

7
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA**



**CONSECUENCIAS DE LAS ACTIVIDADES
AGROPECUARIAS SOBRE LOS SUELOS
FORESTALES DEL MUNICIPIO
LAFRAGUA, PUEBLA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
LICENCIADO EN GEOGRAFIA**

PRESENTA:

BENITO AYON LOPEZ



MEXICO, D.F. 1997

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONSECUENCIAS DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS SOBRE LOS SUELOS FORESTALES DEL MUNICIPIO LAFRAGUA, PUEBLA.

DEDICADO A: ISIS, OMAR Y DIANA;
DELIA DELGADO;
MARIA LOPEZ Y
DAVID AYON

AGRADECIMIENTO: A TODAS AQUELLAS PERSONAS
QUE DE UNA U OTRA MANERA
CONTRIBUYERON A LA REALIZACION
DEL PRESENTE TRABAJO

TEMARIO

	PAG.
INTRODUCCION	1
HIPOTESIS Y METODOLOGIA	3
I MARCO GEOGRAFICO	10
1. SITUACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, PUEBLA.	11
2. GEOLOGIA Y RELIEVE.	14
3. CLIMA.	23
4. HIDROGRAFIA.	28
5. EDAFOLOGIA.	29
6. VEGETACION.	36
II INDICADORES Y PROCESOS DE DESERTIFICACION EN LAFRAGUA, PUEBLA	43
1. ASPECTOS GENERALES DE LA DESERTIFICACION.	44
A. DIFERENCIAS ENTRE DESERTIFICACION Y DESERTIZACION.	44
B. ZONAS CON PELIGRO DE DESERTIFICACION.	44
C. IMPACTO DE LA DESERTIFICACION.	44
D. CAUSAS DE LA DESERTIFICACION.	45
E. MECANISMOS PARA COMBATIR LA DESERTIFICACION SEGUN EL PLAN DE ACCION PROPUESTO POR LAS NACIONES UNIDAS.	46
2. INDICADORES DE DESERTIFICACION EN EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, PUEBLA.	48
A. INDICADORES FISICOS.	48
a) Grado de salinidad y alcalinidad del suelo.	48
b) Profundidad de aguas subterráneas y calidad de las mismas.	48
c) Profundidad efectiva del suelo.	48
d) Número y frecuencia de tormentas de polvo.	51
e) Presencia de costras y compactación del suelo.	51
f) Contenido de materia orgánica en el suelo.	51
g) Zona cubierta y turbiedad de las aguas superficiales.	51
B. INDICADORES BIOLOGICO-AGRICOLAS.	52
a) Vegetación.	52
b) Animales.	54
C) Cultivos.	57
C. INDICADORES SOCIOECONOMICOS.	64
a) Uso de la tierra y vegetación.	64
b) Tipo de asentamientos.	68
c) Parámetros biológico-humanos.	72
d) Parámetros del proceso social.	73
e) Parámetros económicos.	77

3. PROCESOS DE LA DESERTIFICACION EN EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, PUE.	80
A. PRINCIPALES PROCESOS DE LA DESERTIFICACION.	80
B. DEGRADACION DE LA CUBIERTA VEGETAL.	83
C. EROSION HIDRICA.	88
a) Estado actual de la erosión en Lafragua.	88
b) Factores que favorecen la erosión hídrica en Lafragua.	94
c) Densidad y frecuencia del drenaje fluvial.	99
d) Riesgo y velocidad de erosión y rangos de pendientes.	103
e) Cárcavas.	115
D. EROSION EOLICA EN LAFRAGUA.	117
E. OTROS PROCESOS DE DESERTIFICACION EN LAFRAGUA.	120
F. LAS INSTITUCIONES OFICIALES EN LA CONSERVACION DE LOS SUELOS DE LAFRAGUA.	122
III CONSERVACION DE SUELOS	128
1. PRINCIPIOS DE LA CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS.	129
2. MANEJO DE SUELOS.	131
3. PRACTICAS DE MANEJO DE LOS SUELOS DE ACUERDO A LOS FACTORES LIMITANTES.	138
4. CLASIFICACION Y EVALUACION DE ALGUNAS TECNOLOGIAS Y SU EFECTO SOBRE LA DESERTIFICACION Y LA PRODUCTIVIDAD DE VARIOS SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA.	142
5. POSIBILIDADES DE LLENAR A CABO EN EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, PUE. LAS PRACTICAS DE MANEJO DE LOS SUELOS, SUGERIDAS DE ACUERDO A LOS FACTORES LIMITANTES.	145
6. PRINCIPALES PROCESOS DE DESERTIFICACION EN LAFRAGUA, PUE., QUE DEBE CONTEMPLAR UN PROGRAMA DE PRACTICAS DE MANEJO DE SUELOS, DE ACUERDO A LOS FACTORES LIMITANTES.	148
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	157
BIBLIOGRAFIA	163
CARTOGRAFIA	166
ANEXOS	167

INDICES DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

CUADROS:	PAG.
1. Principales características de los suelos del municipio de Lafragua y municipios vecinos.	34
2. Principales datos analíticos de las muestras de los puntos 47 y 80.	35
3. Capacidades de uso del suelo.	50
4. Pendientes, superficie total y roturada en cada rango, para el municipio de Lafragua.	62
5. Número de casas que utilizaron madera en pisos y/o paredes y palma, tejamanil o madera en techos en 1970, 1980 y 1990.	66
6. Población Económicamente Activa del municipio de Lafragua.	78
7. Clasificación de la FAO, para el grado de erosión de los suelos.	90
8. Principales factores naturales y humanos que favorecen la erosión hídrica en el municipio de Lafragua, Pue.	95
9. Riesgo y velocidad de erosión para nueve predios en valle de González Ortega.	104
10. Riesgo y velocidad de erosión para cuatro predios en la barranca Toluca.	105
11. Riesgo y velocidad de erosión para nueve predios en el valle de Saltillo.	106
12. Riesgo y velocidad de erosión para trece predios en el valle de Tlanalapan.	107
13. Riesgo y velocidad de erosión para cinco predios en la zona de Cuauhtémoc.	108
14. Pendientes, riesgo de erosión, velocidad de erosión y superficie que ocupan en el municipio de Lafragua.	110
15. Erosión en predios dedicados a la agricultura.	113
16. Factores y parámetros para la clasificación de tierras según su capacidad de uso (uso potencial).	132
17. Resumen de las prácticas de manejo que podrían aplicarse a los suelos que presentan diferentes factores limitantes.	139
18. Clasificación y evaluación de algunas tecnologías y su efecto sobre la desertificación y la productividad de varios sistemas de uso de la tierra.	143

FIGURAS:

1. Situación geográfica del municipio de Lafragua.	12
2. Municipio de Lafragua y sus vecinos.	13
3. Relieve e hidrología de la sierra Perote-Orizaba.	15
4. Geología del municipio de Lafragua.	17
5. Topografía del municipio de Lafragua.	20
6. Perfiles de relieve.	21
7. Climas del municipio de Lafragua.	24
8. Distribución de la precipitación media a través del año, en Lafragua, Pue.	26
9. Vientos dominantes en cinco estaciones vecinas al municipio de Lafragua, en el periodo seco de noviembre a abril.	27
10. Suelos del municipio de Lafragua y sus vecinos.	30
11. Suelos de Andosol órtico.	31
12. Suelos de Andosol órtico.	31
13. Uso del suelo y vegetación del municipio de Lafragua	37
14. <u>Abies Religiosa.</u>	42
15. Pinos, matorrales y zacatonales.	42
16. Frontera agrícola y capacidad de uso del suelo.	49
17. Ganado ovino.	56
18. Pastoreo de ovejas.	56
19. Actividades agrícolas en suelos con pendiente superior a 30%.	60
20. Agricultura en suelos inclinados.	60
21. Actividades agrícolas en suelos forestales del municipio de Lafragua.	61
22. Porcentaje de población que manifestó utilizar leña como combustible para cocinar en 1970, 1980 y 1990, en Lafragua.	66
23. Trozos de madera en el bosque de barranca Toluca.	67
24. Animales cargados de leña.	67
25. Población de las localidades de Lafragua, Pue. en 1970 y 1990.	69
26. Población absoluta del municipio de Lafragua en 1970, 1980 y 1990.	71
27. Densidad de población del municipio de Lafragua en 1970, 1980 y 1990.	71
28. Población Económicamente Activa, ocupada en actividades primarias en 1970, 1980 y 1990.	78

29. Porcentaje de Población Económicamente Activa dedicada en actividades primarias en 1990 para el municipio de Lafragua.	79
30. Porcentaje de PEA en actividades primarias, secundarias y terciarias en Lafragua para los años 1970, 1980 y 1990.	79
31. Carta forestal del municipio de Lafragua.	84
32. Suelo forestal roturado en pendiente de 40%.	86
33. Pinos en Agua de la Mina.	86
34. Grado de erosión de los suelos del municipio de Lafragua.	89
35. Erosión en surcos y cárcavas.	93
36. Bosque de pinos en la barranca Toluca.	93
37. Carta de pendientes del municipio de Lafragua.	96
38. Cárcava.	98
39. Gran cárcava en un predio roturado.	98
40. Densidad de drenaje en el municipio de Lafragua.	100
41. Frecuencia de drenaje en el municipio de Lafragua.	101
42. Pendientes, cuencas y predios con cálculo de riesgo y velocidad de erosión.	111
43. Gigantesca cárcava en el flanco norte de Mesa el Rodeo.	116
44. Sistema de cárcavas en el cerro ubicado al suroeste de Saltillo.	116
45. Dique de piedra y cemento.	126
46. Foso en forma de cubo de un metro y medio por lado.	126
47. Clasificación de tierras según su capacidad de uso.	134
48. Cerro Yolotepec y posible reforestación.	152
49. Cerro Yolotepec.	153
50. Uso de productos maderables.	153
51. Cárcava junto a un terreno cultivado con maíz y posible alternativa para detener su avance.	156

ANEXOS:

I. EQUIVALENCIA APROXIMADA DE PENDIENTES ENTRE GRADOS Y PORCENTAJE.	167
II. CLASIFICACION DE RANGOS DE PENDIENTES.	168
III. UTILIZAN LEÑA 22 MILLONES DE PERSONAS (noticia).	169
IV. ECUACION UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELO (EUPS).	170
V. MANEJO DE SUELOS. (Cálculo de la erosión hídrica).	171
VI. NOTICIAS DE REFORESTACIONES .	177
VII. CLASIFICACION DE LAS TIERRAS (USDA).	179

INTRODUCCION

Los ecosistemas son los proveedores de los recursos con que vive el hombre y la destrucción de los mismos pone en peligro la existencia de la humanidad, peligro del cual tienen conocimiento los científicos y organizaciones internacionales como la ONU, que ha establecido el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Prueba de ello son los múltiples eventos, que se han organizado a nivel mundial, referente al deterioro del medio ambiente por las acciones humanas, destacando las siguientes conferencias: el Medio Humano (Hábitat), Estocolmo, Suecia, 1972; La Desertificación, Nairobi, Kenia, 1977; y La Cumbre de la Tierra, Río de Janeiro, Brasil, 1992.

Los esfuerzos de teóricos y políticos han sido muchos para detener la destrucción de los ecosistemas, pero los especialistas coinciden en que lo más difícil consiste en llevar a la práctica los planes emanados de las conferencias citadas, en las cuales expertos mexicanos han participado en su elaboración.

Influenciado por esta ola de acciones ambientalistas, nace la inquietud de estudiar la situación en que se encuentran los recursos que aprovecha el hombre de los ecosistemas existentes en el municipio de Lafragua, Puebla.

Estando conciente, que un estudio completo al respecto del uso de los

recursos naturales, solo se logra mediante la participación multidisciplinaria de diversos especialistas, que necesitarían trabajar en campo, laboratorio y gabinete, durante un tiempo apropiado, que puede variar dependiendo en primer lugar de la extensión del área en estudio y en segundo lugar de diversos factores, entre los que se pueden citar: los recursos materiales, financieros y humanos.

En el presente caso, el estudio de los ecosistemas trata sobre la utilización de los recursos: suelo, vegetación y agua, con el fin de buscar indicios de desertificación, mediante el análisis de los índices y procesos de dicho fenómeno, presentes en el municipio de Lafragua, Pue.

