad (0), que cubren del 15 al 35% de su área y un grado de erosión moderado. En ésta misma zona se localizan dos pequeñas partes con pendientes fuertes del orden del 40 al 100%, profundidad efectiva del suelo de 10 a 15 cm, también con una cubierta pedregosa cubriendo del 15 al 35% de su área y una erosión laminar fuerte.

En el cerro del Ocotillo se detectaron las condiciones más severas en cuanto al uso de la tierra, ya que la pendiente en esta área es del orden del 40 al 100%, con una erosión laminar fuerte y una profundidad efectiva del suelo que varía de 25 a 35 cm, en su mayor área, de 35 a 50 cm, de profundidad de suelo en una pequeña área cubierta moderadamente de vegetación.

La mayor variabilidad está presente en la zona denominada loma de Los Remedios en la que se detectaron cuatro clasificaciones de suelos.

La clasificación en la que se encuentra la mayor parte de esta área tiene una pendiente del 15 al 25%, profundidad efectiva del suelo de 15 a 25 cm, con una erosión laminar moderada con pérdida del 25 al 75% del horizonte A, con permeabilidad lenta y textura fina. Enseguida, en orden de importancia en cuanto a superficie, se encuentra una zona con pendiente similar a la zona anterior, profundidad de suelo menor de 10 cm.

y una erosión laminar fuerte con pérdidas de 0 a 30% del horizonte B, permeabilidad lenta y textura fina.

Existen en esta zona pequeñas áreas en las que se ha depositado material de desazolve de los vasos de almacenamiento cercanos al Parque, en donde la pendiente es del 15 al 25% profundidad efectiva del suelo entre 50 y 100 cm. y una erosión laminar moderada, no pudiéndose hablar de horizonte en estas partes ya que no es suelo formado in situ.

Por último, existe una zona que ha sido modificada, deforestándola y nivelándola, para transformarla de bosque a campos de fútbol, que presenta una profundidad efectiva del suelo de 15 a 25 cm. y una erosión laminar muy fuerte con formación de canales o cárcavas con separaciones menores a 30 m., permeabilidad lenta y textura fina.

Toda el área del Parque antes clasificada se encuentra afectada por la deficiencia de agua ya que la precipitación en la zona se ubica entre los 600 a 800 mm. anuales.

CAPITULO VII. Discusión de resultados y alternativas de manejo del suelo en el Parque Nacional Los Remedios.

Los principales factores limitantes presentes en el área de estudio fueron: pendiente, profundidad efectiva del suelo, pedregosidad, deficiencia de agua y erosión.

Las condiciones en las que se encuentra el suelo y la vegetación son críticas, si tomamos en cuenta que el efecto producido por los factores limitantes ha sido bastante fuerte.

Las pendientes observadas en el área van de moderadas a escarpadas. La profundidad efectiva del suelo en la mayor parte del Parque se puede considerar como superficial, con una capa dura de tepetate subyacente. La precipitación que se presenta en los meses de junio a septiembre presenta características torrenciales; es decir, lluvias con alto volumen precipitado en un período de tiempo relativamente corto y la erosión resultante es de grado leve a grado fuerte.

La deforestación realizada a través del tiempo, el pastoreo observado que daña a la vegetación arbustiva y herbácea y la mala administración del área, han contribuido a acrecentar el problema de la erosión, no sólo en el Parque Nacional, sino en toda la parte poniente del municipio de Naucalpan de Juárez.

Las prácticas de manejo del suelo adecuadas para el área de estudio deben ser consideradas tomando en cuenta los factores limitantes presentes en el Parque Nacional.

Considerando que el área de estudio se localiza dentro de lo que es un bosque, las alternativas de manejo del suelo planteadas, deben tener como objetivos principales el proteger y mejorar al suelo, propiciando el desarrollo de la vegetación, controlar la erosión hídrica, incrementar la infiltración del agua en el suelo y encauzar los escurrimientos. En áreas forestales las prácticas de manejo del suelo están orientadas principalmente a favorecer al máximo las prácticas de reforestación.