La presentación de la información se organizó en tres secciones, la primera se tituló: **Marco Geográfico**, ahí se describe la situación geográfica, la geología, el relieve, el clima, la hidrología, edafología, vegetación y fauna existente en el municipio elegido. En esta sección algunos temas que solo se comentan de manera general, son ampliados o detallados en el segundo bloque, que tiene como título: **Indicadores y Procesos de Desertificación en el Municipio de Lafragua, Puebla**. Se inicia esta sección con la definición de la palabra desertificación, se continúa con los índices, procesos y factores de desertificación presentes en el municipio. Esta parte es el pilar central del trabajo y la más amplia. La tercera sección tiene el nombre de: **Conservación de Suelos**, en donde se abordan los métodos, técnicas o prácticas de conservación de suelos, para detener los procesos de desertificación en el municipio de Lafragua mediante algún plan.

HIPOTESIS Y METODOLOGIA

Los supuestos principales que enmarcan este trabajo son:

- 1o. Dado el relieve montañoso que predomina en el municipio de Lafragua, Pue. predominan los suelos de aptitud forestal.
- 2o. Por la alta densidad de población y las actividades económicas primarias predominantes, los suelos se encuentran utilizados en actividades agrícolas y de pastoreo, impropias a sus características naturales, provocando su deterioro.
- 3o. El deterioro de los suelos, se debe a los procesos de desertificación, en el cual sobresale la erosión hídrica.
- 4o. Las actividades primarias que contribuyen a la degradación de los suelos en el municipio de Lafragua son: a) Tierras abiertas a la agricultura de temporal, con cultivos anuales de papa, maíz y haba; b) Aprovisionamiento de madera y leña; c) Pastoreo desordenado de ovejas y cabras; y d) Incendios y plagas en la vegetación.

Para lograr nuestro propósito de comprobar los supuestos anteriores, se siguieron diferentes métodos y técnicas, que en general son conocidas como investigación documental y cartográfica, con apoyo de recorridos en el campo y de fotografías aéreas, que no obstante que cubrían solo el 50% del área municipal, sirvieron de referencia y confirmación de datos sobre zonas boscosas, agrícolas y de abarrancamientos.

Para desarrollar las tres secciones de la investigación, hubo peculiaridades en los métodos que distinguen la temática de cada una.

Para la primera sección titulada Marco Geográfico, los pasos principales fueron:

-búsqueda y elección de cartografía política, topográfica y temática.

Con los dos primeros se ubicó geográfica y políticamente al municipio, resultando también el mapa topográfico base, escala 1:50 000, en el cual se trabajaron la mayoría de los temas, pero que se presentan en el informe en dimensiones más reducidas.

-vaciado de datos temáticos, mismos que se encontraban en su mayoría en cartas a escala 1:250 000.

-por último, se realizó la investigación bibliográfica, sobre cada uno de los temas, información que junto con la interpretación y datos recabados en las observaciones de campo conformaron el primer bloque.

La segunda sección, llamada Indices y Procesos de Desertificación en el Municipio de Lafragua, Pue. se desarrolla mediante la investigación bibliográfica, cartográfica, estadística y de trabajo de campo.

La investigación bibliográfica se realizó por la necesidad de encontrar conceptos y explicaciones sobre la desertificación, sus índices y factores, además de conocer su situación mundial y nacional.

La búsqueda de cartografía fué necesaria en esta sección, porque los mapas especializados, como por ejemplo el de Frontera Agrícola y Capacidad de Uso del Suelo de la SARH, 1982, proporcionó datos importantes sobre indicadores físicos de desertificación; lo mismo sucedió con otros mapas que proporcionaron información de distintos indicadores.

Para completar los datos sobre los indicadores biológico-agrícolas y sociales de desertificación de Lafragua, Pue.; fue necesario la consulta de los censos, tanto de población, como agrícola-ganaderos, de por lo menos dos décadas, resultando con esto, cuadros estadísticos y gráficas, que ilustran los indicadores de desertificación en nuestro municipio.

También, los datos recabados en los recorridos, sirvieron para confirmar los datos de las investigaciones bibliográfica y estadística y en pocos casos, como fuente principal, en especial en indicadores de desertificación notables a la observación directa.

Por otra parte, la investigación bibliográfica de obras basadas en los procesos de desertificación fueron necesarias, junto con la consulta de cartas topográficas; esto con el fin de cuantificar, uno de los procesos de desertificación más sobresaliente en el municipio. Se trata de la erosión hídrica. Además de buscar información o datos en libros y mapas de otros dos procesos de desertificación: la erosión eólica y degradación de la cubierta vegetal.

Como la pendiente del terreno en Lafragua, Pue. es determinante en el proceso erosivo causado por el agua, fue necesario configurar un mapa de rangos de pendientes y con él se calculó por medio del método de cuadrícula la superficie que cada rango cubre, así como las áreas abiertas a la agricultura. Los resultados se presentan en un cuadro. También se formaron los mapas de frecuencia y densidad del drenaje fluvial, para conocer su comportamiento.

Contando ya con el mapa de pendientes, se procedió a calcular el riesgo y velocidad de erosión por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), mediante apuntes que contenían la fórmula, la explicación y cuadros de referencia, proporcionados por el Ing. agrónomo Juan Estrada Berg, de la Universidad Autónoma Chapingo. El cálculo se efectuó a cuarenta predios, distribuidos en todo el municipio, el tamaño de los mismos estuvo determinado, por la longitud del predio pendiente abajo, según los obstáculos que se pudieran encontrar, de acuerdo a las observaciones directas en trabajo de campo e indirectas mediante fotografías convencionales y aéreas.

Los resultados se agruparon por microcuencas o valles para su presentación y sirvieron para determinar los parámetros del riesgo y velocidad de erosión coincidentes con los rangos de pendientes, presentándose estos datos en cuadros y mapas alusivos a dichas zonas.

Debido a que fué propósito fundamental determinar las consecuencias de las actividades agropecuarias, se separaron los predios dedicados a actividades agrícolas, para poder distinguir que pendientes, riesgo y velocidad de erosión se alcanza en cada uno de ellos.

Sobre la erosión cólica, se buscaron referencias bibliográficas, ya que no se contó con observaciones meteorológicas, que posibilitaran su cálculo mediante fórmulas.

Finalmente, la tercera sección nombrada: Conservación de Suelos. En esta parte se hizo una revisión bibliográfica de las prácticas de manejo de suelos, posibles de aplicar en los terrenos del municipio de Lafragua, Pue. encaminados a evitar la degradación de los mismos, para su óptimo aprovechamiento y producción sostenida.

Pilar fundamental de esta sección, fue la confección del mapa Clasificación de los Suelos de Lafragua, según su Capacidad de Uso, el cual no es copia del mapa consultado de la SARH, que tiene por nombre Frontera Agrícola y Capacidad de Uso del Suelo. El que se confeccionó tiene como fin, detallar a una mejor escala la clasificación de los suelos, en base a la revisión de las pendientes. Para esto se tomaron los rangos de pendientes, que influyen en la clasificación de los suelos en terrenos con pendiente ondulada, la cual predomina en casi todo el municipio; los rangos son:

0-2% de pendiente _____	clase de suelo	1
2-3% de pendiente _____	clase de suelo	2
3-6% de pendiente _____	clase de suelo	3
6-10% de pendiente _____	clase de suelo	4
10-25% de pendiente _____	clase de suelo	5
25-40% de pendiente _____	clase de suelo	6
40-100% de pendiente _____	clase de suelo	7
>100% de pendiente _____	clase de suelo	8

Según el Manual de Conservación del Suelo y del Agua, del Colegio de Postgraduados.

Confeccionado el mapa de Clasificación de Suelos, se procedió a calcular por medio del método gráfico, la superficie que cada clase cubre en el municipio. Con el análisis de los resultados obtenidos en el paso anterior, se verificó la superficie de suelos aptos para actividades agrícolas y suelos no arables o suelos forestales.

Posteriormente, se revisaron las prácticas de manejo de acuerdo a los factores limitantes. Para finalizar, con la selección de las prácticas más viables de llevarse a cabo para la conservación de suelos, agua y vegetación en el municipio de Lafragua, Pue.

"México no es país pobre ni rico;
tiene recursos limitados, que debe
explotar y preservar para el futuro,
mediante rígidos procedimientos téc-
nicos y económicos que se ajusten en
una planeación inspirada en los inte-
reses Nacionales"

JORGE A. VIVO

"La geografía y el uso adecuado de
la tierra son inseparables"

W. VOGET

I

MARCO GEOGRAFICO

1. SITUACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, PUEBLA

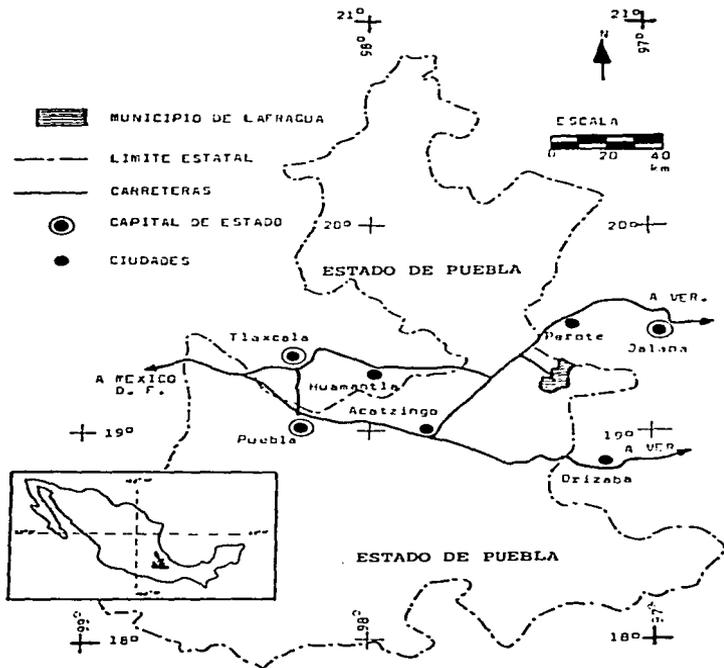
Localizado en el flanco occidental de la sierra Perote-Orizaba, que une a los volcanes Cofre de Perote y Pico de Orizaba, se encuentra el municipio montañoso denominado Lafragua, es uno de los 217 en que se encuentra dividido políticamente el Estado de Puebla (figs. 1 y 3).

El municipio mencionado tiene buena comunicación terrestre, gracias a la cercanía de la carretera México-Veracruz, misma que permite el acceso a los principales centros urbanos del país (fig. 1).

Las coordenadas geográficas del municipio de Lafragua son: 19°12'05" y 19°22'40" de latitud norte y 97°13'50" y 97°21'30" de longitud oeste (fig. 2), limitado al norte por Perote, Ver., al este por Chilchotla, al sur por Tlachichuca y al oeste por Guadalupe Victoria, los tres últimos del Estado de Puebla.

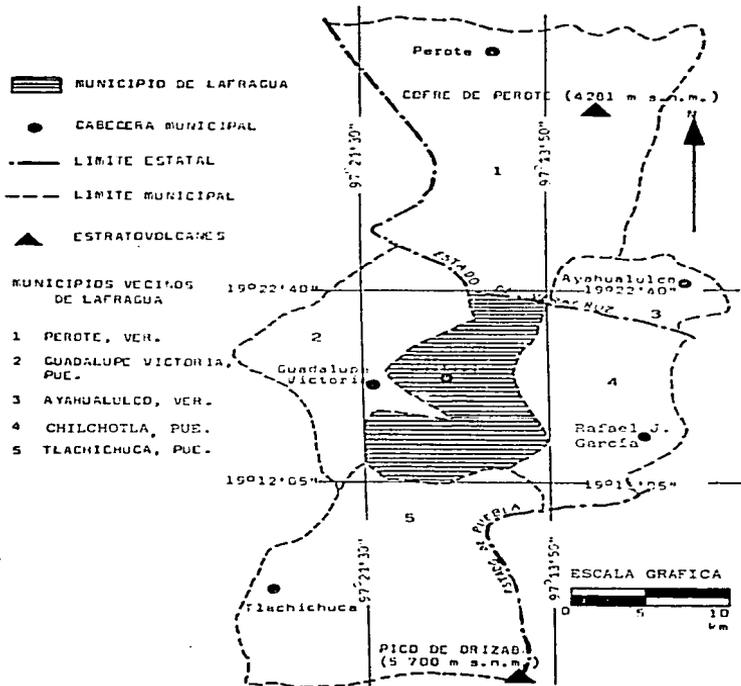
La extensión territorial de Lafragua es de 152 km² y tiene como cabecera municipal al pueblo de Saltillo.

FIGURA 1 SITUACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA



FUENTE: CARTA DEL MARCO CENESTADISTICO, ESC. 1:1000000, HOJA CENTO, DGCTN, 1981.

FIGURA 2 MUNICIPIO DE LAFRAGUA Y SUS VECINOS



FUENTE: CARTA DEL MARCO GEOESTADISTICO, ESC. 1:1000000, HOJA CENTRO, DGETN, 1981.

2. GEOLOGIA Y RELIEVE

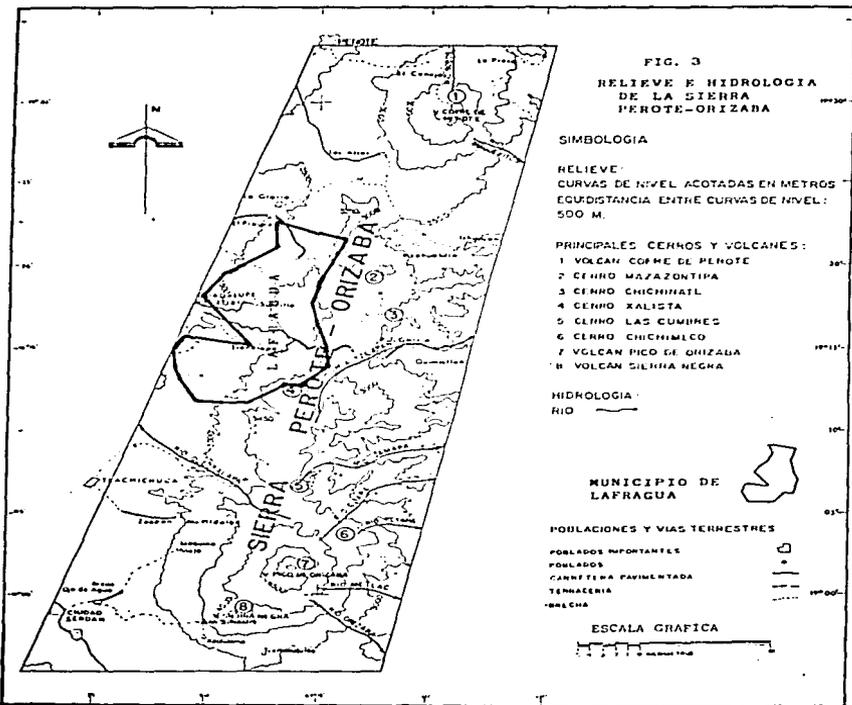
Lafragua es un municipio montañoso localizado en la parte media de la sierra Perote-Orizaba (fig. 3), donde se encuentran las dos prominencias topográficas que le dan el nombre: el Cofre de Perote (4 250 m s.n.m.) y el Pico de Orizaba (5 610 m s.n.m.), este último constituye el punto más elevado de la República Mexicana (figs. 2 y 3).

El municipio y sierra mencionados, pertenecen a la Subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anahuac, la más grande de las catorce que integran el Sistema Volcánico Transversal, que atraviesa al país mas o menos sobre el paralelo 19° de latitud norte y que contiene los más altos estratovolcanes de México (INEGI, 1984).

Hidrológicamente el parteaguas de la sierra separa la vertiente del Golfo y la de Oriental que es una cuenca cerrada considerada dentro de la Región Hidrológica R.H. 18 Río "Balsas" (INEGI, 1987). Por lo que Lafragua pertenece a la cuenca endorreica de Oriental y el declive general de todo el municipio es hacia el oeste.

La sierra Perote-Orizaba tiene su origen en los procesos magmáticos del Terciario Superior y Cuaternario, los materiales volcánicos que la constituyen descansan sobre rocas del Mesozoico (INEGI, 1984).

Las unidades geológicas que cubren el municipio pertenecen exclusivamente a rocas ígneas extrusivas, como se observa en la figura 4, las



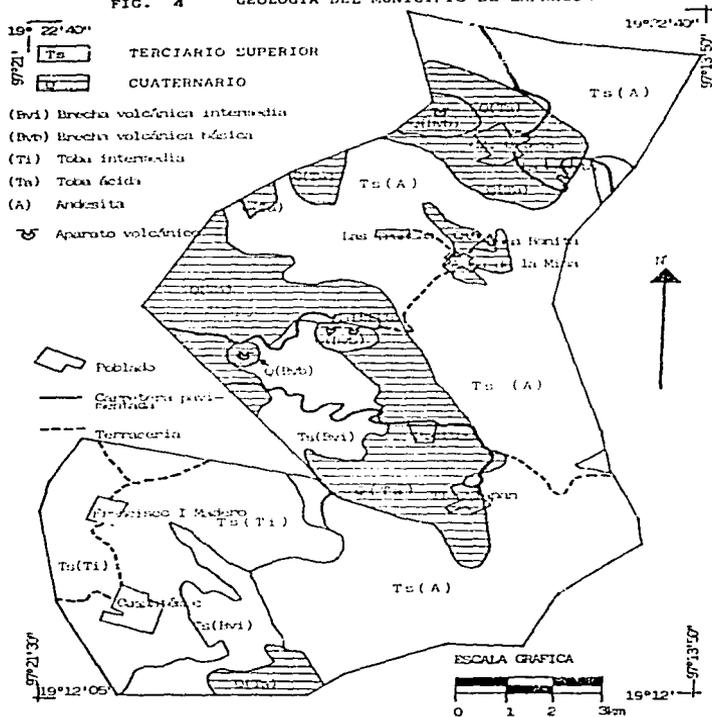
FUENTE: DGTTN, 1985. Carta topográfica. Esc. 1:250000. Hojas: E14-3 y E14-6.

cuales se describen a continuación:

Andesita, Ts(A). Esta unidad comprende una intercalación irregular de andesitas y andesíticas basálticas que presentan una mineralogía compuesta por plagioclasa zonada, lamprobolita, piroxenos alterados a antigorita, clorita, sericita, pirita, hematita, magnetita, zircón, calcita y cuarzo secundario, embebidos en una matriz microcristalina desvitrificada, con textura macrocristalina afanítica. Estas andesitas sobreyacen en contacto discordante a rocas carbonatadas de la secuencia mesozoica. Le sobreyacen tobas ácidas del Terciario Superior y Cuaternario. Las emisiones magmáticas andesíticas forman parte de las primeras manifestaciones que dieron origen a la Sierra Volcánica Transversal que se inició a finales del Oligoceno. Los afloramientos de esta unidad cubren aproximadamente la mitad del municipio, ocupando preferentemente las mayores altitudes que se ubican hacia el este, sur y norte, además de un área importante al sur de la barranca Toluca (fig. 4) (INEGI, 1984).

Brecha volcánica intermedia. Ts (Bvi). Esta unidad la componen depósitos piroclásticos de fragmentos angulosos de andesitas y basaltos en una matriz tobácea de grano grueso la unidad exhibe en general tonos pardos, rojizos y de crema, presenta poca cohesión razón por la cual los agentes erosivos y el intemperismo han actuado en gran medida. Los afloramientos en Lafragua se ubican en dos zonas, la primera al centro-occidente y otra al suroeste. Su morfología está asociada a la sierra Perote-Orizaba (fig. 4) (INEGI, 1984).

FIG. 4 GEOLOGIA DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA



FUENTE: IIEGI, 1964. Carta geológica. Esc. 1:250 000. LOG. Hoja E 14-3

Toba intermedia. Ts(Ti). Depósitos piroclásticos de composición andesítica, compuestos por tobas de textura merocrystalina piroclástica, mineralógicamente contiene plagioclasas calcosódicas, lamprobolita, vidrio ácido, hematita y magnetita en una matriz desvitrificada, exhibe tono de gris con intemperismo en gris oscuro y ocre. Estos depósitos son el producto de algunas emisiones piroclásticas arrojadas por el volcán Pico de Orizaba, por lo que su origen está ligado al volcanismo andesítico desarrollado durante el Oligoceno-Mioceno. Sobreyacen discordantemente a derrames lávicos andesíticos y a brechas volcánicas intermedias (INEGI, 1984), Esta unidad se localiza al suroeste del municipio (fig. 4).

Brecha volcánica básica. Q(Bvb). Unidad constituida por material piroclástico de composición básica, sus componentes son fragmentos poco consolidados de escoria y lapilli, así como fragmentos con estructuras de bombas, exhibe colores negro, rojo y gris; los depósitos adquieren estratificación con gradación. Estos materiales son los principales formadores de conos cónicos. Las emisiones piroclásticas de composición básica, corresponden al último evento volcánico desarrollado durante el Plio-Cuaternario, que finalmente dió forma a la Sierra Volcánica Transversal (INEGI, 1984). Estos materiales son ampliamente utilizados como agregados, en la construcción de carreteras. Los principales conos cónicos en el municipio de Lafragua se localizan en dos cerros junto a Saltillo, cabecera municipal, también en el cerro las Tetillas al centro occidente y el cerro San Juan Cuello al oeste de González Ortega (fig. 4).

Toba ácida. O(Ta). Unidad constituida por depósitos piroclásticos de composición dacítica y riolítica, principalmente son tobas líticas que exhiben textura holohialina piroclástica, contiene algunos minerales de plagioclasa, biotita, hematita, magnetita, fragmentos de dacita y obsidiana, contenidos en una matriz de vidrio ácido, contiene además fragmentos gruesos de pómez con estructura acicular, en ocasiones se presenta como una ignimbrita y contiene además intercalaciones de ceniza fina y gruesa poco consolidada (INEGI, 1984). Estas tobas ácidas se concentran al centro y noroeste del municipio y corresponden a las últimas etapas del volcanismo desarrollado durante el Cuaternario (fig. 4).

RELIEVE. El municipio de Lafragua por pertenecer a la sierra Perote-Orizaba, presenta gran irregularidad en su topografía, en las figuras cinco y seis, se presentan cuatro perfiles de relieve que ilustran lo quebrado del relieve, las curvas de nivel que lo limitan son la de 2 500 m en su parte más baja al occidente y conforme se avanza al este la altitud aumenta, hasta llegar a 3 800 m s.n.m. en el cerro Xalista, ubicado al sureste.

De norte a sur y casi siempre alternados montañas y valles, el municipio presenta los siguientes relieves:

I. Valle de González Ortega. Esta bordeado por cerros de poca altura como el Quilostoc y la Cumbre por el lado norte, San Juan Cuecuello por el oeste y Toluca por el sureste, este último con 3260 m de altitud.

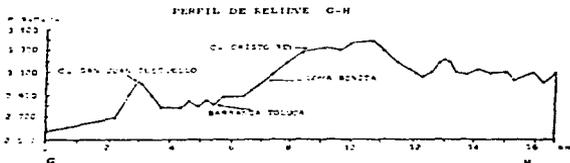
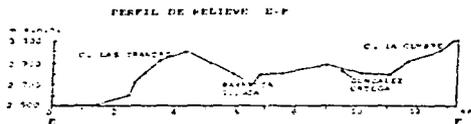
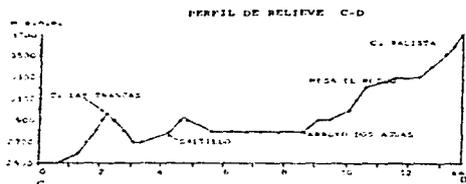
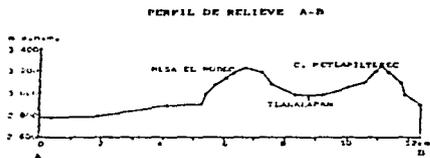


Figura 6. Perfiles de relieve

II. Barranca Toluca.

III. Cerros y Valles de Saltillo. Aquí sobresalen cerros que tienen más de 3 000 m de altitud como son las Trancas y Astilleros, pero la eminencia mayor está al sureste y se trata del cerro Cristo Rey con 3 500 m s.n.m.

IV. Valle de Tlanalapan y cerro Yolotepec. Es el más extenso y se extiende desde los 2 600 m hasta los 3 840 m de altitud, la mínima al oeste y la máxima en el cerro Xalista, que es la altura mayor del municipio al sureste del mismo. Otras montañas que limitan este valle por el nor-este son los cerros el Naranjal, Tres Tortas y Metlapiltepec, el primero llega a los 3 420 m sobre el nivel del mar. Dentro de este valle destaca la mesa el Rodeo, por su pendiente suave orientada de SE-NW con una topografía irregular.

V. Valle de Cuauhtémoc. En su mayor parte con relieve moderado y compartiendo con el Valle de Tlanalapan, la parte más abrupta del relieve en la parte que corresponde al cerro Xalista.