Tomando en cuenta las condiciones ecológicas presentes en el área, los sistemas de manejo del suelo propuestos deben tratar de no alterar, en la medida de lo posible, las condiciones actuales del suelo y la vegetación.

Dentro de las prácticas de conservación mencionadas para las áreas forestales, (mecánicas y vegetativas) son factibles de emplear las siguientes:

Prácticas Mecánicas.

- Presas de control de azolves.
- Apertura de cepas siguiendo las curvas de nivel.
- Sistema zanja-bordo.

- . Zanja trinchera.
- . Saucedá 1
- . Saucedá 2

Prácticas vegetativas.

- Cobertura vegetal
- Abonos verdes
- Reforestación.
- . Limpías, aclareos, control de incendios, control de plagas y enfermedades.

Dentro de las prácticas mecánicas, las presas de control de azolves deben construirse en las grandes cárcavas presentes en la parte baja de la loma de Los Remedios; la apertura de cepas siguiendo las curvas de nivel pueden efectuarse en las zonas en que la profundidad del suelo sea buena, es decir mayor de 40 centímetros; el sistema zanja-bordo y sus variantes pueden construirse en aquellas áreas que no presentan buenas condiciones en cuanto a la profundidad del suelo.

Tomando en cuenta las características del suelo, vegetación, topografía y precipitación del Parque Nacional Los Remedios, a continuación se detallan las dimensiones de las zanjas y bordos, sistema factible de emplear en la zona denominada Loma de Los Remedios.

La metodología para determinar las dimensiones del -

sistema zanja-bordo es la utilizada en el Manual de Conservación del Suelo y del Agua del Colegio de Postgraduados de Chapingo.

El sistema zanja y bordo consiste en la construcción de zanjas y bordos de tierra siguiendo curvas de nivel sobre el terreno. Este sistema es factible en la mayor parte del área, ya que se adapta a terrenos con pendientes entre 5 y 40 %, pudiendo construirse a base de mano de obra. (Fig. 13)

Con el objeto de que este sistema tenga capacidad para controlar los escurrimientos máximos, es necesario considerar una serie de factores tales como:

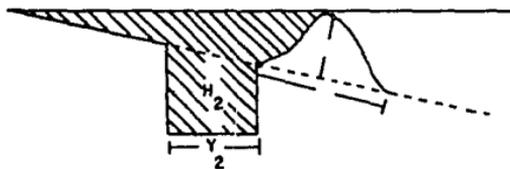
- La pendiente del terreno.
- Cálculo del espaciamiento entre terrazas.
- Lluvia máxima en 24 horas para un período de retorno de 5 años.
- Obtención del valor del coeficiente de escurrimiento.

El cálculo del sistema de zanja y bordo para la zona denominada Loma de Los Remedios es el siguiente:

La pendiente media del terreno de esta área es de --
15%.

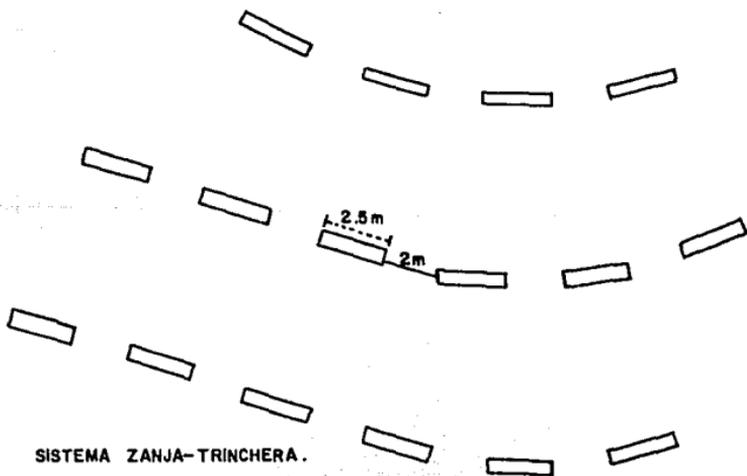
Para el cálculo del espaciamiento entre terrazas se

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO



SISTEMA ZANJA Y BORDO.

Fig. 13



SISTEMA ZANJA-TRINCHERA.

FIG. 14

utiliza la fórmula que considera la pendiente y la precipitación anual:

$$IV = (2 + P/3) (.305) \text{ en donde:}$$

IV = Intervalo vertical de las zanjas sobre la curva de nivel.

P = Pendiente del terreno (%)

3 = Factor utilizado en áreas donde la precipitación anual es menor de 1200 mm.

.305 = Factor de conversión de pies a metros.

Obteniéndose:

$$IV = (2 + 15/3) (.305) = 2,13 \text{ m.}$$

Con este valor se obtiene el intervalo horizontal con la siguiente fórmula:

IH = IV/P x 100 de donde se obtiene

$$IH = 2,13/15 \times 100 = 14,2 \text{ m.}$$

El dato de lluvia máxima en 24 horas para un periodo de 5 años, se obtiene del plano del mismo nombre incluido en el Manual de conservación del agua y del suelo, resultando ser de 6 mm.

El cálculo del coeficiente de escurrimiento se reali

zó tomando en cuenta las condiciones de topografía, vegetación y textura, obteniéndose lo siguiente:

ZONA	CONDICIONES DE LA CUENCA	SUPERFICIE HAS.	VALOR DE C	PRODUCTO SUP x C
Loma de Los Remedios	- Bosque, escarpado, textura fina.	58	0.62	35.96
	- Desprovisto de vegetación, escarpado, textura fina.	8.5	0.87	7.39
	- Desprovisto de vegetación, plano, textura fina.	4.5	0.65	2.92
T O T A L		71		46.27

El valor de C ponderada es:

$$46.27/71 = 0,65$$

Para determinar la capacidad de almacenamiento, se toma en cuenta el coeficiente de escurrimiento, la lluvia máxima en 24 horas y el espaciamiento entre bordos, teniéndose que:

$$A = E \times C \times L \times 10$$

En donde:

A = Capacidad de almacenamiento (l/m)

E = Espaciamiento entre bordos (m)

C = Coeficiente de escurrimiento

L = Lluvia máxima en 24 horas (cm)

10 = Factor de ajuste de unidades,

Obteniéndose:

$$A = 14.2 \times 0.65 \times 6 \times 10 = 553.8 \text{ l/m}$$

Con este valor y la pendiente del terreno (15%), se localiza el valor más cercano a la capacidad de almacenamiento para determinar las dimensiones de la zanja y bordo, obteniéndose las siguientes medidas: (Fig. 14)

H = Altura del bordo = 45 cm.

B = Base del bordo = 90 cm.

H₂ = Profundidad de la zanja = 45 cm.

Y₂ = Ancho de la zanja = 60 cm.

La modificación del sistema zanja y bordo denominado zanja-trinchera presenta aún más ventajas para las condiciones del suelo del área, debido a que, a diferencia del sistema zanja y bordo, se construyen zanjas discontinuas, es decir, dejando un espacio entre zanja y zanja, lo que ahorra trabajo y evi

ta un laboreo más intensivo del suelo. (Fig. 14)

Este sistema se basa casi en su totalidad en los cálculos del sistema anterior diferenciándose en el trazo de las curvas de nivel a equidistancias de la mitad del espaciamento calculado para el sistema zanja y bordo de donde se tiene: (Fig. 15)

$$E = 14,2 \text{ m.} \quad 14,2/2 = 7,1 \text{ m.}$$

Las zanjas cuyas dimensiones ya se calcularon, se construyen sobre una curva en forma discontinua, procurando que la proyección de un tramo de zanja coincida con un tramo ciego de la siguiente curva, de un largo de 2,5 m. y una separación entre zanja y zanja que puede variar de 0,5 m. a 2,5 m. como máximo.

Otras modificaciones del sistema zanja y bordo son los sistemas Saucedá 1 y Saucedá 2, los cuales pueden implementarse en la zona denominada cerro Moctezuma.