3. CLIMA

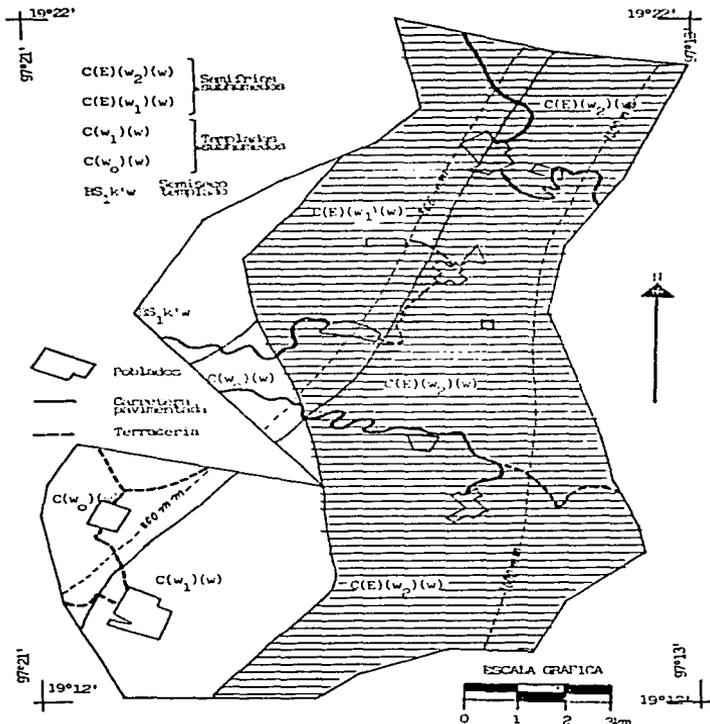
En el territorio de Lafragua predomina el grupo de climas templados subhúmedos con lluvias en verano (fig. 7).

En una amplia franja ocupando la mitad orinetal del municipio se encuentra el clima tipo semifrío subhúmedo $C(E)(w_2)(w)$ y a continuación en la parte norte su similar $C(E)(w_1)(w)$; al sur complementan los climas templados subhúmedos el $C(w_2)(w)$ y el $C(w_0)(w)$; además existe una pequeña área ubicada al occidente de Lafragua, que tiene clima semiseco templado con lluvias en verano $BS_1k'w$ y una precipitación invernal entre 5 y 10.2% con verano fresco (INEGI, 1987).

Las temperaturas medias anuales del municipio se concentran alrededor de los 12°C, ya que ésta isoterma divide al municipio en dos franjas casi iguales, la del oeste con temperaturas promedios mayores a 12°C y que corresponden a las partes bajas de la sierra, la temperatura va disminuyendo conforme se asciende y avanza hacia el oriente, pasando la isoterma de los 12°C se localiza la segunda franja en el oriente del municipio, que corresponde a las mayores altitudes de la sierra y temperaturas más bajas, llegando a la isoterma de los 8°C que coincide con el límite municipal y con el parteaguas de la sierra Perote-Orizaba (INEGI, 1988).

Las lluvias por su parte se distribuyen en el territorio de Lafragua influenciadas por el relieve, de la siguiente manera: precipitación media anual de 500 mm en las partes bajas al oeste y de 1 000 mm en el

FIG. 7 CLIMAS DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA



FUENTES: INEGI. 1965. Carta de clima. Esc. 1:100000. Anexo cartográfico. Síntesis geográfica del Estado de Puebla.
 ISOYETAS: Garza. 1975. Precipitación y probabilidades de lluvia en la República Mexicana y su evolución. Puebla-Tlaxcala. IG. UNAM. CETERAL.

parteaguas de la sierra Perote-Orizaba (Op. cit., 1988), que como se mencionó anteriormente sirve de límite a Lafragua por el oriente.

Las lluvias se distribuyen durante el año desde el mes de mayo hasta octubre, pero la cantidad de precipitación de noviembre a abril que es el período seco es significativa, ya que es superior a los 100 mm (INEGI, 1984).

La precipitación media mensual es como sigue: enero 16, febrero 16, marzo 32, abril 32, mayo 64, junio 125, agosto 94, septiembre 200, octubre 94, noviembre 24 y diciembre 12 mm de lluvia respectivamente (García, 1975), (fig. 8).

El número promedio de días con tempestad en el año para el municipio de Lafragua es menor de 10, y el promedio de días con heladas es de más de 50 al año (Fuentes, 1972).

Sobre los vientos, solo se encontró información para algunas estaciones meteorológicas situadas fuera del municipio, la más cercana localizada al oeste, en el poblado de Guadalupe Victoria da una idea aproximada del comportamiento de los vientos en el pie de monte, es decir en la franja occidental de Lafragua, toda esta zona se ve afectada por vientos del norte y noreste en el período seco que comprende de noviembre a abril. Otras estaciones más alejadas, que también pueden apoyar son las del municipio de Perote, Ver. al norte y Tlachichuca al sur, estas estaciones aparecen registradas en la figura 9 (INEGI, 1984).

CANTIDAD DE
LLUVIA EN
mm

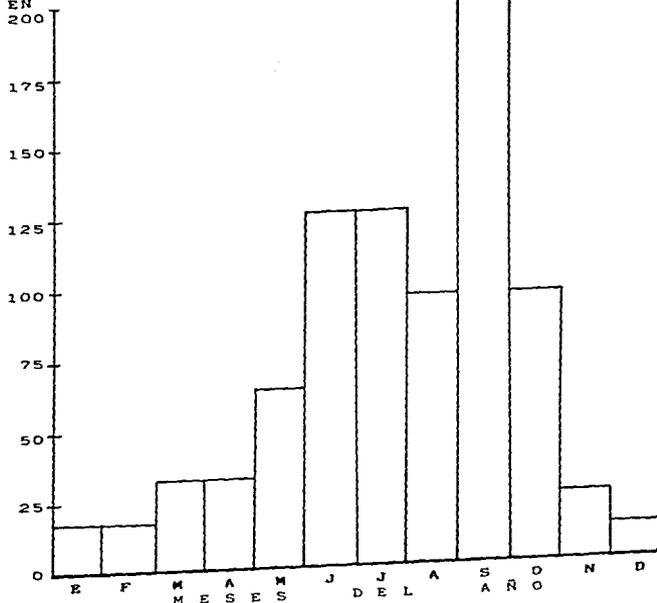


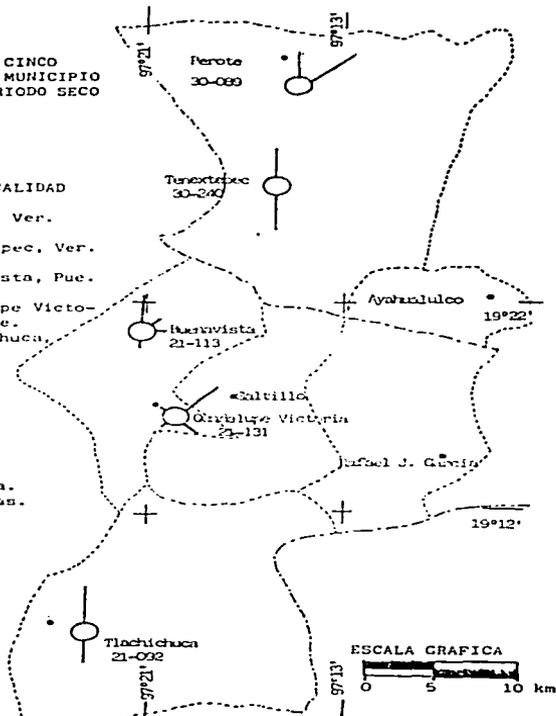
Figura 8 Distribución de la precipitación media a través del año, en Lafragua, Pue. (García, 1975).

FIGURA 9

VIENTOS DOMINANTES EN CINCO ESTACIONES VECINAS AL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, EN EL PERIODO SECO DE NOVIEMBRE A ABRIL

ESTACION	LOCALIDAD
30-089	Perote, Ver.
30-240	Tenextepac, Ver.
21-113	Buenvista, Pue.
21-131	Guadalupe Victoria, Pue.
21-092	Tlachichuca, Pue.

2 cm=100% de frecuencia.
Sin datos de % de calmas.



FUENTE: INEGI, 1994. Carta de efectos climáticos regionales. Noviembre-abril. DGS Esc. 1:250 000, hoja Veracruz E 14-3

4. HIDROGRAFIA

Dentro del municipio de Lafragua no existen ríos de importancia, ya que los arroyos que corren por las barrancas son intermitentes por lo que solo en temporada de lluvias son activos; dos son los arroyos que sobresalen por permanecer activos más tiempo, el de la barranca Dos Aguas y el de Cuauhtémoc, que corren por unos cuantos kilómetros, desapareciendo antes de llegar a la planicie (figuras 40 y 41).

Existen manantiales, por lo menos seis, pero no forman arroyos, debido a que son canalizados a depósitos artificiales para satisfacer las necesidades de agua de los habitantes del municipio.

Los ríos con agua permanente todo el año que se localizan cerca del municipio de Lafragua, se presentan en la figura 3, mientras que las barrancas y arroyos dentro del municipio en particular, se aprecian en los mapas de densidad y frecuencia de drenaje (figs. 40 y 41).

El límite municipal de lado este, coincide con el parteaguas de la sierra, que limita la vertiente del Golfo de México de la de Oriental o Llanos de San Juan (fig. 3).

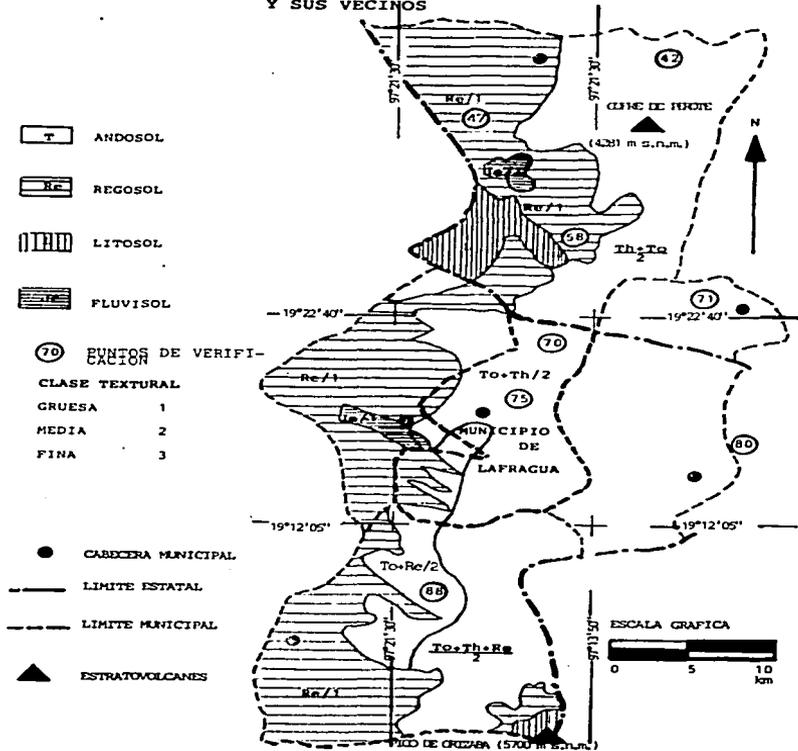
5. EDAFOLOGIA

En el municipio de Lafragua y a lo largo de la sierra Perote-Orizaba, predominan los suelos de Andosol, ocupando principalmente las partes de mayor altitud; lo acompañan los Regosoles en la franja occidental y parte baja de la sierra, excepto en el pie de monte y planicie donde existen áreas reducidas de suelos de Litosol y Fluvisol (fig. 10).

Los Andosoles (tierra negra) son suelos que se encuentran en áreas del país en las que ha habido actividad volcánica reciente, pues son suelos que se han formado a partir de cenizas volcánicas. Se caracterizan por tener una capa superficial de color negro o muy oscuro y por ser suelos esponjosos o muy sueltos. En México se usan en agricultura con rendimientos bajos. También se usan con pastos naturales o inducidos, principalmente pastos amacollados. El uso en que menos se destruyen como recurso natural es la explotación forestal racional. Son muy susceptibles a la erosión (DETENAL, 1979).

Los tipos predominantes de Andosoles en la sierra Perote-Orizaba son, los órticos y húmicos (figs. 11, 12), alternandose como predominante y secundario, pero sobresaliendo en la vertiente del Golfo que es más húmedo que el flanco occidental o vertiente de Oriental, donde predomina el Andosol órtico. La diferencia entre estos dos tipos, es el contenido de materia orgánica, mucho mayor en los húmicos que en los órticos.