Con respecto a las prácticas vegetativas para el control de la erosión, hay diferentes planteamientos entre los cuales la cobertura vegetal, los abonos verdes y la reforestación resultan los más indicados para el Parque.

En cuanto a la cobertura vegetal, es factible la propagación de pastos a zonas con escasa vegetación como es el ca

so de los pastos conocidos como banderilla (Bouteloua curtipendula), navajita azul (B. gracilis), festuca alta (Festuca arundinacea) y kikuyo (Pennisetum clandestinum); todos con posibilidades de desarrollo en el Parque Nacional Los Remedios.

Especialmente la festuca alta y el kikuyo mezclados con siratro, trébol blanco o trébol subterráneo, constituyéndose en cobertura vegetal y abono verde.

En relación a la reforestación es necesario el establecimiento de un programa que contemple la elección de las especies más adecuadas para mejorar las condiciones del suelo, - tomando en cuenta las características de crecimiento, capacidad de desarrollo radical, vigor, compatibilidad de asociación con otras especies, resistencia a plagas y enfermedades, adaptación a las condiciones edáficas y climáticas de la zona, (29)

Conjuntamente a la reforestación, es necesario integrar las otras alternativas de manejo, es decir,

- 1) Establecer el sistema zanja-trinchera.
- 2) Reforestar los bordos de la zanja con especies - adecuadas.
- 3) Siembra de gramíneas-leguminosas entre la separación de zanjas-trincheras.

CAPITULO VIII. Conclusiones y recomendaciones.

8.1. Conclusiones.

Los resultados obtenidos a través de las observaciones efectuadas en el presente trabajo, permiten concluir que - el problema de la erosión en el parque nacional Los Remedios - es grave. a) Tomando en cuenta que el parque es considerado - como la única área forestal de importancia municipal; b) que - el 97% de la población del municipio de Naucalpan de Juárez es urbana; c) que la planta industrial del municipio es una de las más importantes del país y por lo tanto la contaminación del - aire sobrepasa en algunos lugares los límites máximos; d) el - mantenimiento y conservación del patrimonio natural municipal es muy importante para tratar en lo posible de ayudar a mantener el equilibrio ecológico.

En relación a los objetivos planteados se concluye - que:

1.- Los tipos de erosión que afectan al área son - - principalmente debidos a la erosión híbrida (erosión laminar y en cárcavas). Las características topográficas (pendientes moderadas y fuertes), las características de la especie vegetal dominante (eucalipto) y su incapacidad para mantener y mejorar las condiciones del suelo, han contribuido a la erosión presente en el parque, así como las propias características de los - suelos del área, tales como textura fina y media, impermeabili

dad y el contenido bajo de materia orgánica; al igual que el manejo inadecuado del área en cuanto a su protección y preservación.

2.- El principal agente de la erosión en el parque ha sido el agua y la interacción del hombre en esta área.

Aún teniendo una precipitación que no es abundante, la distribución de las lluvias, característicamente torrenciales y de períodos cortos, aunado a la escasa cubierta vegetal y la pendiente del terreno, ha ocasionado que el escurrimiento superficial sea fuerte y el arrastre de partículas de suelo -- sea considerable, llegando a presentarse áreas desprovistas de vegetación y en algunos casos del horizonte A del suelo.

3.- Las características del suelo del parque en relación a los factores que restringen su uso son las siguientes:

a) Las pendientes detectadas fluctúan del 6 al 100 % clasificándose la mayoría de la superficie (72%) entre las clases 5 a 7.

b) La profundidad del suelo presenta limitaciones en el 82% del área, clasificándose en las clases 4 a 8.

c) La erosión se encuentra presente en toda el área con mayor o menor magnitud; 81% de la superficie total se clasifica dentro de la tercera clase (aproximadamente 121 ha), --

presentando erosión laminar moderada; el 9% de cuarta clase - con erosión laminar fuerte y el 11% restante de quinta clase con erosión de tipo laminar severa y cárcavas en formación.