FIGURA 10 SUELOS DEL MUNICIPIO DE LAFRACUA Y SUS VECINOS



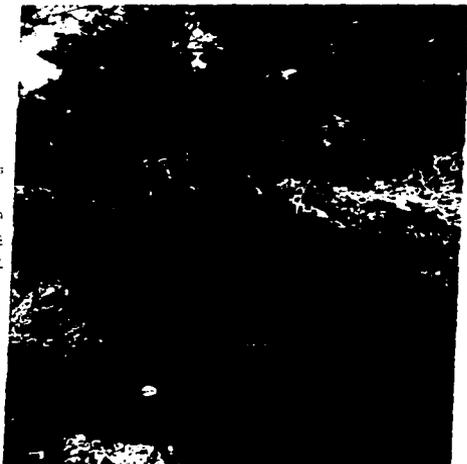
FUENTE: CARTA EDAFOLÓGICA, ESC. 1:250 000, HOJA E14-3, DGC, INEGI, 1984.



Figura
11

En las dos fotografías, suelos de Andosol órtico, que cubren casi todo el municipio, tienen una capa superficial amarillenta, con bajo contenido de materia orgánica. Ejemplos cercanos a la cabecera municipal: Saltillo.

Figura
12



Los Regosoles (cubierta, manto, material suelto). Se caracterizan por no presentar capas. Son claros en general y se parecen bastante a la roca que tienen debajo, cuando no son profundos. Se encuentran en las playas, dunas y en menor o mayor grado, en las laderas de todas las sierras mexicanas, muchas veces acompañados de Litosol y de roca o tepetate que aflora. Su fertilidad es variable y su uso agrícola está principalmente condicionado a su profundidad y a que no tengan mucha pedregosidad, ya que frecuentemente son someros y pedregosos. En Jalisco y otros estados del centro, se cultivan principalmente granos con resultados moderados o bajos. El uso pecuario y forestal se lleva a cabo en las sierras con resultados variables, en función de la vegetación que exista. Son de susceptibilidad variable a la erosión (Cp. cit., 1979).

El tipo Regosol presente en el pie de monte de la sierra y planicie en la cuenca de Oriental, es el eútrico, su origen es residual y coluvial (INEGI, 1987), relacionado con las cenizas y materiales piroclásticos de las últimas etapas del volcanismo desarrollado durante el Cuaternario (INEGI, 1984). Son moderadamente ácidos pH entre 5.6 y 6.2 (INEGI, 1987). Son muy permeables, pobres en nutrientes.

El Litosol (suelo de piedra). Suelos ácidos. Espesor del suelo 10 cm, descansa sobre roca o tepetate. No aptos para cultivos de ningún tipo. Pueden destinarse al pastoreo (Silva, 1976). Su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona en donde se encuentran, de la topografía y del mismo suelo, y puede ser desde moderada hasta muy alta (DETENAL, 1979). En la zona de influencia de la sierra Perote-Orizaba, el Litosol se

ubica en el cerro Cuamila, al suroeste del municipio de Perote.

Fluvisol (suelo aluvial). Se caracteriza por su fácil manejo. Necesitan fertilización, son muy permeables. Suelos arenosos, ligeros. Textura gruesa. El tipo eútrico es el que cubre dos áreas pequeñas: la primera al oeste del volcán Cofre de Perote y la segunda en el centro-oeste del área cartografiada (fig. 10).

En resumen y de acuerdo a la Carta de Suelos 1:250 000 (INEGI, 1984), los suelos de la sierra Perote-Orizaba en la cual se encuentra el municipio de Lafragua reúnen las siguientes características: Los Andosoles ótricos y húmicos (To, Th) se localizan en relieve montañoso, con fases físicas Lítica profunda y Lítica, tiene textura media, es decir son migg jones arcillosos, pasando por los suelos francos y los limosos. Son muy drenados y su contenido de materia orgánica es superior a 2% (cuadros 1 y 2).

El Regosol eútrico, ocupa relieve de pie de monte y planicie, es de textura gruesa, ya que por lo menos en su parte superficial, es arenoso, lo que puede ser causa de problemas como poca retención de agua, exceso de drenaje o pocos nutrientes en el suelo (DETENAL, 1979), tiene poca materia orgánica (punto 47, cuadro 2, figura 10).

CUADRO 2 PRINCIPALES DATOS ANALITICOS DE LAS MUESTRAS DE LOS PUNTOS 47 Y 80

PUNTO DE CONTROL		TEXTURA							CATIONES INTERCAMBIABLES										
Ho.	Horizonte o capa	Profundidad en cm	% de arcilla	% de limo	% de arena	Clasificación textural	Coeficiente de plasticidad	PI en agua	Inflación 1:1	% de materia orgánica	CICP	% saturación de bases		% saturación de Na		K	Ca	Mg	P
												meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g				
47	C1	0-18	10	24	66	Ma	2	6.7	0.5	10.0	100	0.1	15	1.1	7.2	2.0	11.0		
47	C2	18-52	10	24	66	Ma	2	7.7	0.7	11.8	100	0.2	15	0.9	11.3	3.1	2.6		
47	C3	52-71	14	26	60	Ma	2	7.9	0.5	12.5	100	0.1	15	0.3	13.4	2.3	-		
80	A11	0-30	12	38	50	C	2	6.2	7.1	30.0	50	0.1	15	0.1	3.8	0.8	3.7		
80	A12	30-60	14	32	54	Ma	2	6.1	6.8	28.0	50	0.1	15	0.1	4.4	0.8	4.0		
80	A13	60-90	12	32	56	Ma	2	6.0	7.0	28.8	50	0.1	15	0.1	4.1	0.9	-		
80	B2	90-125	4	52	44	Ml	2	6.0	4.2	37.0	50	0.1	15	0.1	4.4	1.2	-		

NOTAS: Textura Ma=Migajón arenoso, C=Franco, Ml=Migajón limoso

Fuente: INEGI, 1984. Carta Edafológica. Esc. 1:250 000, Hoja E 14-3

6. VEGETACION

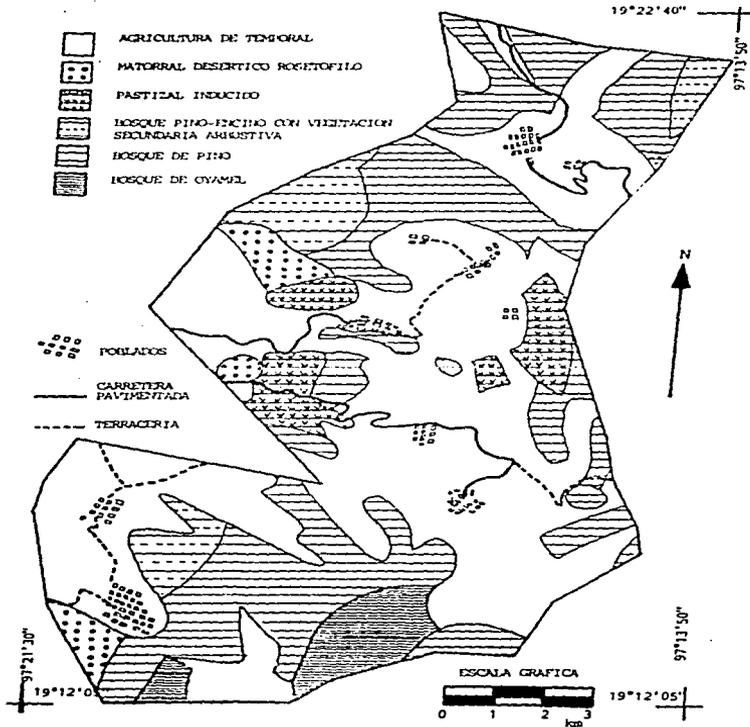
La superficie del municipio en estudio es de 152 km², de los cuales, cerca de la mitad están cubiertos de vegetación natural con diferentes grados de perturbación; el resto están dedicados a actividades agrícolas (fig. 13).

Las principales comunidades vegetales están representadas por: bosques de pino, oyamel, mixtos de pino-encino, matorral desértico rosetófilo y pastizal inducido; todas estas asociaciones vegetales se presentan dependiendo de las condiciones naturales del lugar en que se desarrolla cada una, pero las más importantes del medio que influyen en su desarrollo son: el clima y el suelo (Fuentes, 1972).

MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO. Son tres las zonas al este del municipio donde sobresale el matorral desértico rosetófilo, constituido en su mayoría por elementos que presentan las hojas acomodadas en forma de roseta, por ejemplo los agaves y yucas, estos ejemplares están acompañados de matorrales espinosos y cactus.

La comunidad de matorral desértico rosetófilo coincide con la parte menos lluviosa, es decir con el clima semiseco templado (BS₁k'w). El relieve es tipo lomerío, precisamente en el cerro la Tetilla, el flanco occidental del cerro las Trancas y al sur del pueblo de Cuauhtémoc, que se localiza en el pie de monte de la sierra; en este último lugar, coincide con el suelo de Regosol eútrico.

USO DEL SUELO Y
 FIGURA 13 VEGETACION DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA



FUENTE: CARTA DE USO DE SUELO Y VEGETACION. ESC. 1:250 000. HOJA E14-3.
 DGS. INEGI. 1984.

BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS. Este grupo de flora, es indudablemente de los más familiares para gran número de pobladores del país. Ecológicamente habitan las tierras templadas y semihúmedas, propias de las zonas montañosas de México. En cuanto a su composición y estructura, hay una amplia gama de variantes que va desde las masas puras de coníferas hasta de encinos, pasando por los bosques mixtos de diversos tipos (Rzedowski, 1987).

BOSQUE DE QUERCUS. Los bosques de Quercus o encinos, son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México que tienen clima templado semihúmedo (Rzedowski, 1978); Pero en el municipio de Lafragua pese a tener dicho clima, no existen bosques donde predomine este género. Sin embargo, se pueden observar algunas agrupaciones que no llegan a ser propiamente bosques en terrenos de fuertes pendientes y barrancas, por ejemplo, al norte de Tlanalapan y al occidente del municipio, cerca del matorral desértico mesotófilo. También se observan encinos aislados en medio de campos agrícolas, posiblemente como remanentes de la existencia de bosques de este tipo en épocas pasadas. El hecho es que estos árboles están presentes en casi todo el municipio, ya sea en solitario, en pequeños grupos o asociados con pinos y oyameles, hasta altitudes de 3 100 m, que es la máxima para este género en México (Op. cit., 1987).

BOSQUE DE PINO-ENCINO. Estos bosques están representados en dos zonas al occidente del municipio, en esta asociación predomina el género Pinus y se encuentran como antesala de los bosques de pinos.

El relieve que ocupan los bosques de pino-encino es pie de monte, con suelos de Andosol órtico y Regosol eútrico, además se ubican en la parte más seca del municipio, con precipitación media anual menor a 800 mm. El estrato superficial, comprende plantas herbáceas o arbustivas; entre las primeras se encuentran especies que pertenecen a las familias Compositae y Gramineae.

BOSQUE DE CONIFERAS. Los bosques de coníferas, están constituidos principalmente por diferentes especies de pino y oyameles, en masas puras o mezcladas entre ellas o bien con encinos y otros árboles de hoja ancha. Se les encuentra desde el nivel del mar hasta el límite de vegetación arbórea en las altas montañas (arriba de 4 000 m de altitud). Los bosques de pino y los de oyamel son los de mayor importancia industrial, pues de ellos se obtiene madera, pulpa para papel y resinas. Las tallas clandestinas y los desmontes para ampliación de áreas agrícolas, ganaderas y habitacionales son factores que diariamente restan superficies a estos bosques y modifican a los que quedan (Rzedowski, 1987).

BOSQUE DE PINOS. Los pinos son los árboles más abundantes y cubren la mayor superficie del área boscosa del municipio. Con sus excepciones, la mayoría de las especies mexicanas de Pinus posee afinidades hacia los climas templados-fríos y semihúmedos y hacia los suelos ácidos (Op. cit. 1978).

En Lafragua, se tienen ejemplares de pinos en todo su territorio, iniciando desde la curva de nivel de 2 500 m en el pie de monte al oeste,

son pinos en los límites de los predios agrícolas y en medio de campos cultivados (fig. 15) y en combinación con otros árboles y matorrales en laderas y barrancos. Conforme se asciende la sierra, los pinos son más abundantes, encontrándose en combinación primero con encinos y después de los 3 200 m s.n.m., este género es el único que prospera con excepción del Abies religiosa, así que forma densos bosques de pinos o en combinación con oyameles.

En el municipio de Lafragua los bosques más extensos y densos, es decir con menor alteración, se localizan, en la parte norte, en la barranca Toluca y en la zona montañosa del sur, estribaciones del cerro Xalista. Estos lugares, tienen suelos de Andisol ártico y húmicos (fig. 36).

El estrato herbáceo de los pinares, presenta diversos aspectos en el transcurso del año, en épocas húmedas, el notobosque se cubre con flores de diversos colores, mientras que en tiempos desfavorables estas desaparecen. Las familias de las Gramineae y Compositae son abundantes.