4.- El sistema de manejo de suelos más adecuado considerado para el área, de acuerdo a las condiciones actuales - que presenta, es el sistema zanja-trinchera, debido a que su - construcción evita un desplazamiento mayor del suelo y utilizando la máxima separación recomendada (2,5 m), se lesiona al mínimo posible al suelo. El tiempo, costo y empleo de mano de obra para su construcción también se reduce. (Fig. 14)

Aunado a la construcción del sistema zanja-trinchera, es necesaria la propagación de la asociación gramíneas-leguminosas en las áreas con peores condiciones de suelos y desprovistos de vegetación.

La reforestación es un aspecto muy importante para la recuperación del suelo en el área, siendo necesario establecer un programa permanente en el que se contemplen todos los factores posibles en beneficio del desarrollo de las especies a plantar, tales como a) la elección de especies adecuadas, b) mantenimiento y protección seguros contra la competencia de otras plantas y contra los incendios y c) vigilancia continua para garantizar el desarrollo del arbolado.

8.2. Recomendaciones.

De acuerdo a la problemática tan compleja que presenta el área de la que se ha ocupado este trabajo, se considera necesario sugerir ciertas recomendaciones, algunas de las cuales no son meramente técnicas, pero que de no llevarse a cabo, las actividades en pro de la conservación del suelo no serán factibles de realizarse esperando buenos resultados. Entre estas recomendaciones se encuentran las siguientes:

1.- Definición de dominio o Jurisdicción del área.

Se ha hablado mucho acerca de que el parque pase a ser administrado por el gobierno del Estado de México e incluso tal vez por el municipio de Naucalpan de Juárez. Urge la determinación de que instancia será la responsable del área para iniciar los trabajos necesarios en la conservación del suelo.

2.- Resolver el problema de la tenencia de la tierra.

Es conveniente sanear lo más pronto posible la tenencia de la tierra, ya que de no ser así las construcciones seguirán avanzando en detrimento de la poca área arbolada con la que cuenta el parque.

3.- Cercado del área.

Con la finalidad de tener un control máximo de los visitantes, vecinos y asentamientos irregulares, además del de-

pósito de cascajo y basuras, control y prevención de incendios, etc.

4.- Reglamento interno.

Este debe estar basado en el propósito fundamental - de la conservación de la vegetación y el suelo del parque, definiendo áreas abiertas a los visitantes y áreas restringidas.

5.- Presupuesto suficiente.

Es necesario contar con el presupuesto suficiente para efectuar los trabajos necesarios en la conservación del suelo, contando con el personal, equipo y herramientas idóneas.

En relación a las recomendaciones técnicas:

1.- Formación de un equipo multidisciplinario.

Este equipo debiera estar formado mínimamente por: - biólogo, agrónomo, técnico forestal, administrador y pedagogo.

2.- Establecimiento de un programa integral de desarrollo.

En él deben incluirse todos los aspectos económicos, sociales y técnicos, necesarios para manejar adecuadamente el área. El enfoque u orientación debe ser preponderantemente ecológico.

3.- Profundización de estudios de suelos, reforesta-

ción, abonos verdes, etc.

Con el objeto de encontrar las mejores alternativas en el control de la erosión, es necesario llevar a cabo estudios más cuidadosos sobre el suelo del parque en relación a su manejo y conservación por medio de la reforestación y abonos verdes, determinando cuáles son las especies más adecuadas de acuerdo a las condiciones del Parque Nacional Los Remedios.

CAPITULO IX. BIBLIOGRAFIA.

(1). Hernández, X. E. 1973. El problema de la protección de los recursos naturales. Simposio Internacional sobre la protección del medio ambiente, México.

(2). FAO. 1984. Protect and produce. Soil conservation for development, Ed. FAO, Roma, Italia.

(3). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. 1984. Tríptico divulgativo, Ed. IMERNAR, México.

(4). Blanco, M. G. 1969. Realizaciones y perspectivas en la conservación del suelo en México. Mesas redondas sobre utilización y conservación del suelo en México, Ed. IMERNAR, México.