BOSQUE DE OYAMEL. La distribución geográfica de los bosques de Abies en México es en extremo dispersa y localizada en altas montañas, por lo común entre 2 400 y 3 600 m de altitud, en forma de manchones, confinados a laderas y cerros, a menudo protegidos de la acción de vientos fuertes y de insolación intensa. Las áreas continuas de mayor extensión en la República Mexicana se presentan en las serranías que circundan al Valle de México y les siguen en importancia las correspondientes a otras montañas altas del Sistema Volcánico Transversal, como ejemplos: el Pico

de Orizaba y el Cofre de Perote. En cuanto a sus exigencias climáticas, los bosques de Abies constituyen una unidad relativamente bien definida, pues requieren, para su desarrollo, de condiciones de humedad más bien elevada. La precipitación media anual es por lo común superior a 1000 mm, distribuida en 100 o más días con lluvia apreciable. Las temperaturas me dias anuales varían de 7 a 15°C, si se toman en cuenta los límites altitudinales habituales del bosque. Los substratos geológicos del bosque de oyamel son variados, pero predominan los de origen volcánico, sobre todo andesitas y basaltos. Los desmontes y la tala inmoderada constituyen los mecanismos más importantes mediante los cuales afecta el hombre al bosque de Abies (Op, cit., 1978).

En Lafragua, el bosque más extenso y denso de oyameles, se encuentra en la parte sur del municipio, en relieve abrupto de laderas del cerro Xalista (fig. 14), por arriba de la curva de nivel de 2 800m, y bordeando la cima del cerro citado, que corresponde a altitudes superiores a los 3 000 m. Esta zona tiene precipitaciones mayores a 800 mm de promedio anual y son suelos de Andosol órticos y húmicos.

PASTIZAL INDUCIDO. En la parte central del municipio, se localizan cuatro zonas de pastizal inducido, delimitados ya sea por bosque o predios dedicados a la agricultura. Estos pastizales al parecer no discriminan altitudes, ya que se encuentran entre la curva de nivel de 2 600 y la de 3 400 m (fig. 15). Parecen ser tipos frecuentes de vegetación secundaria que sucede a la destrucción de los pinares por efectos de incendios y sobrepastoreo.



Figura 14. A la izquierda un árbol tipo Pinus holmboiana y al fondo un bosque de la misma especie, tipo de El Mirador.



Figura 15. Pinos, matorrales y macizales. Los primeros formando grupos de árboles como vestigios de los bosques que anteriormente se encontraban aquí. En Atlix de la Mina, al fondo el cerro Cristo Rey.

II

**INDICADORES Y PROCESOS DE DESERTIFICACION EN
LAFRAGUA, PUEBLA**

1. ASPECTOS GENERALES DE LA DESERTIFICACION

A. DIFERENCIAS ENTRE DESERTIFICACION Y DESERTIZACION

Según el PNUMA "desertificación" significa disminución o destrucción del potencial biológico de la tierra que puede desembocar en condiciones de tipo desértico. Constituye un aspecto del deterioro generalizado de los ecosistemas y es un proceso propiciado principalmente por actividades humanas, detalle que la distingue de la "desertización" que se refiere al acrecentamiento de los desiertos por causas "naturales" en especial cambios climáticos a muy largo plazo (Medellín, 1978).

B. ZONAS CON PELIGRO DE DESERTIFICACION

La desertificación es un problema mundial, que afecta directa o indirectamente en menor o mayor grado a todos los habitantes del planeta, pero es mayor el riesgo en las franjas semiáridas y subhúmedas que rodean a los verdaderos desiertos (Op. cit. 1978).

C. IMPACTO DE LA DESERTIFICACION

Se manifiesta en dos planos, el natural y el social; en el primero deteriora los suelos, la flora y la fauna, afecta el equilibrio hidrológico y en la disminución de la diversidad. Socialmente puede afectar de manera grave la capacidad alimentaria de las regiones deterioradas (CONAZA, 1994).

D. CAUSAS DE LA DESERTIFICACION

Entre las principales causas de degradación de los ecosistemas destacan: la degradación física y biológica promovida por el hombre al hacer un uso irracional de los recursos naturales y que se acentúan por la influencia negativa de la naturaleza como la erosión provocada por el viento, lluvia, etc. En este sentido puede mencionarse la desertificación que el hombre provoca en el desarrollo de las actividades básicas para su subsistencia.

En terrenos de temporal se cultivan suelos que no debieran cultivarse. El campesino utiliza los cerros y cambia el uso del suelo, convierte el bosque, el matorral o el pastizal en milpa, y lo hace cada vez con mayor intensidad.

Sin embargo, la causa principal de la desertificación es la miseria de los campesinos como resultado de nuestro desarrollo desigual.

El mal uso de las aguas de riego que acumulan sales en los suelos.

La sobremecanización que ocasiona la compactación del terreno y la alteración de la estructura del suelo.

El sobrepastoreo y tecnologías mal aplicadas.

El desmonte de bosques, entre otras causas.

**E. MECANISMOS PARA COMBATIR LA DESERTIFICACION SEGUN EL PLAN DE ACCION
PROPUESTO POR LAS NACIONES UNIDAS**

En primer instancia se debe estudiar y evaluar la desertificación y los procesos de degradación que conducen a ella en la medida en que afectan a las poblaciones, a los elementos físicos del medio: suelos, agua, aire; y a los productos vegetales y animales de la tierra y del agua (Medellín, 1978).

Siendo la desertificación un fenómeno de sistemas en el cual intervienen el clima, los suelos, la flora, la fauna y el hombre. Puede considerarse como una forma de deterioro de los ecosistemas debido a los cambios producidos en la presión de los sistemas de aprovechamiento por el hombre. La importancia del proceso de desertificación proviene de su magnitud, dada la superficie que cubre y el número de personas afectadas, así como del ritmo con que se produce (Op. cit. 1978).

El fracaso de las técnicas aplicadas para detener el avance de la desertificación se debe a varios factores, de los cuales los más evidentes son el diagnóstico tardío y el hecho de que los problemas se abordan por separado sin integrar debidamente todos los factores que intervienen (Op. cit. 1978).

Los científicos del mundo que han estudiado el problema de la desertificación en los últimos años, definen una serie de indicadores que pueden servir para un diagnóstico y a la contribución para la ejecución de programas correctivos.

El estudio de los indicadores puede adoptar diferentes formas, según las peculiaridades de la zona y el problema. Por ejemplo en zonas que se considera corren peligro, se podría evaluar la vulnerabilidad, determinar el riesgo o diagnóaticar el problema de la desertificación aplicando los indicadores. En algunos casos se puede disponer de datos cuantitativos para una considerable proporción de los indicadores; en otros incluso los datos cualitativos solo pueden obtenerse para relacionarse con algunos de ellos (Op. cit. 1978).

Se recomienda que los mismos indicadores que sirvieron para diagnosticar el problema sirvan para vigilar la zona hasta que se pueda hacer la evaluación definitiva y para evaluar los efectos y las medidas correctivas del plan aplicado.

Los indicadores tantas veces mencionados se agrupan en tres grupos:

- físicos,
- biológico-agrícolas, y
- económico-sociales.

2. INDICADORES DE DESERTIFICACION EN EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, PUEBLA

A. INDICADORES FISICOS

a) Grado de salinidad y alcalinidad del suelo.

Según el mapa de Frontera Agrícola y Capacidad de Uso del Suelo de la antigua SARH (1982) los suelos de Lafragua no demeritan, es decir que en todos factores no son limitantes para llevar a cabo actividades agrícolas. Excepto en una pequeña parte en la periferia occidental del municipio y en un grado mínimo (fig. 16).

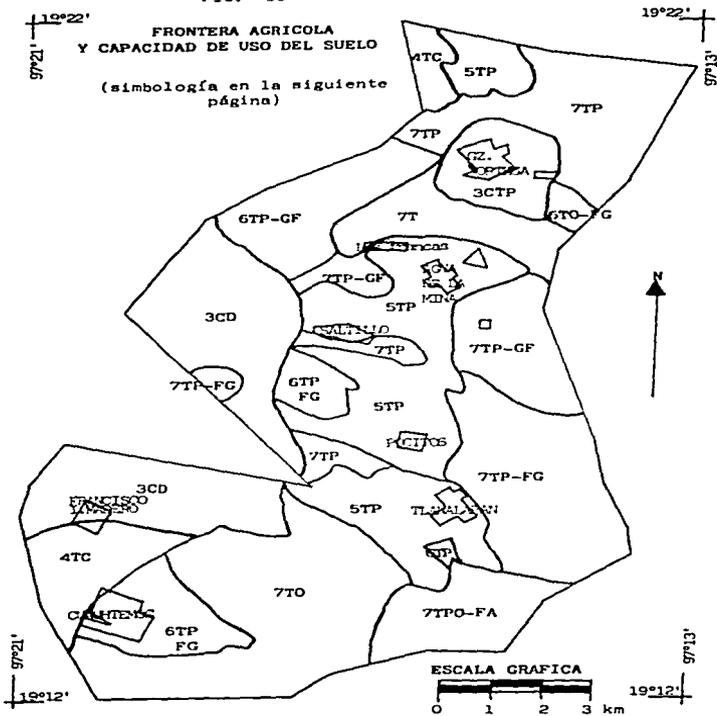
b) Profundidad de aguas subterráneas y calidad de las mismas.

Por su relieve montañoso el municipio no cuenta con pozos de extracción de aguas subterráneas, por lo que su profundidad es variable; en cuanto a la calidad del agua de los manantiales de los cuales los pobladores se abastecen, no se cuenta con datos al respecto.

c) Profundidad efectiva del suelo.

Predominan los suelos delgados en todo el municipio, los más profundos se encuentran en el valle de González Ortega y flanco occidental al oeste de Saltillo y norte de Francisco I. Madero, que en conjunto suman un 20% de la superficie total y la profundidad se encuentra entre 35 y 50 cm, otro 5% de superficie municipal localizado entre Cuahtémoc y Francisco I. Madero tiene un grosor entre 25 y 35 cm, mientras que el resto es decir tres cuartas partes de los suelos lafraguenses tienen una profundidad menor a 25 cm (fig. 16).

FIG. 16



FUENTE: SARH, 1962. Frontera agrícola y capacidad de uso del suelo. Esc.1:250000.
Puebla (hoja:Tehuacán).

CUADRO 3

CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

		CATEGORÍAS DE SUELO									
		C	T	P	O	D	S	I	E		
1	1	[Detailed soil classification criteria for category 1]									
	2	2-8	30-100	3-10	1-1-1-1-1	0-1-1	2-0	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	3	8-10	35-90	10-15	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	4	10-15	25-35	15-35	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	5	15-25	15-25	15-30	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	6	25-40	10-15	30-70	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	7	40-100	4-10	70-90	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
2	1	0-2	1-100	1-3	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	2	2-6	30-100	3-10	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	3	6-10	35-90	10-15	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	4	10-15	25-35	15-35	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
3	5	15-25	15-25	15-30	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	6	25-40	10-15	30-70	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	7	40-100	4-10	70-90	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
4	5	15-25	15-25	15-30	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	6	25-40	10-15	30-70	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	7	40-100	4-10	70-90	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
5	8	1-100	1-10	1-10	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1
	9	1-100	1-10	1-10	1-1-1-1-1	1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1	1-1-1-1-1

1. Este cuadro de datos de uso de suelo se basa en el sistema de clasificación de suelos de la FAO/UNEP, adaptado a las condiciones de uso de suelo en el país. El uso de suelo se refiere al uso que se le da a la tierra, como por ejemplo, agricultura, ganadería, silvicultura, etc. Este cuadro de datos de uso de suelo se basa en el sistema de clasificación de suelos de la FAO/UNEP, adaptado a las condiciones de uso de suelo en el país.

d) Número y frecuencia de tormentas de polvo.

La principal referencia es la percepción de los habitantes del lugar, los cuales manifestaron, que son escasas en la parte montañosa, mientras que en el pie de monte al occidente del municipio, los campesinos expresaron que son frecuentes, especialmente en tiempo seco.

e) Presencia de costras y compactación del suelo.

El suelo compacto se manifiesta en lugares en que la erosión hídrica ha formado surcos y canales, y en sitios donde es frecuente el paso del ganado.

f) Contenido de materia orgánica en el suelo.

Disminuye de este a oeste, en relación a la cantidad de precipitación y de presencia de vegetación natural. Más de 1000 mm de precipitación en la zona vecina al este del municipio de Lafragua con más-menos 7% de materia orgánica; menos de 500 mm de lluvia al occidente de Lafragua con menos de 1% de materia orgánica (Fig. 10 y cuadros 1 y 2). Así en la mayor parte del municipio, cuenta con más del 1% de materia orgánica y solo en la parte occidental, al pie de la montaña dispone de menos del 1% también de materia orgánica.

g) Zona cubierta y turbiedad de las aguas superficiales.