(5). Vázquez, A. V. 1985. La conservación del suelo y el agua en México. Dirección General de Conservación de Suelo y Agua, SARH, México.

(6). Beltrán, E. 1976. Problemas ecológicos de México. Ed. IMERNAR. Foll. 53. México.

(7). ----- 1974. Parques nacionales y reservas naturales en América Latina, Ed. IMERNAR, Foll. 51. México.

(8). Harroy, J.P. 1972. Un siglo de evolución del concepto de "Parque Nacional" a través del mundo. 2a. Conferencia mundial sobre parques nacionales. Yellowstone, E. U. A.

(9). Beltrán, E. 1962. Uso y conservación. Dos principios en conflicto en los parques nacionales. 1a. Conferencia mundial sobre parques nacionales. Washington, E.U.A.

(10). México. 1938. Diario oficial de la federación.

(11). Departamento del Distrito Federal. 1984. Programa de reordenación urbana y protección ecológica del D.F. - México.

(12). H. Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez. 1983. Plan del centro de población estratégico de Naucalpan de Juárez. México.

(13). Secretaría de desarrollo urbano y ecología. - 1982. Los parques nacionales. Folleto de divulgación. México.

(14). FAO. 1981. Ceres. Revista de la FAO sobre agricultura y desarrollo. Vol. 14, No. 82, Roma, Italia.

(15). Owen, S. O. 1977. Conservación de los recursos naturales. Ed. Pax, México.

(16). Colegio de Postgraduados de Chapingo. 1977. - Manual de conservación del suelo y del agua. Ed. CP, Chapingo. México.

(17). FAO. 1978. La erosión del suelo por el agua. FAO. Roma, Italia.

(18). Ochse, J. J. 1980. Cultivo y mejoramiento de - plantas tropicales y subtropicales. Ed. Limusa. México.

(19). Fitzpatrick, E. A. 1978. Introducción a la - ciencia del suelo. Ed. Publicaciones cultural. México.

(20). Foster, E.A. 1981. Métodos aprobados de con- servación de suelos. Ed. Trillas. México.

(21). Sánchez, D. N. 1968. Los suelos de México. - Ed. IMERNAR. México.

(22). Velasco, M. H. 1983. Uso y manejo del suelo. Ed. Limusa. México.

(23). Ortiz, V. B. 1977. Edafología. Ed. Patena, A. C. México.

(24). Bennet, H. 1947. Elementos de conservación - del suelo. Ed. Fondo de cultura económica. México.

(25). Colegio de Postgraduados de Chapingo, 1982. - Manual de conservación del suelo y del agua. Instructivo. E.C. CP. Chapingo México.

(26). Representación general de la SARH en el D. F. 1983. Programa de conservación del suelo y del agua. México.

(27). Instituto nacional de capacitación del sector agropecuario, 1982. Diccionario agropecuario de México.

(28). Anónimo, 1983. Forrajes, Apuntes de clase, F. E.S. Cuautitlan. U. N. A. M. México.

(29). Macías, L. 1951. Reforestación, teoría y práctica. S.A.G. Dirección general forestal y de caza. México.

(30). H. Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez, 1981. - Ecoplán del municipio de Naucalpan, Méx. México.

(31). Mooser, F. 1961. Informe sobre la geología - de la cuenca del valle de México y zonas colindantes. S.R.H. - Comisión hidrológica del valle de México.

(32). Garcia, E. 1973. Modificaciones al sistema - de clasificación climática de Koeppen. Instituto de geografía U.N.A.M. México.

(33). Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México, Ed. Limusa, México,

(34). Instituto nacional de estadísticas, geografía e informática, 1984. Cartas de uso actual, potencial, edafológica, climatológica y topográfica. SPP. México.

(35). Mitastein, S.M. 1962. Estudios ecológicos y edáficos en relación con el problema de la reforestación en la zona de Los Remedios. Tesis de Biólogo, U.N.A.M. Fac. de ciencias, México.