A excepción de dos riachuelos que se logran mantener todo el año en trayectos no mayores a 10 km, la mayoría de los cauces permanecen secos excepto en días lluviosos, en esos momentos las corrientes descienden a gran velocidad y bastante turbias.

B. INDICADORES BIOLÓGICO-AGRICOLAS

a) Vegetación

La vegetación natural presente en el municipio, solo cubre un 30% del territorio y la mayor parte de ésta tiene alto grado de perturbación.

Aproximadamente la mitad de los bosques actuales no se están renovando, ya que no presentan en el estrato inferior árboles jóvenes, debido principalmente a incendios y pastoreo de cabras y ovejas.

En el caso de la vegetación inducida o secundaria, se presenta un estrato denso de aproximadamente un metro a dos de alto, constituido por plantas arbustivas y pastos amacollados, que no son del gusto del ganado.

Las especies principales de los distintos grupos de vegetación presentes en Lafragua es como sigue:

MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO. En tres zonas aisladas al oeste en el pie de monte del municipio se observan: agaves, yucas, matorral espinoso, palma, nopal, sabino, Muhlenbergia sp., maguey, zacatón, Quercus microphylla, Mimosa biuncifera, Bouteloua curtipendula y Amelanchier denticulata.

BOSQUE DE PINO-ENCINO. En dos zonas, cerca y junto al Matorral Desértico Rosetófilo y otra muestra al noreste del municipio acompañado de vegetación secundaria arbustiva, ahí se encuentran: Pinus sp y Quercus sp. en el estrato superior, mientras que a nivel del suelo se observan especies que pertenecen a las familias Compositae y Gramineae.

BOSQUE DE PINOS. Los pinos son los árboles más abundantes en el municipio de Lafragua, forman importantes bosques tanto en el norte como en el sur y en el centro todavía tienen presencia en forma de manchones que ya no se les considera bosque. Los pinos aparecen esporádicamente en el pie de monte occidental del municipio junto al Matorral Desértico Rosetófilo y conforme se asciende la montaña rumbo al este su presencia cada vez más frecuente ocasiona la formación de bosques casi con esta única especie a excepción del oyamel que se logra intercalar esporádicamente.

Las especies más frecuentes de los bosques de pinos del estrato más alto al superficial son:

P. teocote (ocote), P. pseudostrobus (ocote), P. montezumae (ocote) _
P. patula (pino colorado), Abies religiosa (oyamel), Alnus sp. (ilite),
Q. crassifolia (encino), Q. laurina (encino), Juniperus deppeana (sábino),
Baccharis conferta (escobillo), Stipa ichu (zacatón), Muhlenbergia sp.,
Nolina parviflora (palma), Senecio cinerarioides, Muhlenbergia macroura,
Diptochaetium fimbriatum, Salvia sp. (mirto), Stevia sp., Senecio sp.,
Gramineae y Compositae.

BOSQUE DE OYAMEL. En un área importante al sur, en la estribación occidental del cerro Xalista, que corresponden a las partes más altas, por arriba de los 2 800 m s.n.m.; las especies más frecuentes son:

Abies religiosa (oyamel), Pinus montezumae (ocote), Quercus laurina (encino), Alnus sp. (ilite), Baccharis conferta (escobillo), Salvia sp. (mirto), Eupatorium glabratum, Festuca sp., Stipa ichu (zacatón), Lupinus montanus, Alchemilla sp.

PASTIZAL INDUCIDO En la parte central del municipio se localizan cuatro zonas de pastizal inducido, delimitados ya sea por bosques o predios agrícolas. Las especies dominantes en el estrato único que va de 0.10 a 1.0 m son: Muhlenbergia rigida, acompañada de: Stipa tenuissima (zacatón), Bouteloua curtipendula, Bacharis conferta (escobillo), Muhlenbergia macroura, Muhlenbergia sp., Aristida orcuttiana, Bouteloua gracilis, Stipa sp. (zacatón), Muhlenbergia emergeyi, Agave obscura (maguey), Opuntia sp. (nopal), Notholaena aurea. Sobresaliendo sobre este estrato algunas eminencias arbóreas como: Juniperus deppeana, Nolina parviflora, Alnus sp.

b) Animales

FAUNA SILVESTRE. Los habitantes del municipio reportan la existencia de: lagartijas, culebras, sin faltar la víbora de cascabel; aves: como patos de diferentes especies, gallinita de monte, codorniz, y palomas; de los mamíferos se pueden mencionar: liebres, conejos, ardillas, tuzas y ratas, mientras que es más difícil detectar: coyotes, zorras, cacomixtle, mapaches y zorrillos.

El anterior reporte es semejante a lo que describe Fernández (1987) sobre la fauna de los alrededores del volcán Pico de Orizaba: "está representada por: conejos, zorrillos, ardillas, tuzas, algunos zorros, gatos monteses y coyotes, además de pequeños roedores; de las aves se pueden mencionar algunos carpinteros, saltaparedes, reyezuelos, gorriones y cuervos".

GANADO Y OTROS ANIMALES DOMESTICOS. Según los resultados definitivos del VII Censo Agrícola-Ganadero del Estado de Puebla de 1991 en el municipio de Lafragua existían los siguientes animales:

Ganado ovino		5 761 cabezas
Ganado caprino		1 741 cabezas
Ganado equino	{ asnos mulas caballos	1 002 cabezas
		683 cabezas
		889 cabezas
Ganado bovino		130 cabezas
Conejos		768 cabezas
Colmenas		56
Puercos		2 228 cabezas
Aves de corral	{ gallinas y gallos guajolotes patos y gansos codornices	5 884 cabezas
		2 089 cabezas
		239 cabezas
		6 cabezas

Las ovejas se pastorean en todo el municipio en grupos de variado número, de la misma manera las cabras y en muchas ocasiones de manera combinada, la producción es para consumo local, siendo la carne el principal producto, ya que comercializar la lana de los borregos resulta incosteable para la mayoría de los dueños de ovejas a decir de ellos mismos (figs. 17 y 18).



Figura 17 Ganado ovino. El más importante en Lafragua.



Figura 18 Pastoreo de ovejas. Actividad común y complementaria a las actividades agrícolas en Lafragua.

Por su parte el escaso ganado bovino se clasificaba de la siguiente manera: 38 cabezas estaban dedicadas exclusivamente a la producción de leche, otras 21 cabezas tenían como fin la producción de carne y 25 tenían el doble propósito, es decir la producción tanto de leche como de carne, 8 cabezas estaban dedicadas a labores del campo y el resto todavía no producía.

La producción de leche y carne fue para consumo local.

Sobre el destino de la producción ganadera en general del municipio de Lafragua para el año de 1991 fue de la siguiente manera según el reporte de 1 542 unidades de producción:

Para autoconsumo	1346 unidades de producción
Comercialización local y nacional	196 unidades de producción
Comercialización nacional y exportación	0 unidades de producción

c) Cultivos

La agricultura que se practica en el municipio es de temporal a excepción de 18 hectáreas que el VII Censo Agrícola-Ganadero manifiesta que tienen riego y donde en el ciclo otoño-invierno de 1990-1991 se obtuvieron 2.31 toneladas de maíz y 4.03 toneladas de papa, al sembrar 2.50 y 2.75 hectáreas respectivamente.

Los cultivos de ciclo corto principales son la papa, el maíz y el frijol y con menos presencia: la cebada, el trigo, haba y avena.

El VII Censo Agrícola-Ganadero de 1991, reporta los siguientes datos para el ciclo primavera-verano de ese año.

CULTIVO	UNIDADES DE PRODUCCION	SUPERFICIE SEMBRADA (Has)	SUPERFICIE COSECHADA (Has)	PRODUCCION OBTENIDA (Ton)
Papa	864	2 579.65	2 544.32	11 251.80
Mafz	1 145	3 028.08	2 989.91	2 644.95
Frijol	512	890.00	869.75	368.50
Cebada	26	28.20	26.70	22.94
Trigo	*	3.00	3.00	1.05
Otros cultivos	528	1 074.51	1 048.05	-

En cuanto a cultivos perennes el mismo censo citado arriba solo menciona a la alfalfa, con una producción de 21 toneladas al tener sembrada media hectárea y otros cultivos perennes que ocupan en conjunto 19.42 hectáreas sin dato de producción.

El destino de la producción agrícola en general se manifestó de la siguiente manera de entre 1 931 unidades de producción: para autoconsumo 758, para comercialización local o nacional 1 117, para comercialización nacional o exportación 1 y no reportaron producción 55.

La frecuencia de utilización de los terrenos agrícolas es frecuente, con esporádicos descansos, por ejemplo una vez cada cinco años o más.

Entre los insumos utilizados para la producción agrícola se encuentra: semillas mejoradas, fertilizantes y plaguicidas, los tres elementos no cuantificados.

Vehículos y tractores. Según el Censo de 1991, en ese año de 1920 unidades de producción, en 359 unidades existían 500 vehículos y tractores,

éstos últimos se concentraban en tan solo 34 unidades de producción y eran 38 tractores de los cuales funcionaban 36. Mil quinientas sesenta y una unidades de producción manifestaron no contar con vehículos ni tractores.

Debido a la falta de suelos planos en Lafragua, los campesinos se ven en la necesidad de cultivar en relieve montañoso, en pendientes que van de 13 hasta rebasar el 50%; estos suelos en su mayoría son impropios para la agricultura, por lo que son afectados seriamente por procesos erosivos cuando son abiertos a la agricultura de temporal, propiciando posteriormente el abandono (figs. 19 y 20).

En la figura 21 y cuadro 4 se pueden apreciar las superficies de terrenos roturados y el rango de pendiente que ocupan. En el relieve tipo llanura el municipio cuenta con 28 km² y están roturados 22; en pie de monte son 70 km² y están dedicados a la agricultura 46 de ellos, es decir más de la mitad, siendo que la pendiente no es recomendable para esta actividad ya que se encuentra entre 13 y 33% de inclinación; en el siguiente rango, llamado ladera de montaña, el municipio tiene 40 km² y pese a su pendiente que va de 33 a 67%, 26 de ellos están o fueron utilizados en el cultivo de algún producto. Aquí se dificultan las labores agrícolas

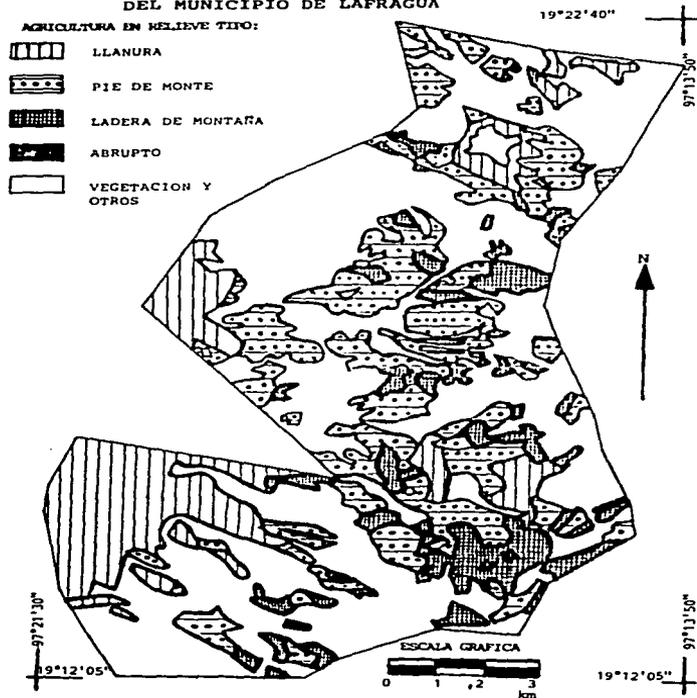


Figura 19 Actividades agrícolas en suelos con pendiente superior a 30%.
Sur de González Ortega.



Figura 20 Agricultura en suelos inclinados, pendiente superior a 30%.
Los terrenos planos como los de la parte baja de este valle
son escasos. Extremo este de González Ortega.

FIG. 21 ACTIVIDADES AGRICOLAS EN SUELOS FORESTALES DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA



FUENTES: CARTA TOPOGRAFICA. ESC. 1:50 000 HOJAS E14-B 35, 36, 45, 46, EDICION 1983. SPP. INEGI. DGG. Y FOTOGRAFIAS AEREAS. CETENAL. ZONA 18 A ESC. 1:50 000. AGOSTO DE 1975. R-101. L-3, F. 15, 16, 17 Y 18. Rangos de pendientes tomados de los apuntes de Geomorfología II. 1981. Profr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Colegio de Geografía. FFYL. UNAM.

CUADRO 4

PENDIENTES, SUPERFICIE TOTAL Y ROTURADA EN CADA RANGO,
PARA EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA.

TIPO DE RELIEVE	PENDIENTE EN % (*)	SUPERFICIE TOTAL		SUPERFICIE ROTURADA		APTITUD SEGUN LA PENDIENTE
		km ²	ha	km ²	ha	
LLANURA	0 - 13	28	19	22	14	AGRICOLA
PIE DE MONTE	13 - 33	70	46	33	22	PECUARIA Y FORESTAL
LADERA DE MONTAÑA	33-67	49	26	14	9	FORESTAL
RELIEVE ABRUPTO	>67	14	9	0.6	0.4	VEGETACION PERMANENTE
T O T A L		152	100	69.6	45.4	

(*) Equivalencia entre grados y porcentaje de pendientes, ANEXO I.

por las fuertes pendientes que propician algún tipo de degradación del suelo, estos terrenos se localizan principalmente al sureste y en menor proporción en el centro del municipio. Por último, el relieve abrupto, con pendientes superiores a 67% ocupa 14 km² y es mínima el área roturada.

C. INDICADORES SOCIOECONOMICOS

a) Uso de la tierra y vegetación

Los suelos del municipio de Lafragua se utilizan intensamente en actividades agropecuarias, principalmente en agricultura de temporal con productos de ciclo corto, donde sobresalen la papa, el maíz y el frijol. Por su parte el pastoreo sobresaliente es el de ovejas y cabras que para 1991 sumaban entre los dos tipos de ganado 7 502 cabezas, otros animales como asnos, mulas, caballos y reses al ser utilizados en las labores agrícolas, se pastorean esporádicamente y otros pocos permanecen estabulados.

Utilización de la vegetación. La utilización de la vegetación natural siempre ha sido importante para el hombre, en este caso en el municipio no se aprovecha industrialmente, pero la población local la explota para varios fines, entre los más importantes se encuentra el aprovisionamiento de leña, en la figura 22 se puede observar la disminución en el porcentaje de población que ocupa leña para cocinar, de 95.7% en 1970 a 63.7% en 1990; por lo que todavía más de la mitad de los hogares en Lafragua usan leña como combustible. Esta situación no se limita a nuestro municipio y las autoridades del ramo la reconocen como un problema a nivel nacional (anexo III). (figs. 23 y 24).

La utilización de madera para la construcción de casas total o parcialmente es una costumbre, que en las últimas dos décadas ha disminuido,

por lo menos esto expresa el cuadro 5 que registra el número de casas que utilizaron madera en pisos y/o paredes y palma, tejamanil o madera en techos en 1970, 1980 y 1990 en el municipio de Lafragua. En 1970 más del 50% de casas tenían paredes o pisos de madera, contra un 15% en 1990; en el caso de los techos con palma, tejamanil o madera sucede algo semejante, ya que en 1970 el porcentaje de casas con alguno de estos elementos en el techo rebasaba el 80% y en 1990 era solo de 15%.

Existen otras actividades que aprovechan los recursos forestales, de los cuales no se tienen datos, pero son importantes mencionar: el ocoteo, la producción de carbón y la recolección de distintos elementos o plantas comestibles o para fines medicinales.

Además de la recolección de leña ya manifestada, el Censo Agrícola-Ganadero de 1991, registra que de 100 unidades de producción: 8 recolectaron resina, 5 barbasco y 97 leña. En 98 de los casos fué para autoconsumo.

La minería no existe en el municipio, a excepción del aprovechamiento esporádico de bancos de materiales para la construcción de carreteras.

Instalaciones turísticas y de recreo no existen y los paisajes naturales, están ahí, perdiendo su belleza conforme se disminuye la riqueza florística y de fauna silvestre.

CUADRO 5

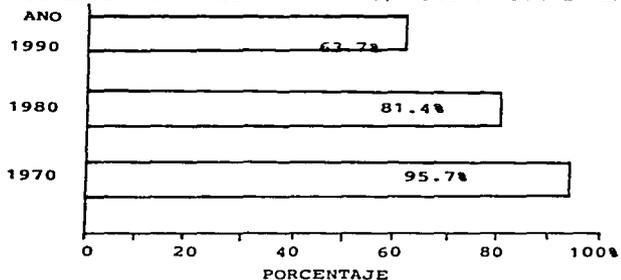
NÚMERO DE CASAS QUE UTILIZARON MADERA EN PISOS Y/O PAREDES Y PALMA, TEJAMANIL O MADERA EN TECHOS EN 1970, 1980 Y 1990

AÑO	TOTAL DE VIVIENDAS EN EL MUNICIPIO	MADERA EN PISOS Y/O PAREDES	PALMA, TEJAMANIL O MADERA EN TECHOS
1970	1 271	665 (52.3%)	1 065 (83.8%)
1980	1 473	467 (31.7%)	542 (36.8%)
1990	1 952	294 (15.0%)	299 (15.3%)

FUENTE: CENSOS DE POBLACION Y VIVIENDA 1970, 1980 Y 1990.

Figura 22

PORCENTAJE DE POBLACION QUE MANIFESTO UTILIZAR LEÑA COMO COMBUSTIBLE PARA COCINAR EN 1970, 1980 Y 1990 EN LAFRAGUA



FUENTES: CENSOS DE POBLACION Y VIVIENDA 1970, 1980 Y 1990.



Figura 23 Trozos de madera en el bosque de barranca Toluca, Norte del pueblo Agua de la Mina.



Figura 24 Animales cargados con leña. Entrada del pueblo Tlanolapan.

b) Tipo de asentamientos

DISTRIBUCION DE LA POBLACION. Sobre el terreno que ocupa el municipio de Lafragua , la población se distribuye aprovechando los escasos y estrechos valles; en ellos, además del pie de monte, es donde se localizan las 17 localidades que en 1990 tenía el municipio y las más importantes por el número de habitantes son: Tlanalapan (2 773 h), González Ortega (2 434 h), Cuauhtémoc (2 052 h), la cabecera municipal: Saltillo (1 219 h), y Pocitos (1 113 h); con excepción de Cuauhtémoc que ocupa el pie de monte al suroeste, los otros cuatro asentamientos ocupan estrechos y ondulados valles, en altitudes mayores a 2 800 m s.n.m. En 1990, la densidad de población era de 81.3 h/km² (fig 27).

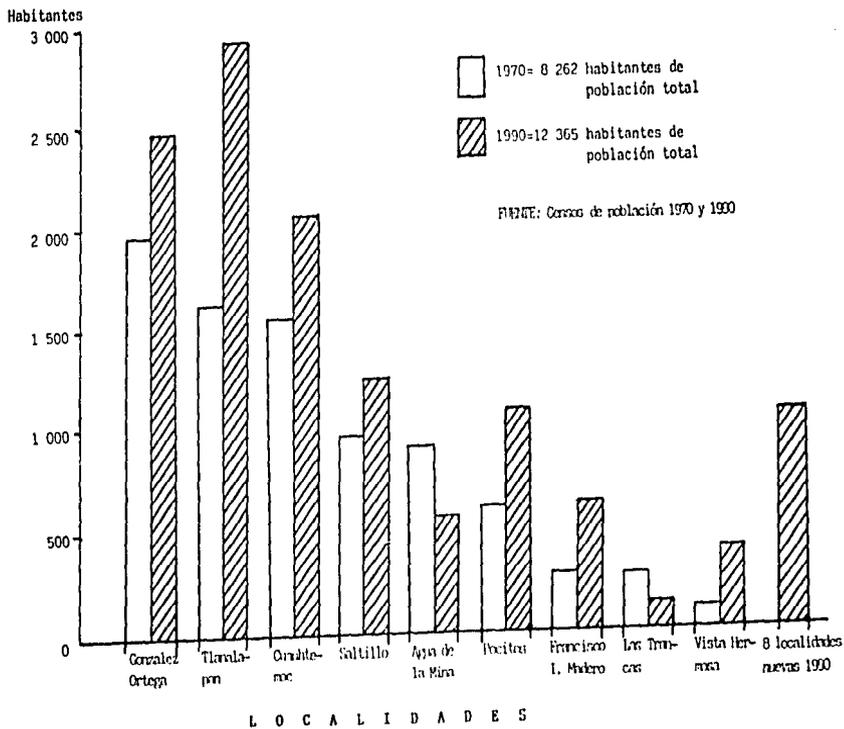
En la figura 25 se muestra el incremento y decremento en las distintas localidades de Lafragua para el IX y XI censos de población.

De las 9 localidades registradas en 1970, siete de ellas muestran aumento en el número de habitantes para 1990, ya que solo Agua de la Mina y Las Trancas, tuvieron decremento en su población. Destaca la expansión de Tlanalapan que de 1582 h en 1970 llegó a 2 773 h veinte años después, ocupando el primer lugar y rebasando los 2 500 habitantes por lo que se le considera poblado urbano; el aumento real fue de 1 191 h, por lo que tuvo que abarcar mas espacio, del estrecho valle que ocupa.

La población de González Ortega, Cuauhtémoc y Saltillo, también se incrementó, pero en proporción moderada.

Figura 25

POBLACION DE LAS LOCALIDADES DE LAFRAGUA, PUE.
EN 1970 Y 1990



Tres localidades menores de mil habitantes tuvieron un crecimiento sorprendente, ya que la población de Francisco I. Madero y Vista Hermosa du plicaron su población, mientras que Pocitos estuvo cerca de lograrlo; en conjunto tenían en 1970, 1032 h y en 1990, 2064 h, es decir entre las tres duplicaron exactamente su población en veinte años.

En el censo de 1990 se anotan ocho localidades más que en 1970, algunas representan asentamientos nuevos, pero la mayoría ya estaba, solo que se les consideró dentro de localidades vecinas importantes; dos ejemplos son: La Ermita con González Ortega y Loma Bonita con Agua de la Mina. Son 1070 habitantes en total, que se agregan en 1990 al tomarse en cuenta ocho comunidades más con respecto a 1970. No se encontraron asentamientos abandonados. A nivel municipal el incremento fue de 4 103 h en el lapso de 20 años; los tres últimos censos establecen las siguientes cantidades para el municipio de Lafragua: (fig. 26).

1970	8 262 habitantes
1980	9 843 habitantes
1990	12 365 habitantes

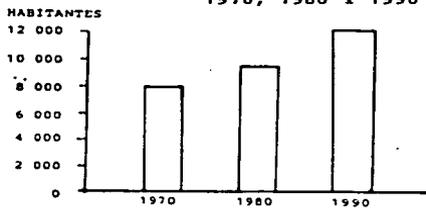
Los 12 365 habitantes del último censo, vivían en 1 952 viviendas, que utilizaban los siguientes elementos como combustible para cocinar:

TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO PARA COCINAR

	TOTAL	LEÑA O CARBON	GAS	PETROLEO	NO ESPECIFI.
NUMERO DE VIVIENDAS	1 952	1 214	725	6	7
HABITANTES	12 365	7 877	4435	26	27

Figura 26

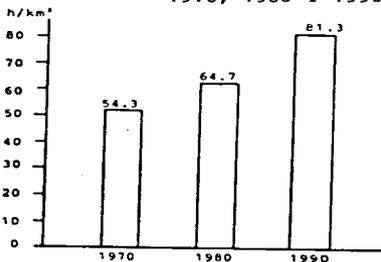
**POBLACION ABSOLUTA DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA EN
1970, 1980 Y 1990**



FUENTE: CENSOS DE POBLACION Y VIVIENDA 1970, 1980 Y 1990.

Figura 27

**DENSIDAD DE POBLACION DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA EN
1970, 1980 Y 1990**



FUENTE: CENSOS DE POBLACION Y VIVIENDA 1970, 1980 Y 1990.

Según los datos anotados, el 63.7% de la población lafraguence utilizaba leña o carbón para cocinar sus alimentos en 1990.

En el caso de energía eléctrica para el último censo considerado, de un total de 1 952 viviendas en el municipio, 1 794 disponían del servicio y corresponde al 92% y beneficia a 11 511 personas, es decir al 93% de la población total.

Sobre la propiedad de las viviendas, el 95% de los habitantes manifestó en el XI Censo de Población y Vivienda, ser propietario de la misma.

c) Parámetros biológico-humanos

Estructura de la población y tasas demográficas. Entre 1980 y 1990, la tasa de crecimiento en el municipio de Lafragua fue de 2.4, superior a la del Estado de Puebla, que registró en ese período una tasa de 2.2 (INEGI, 1992).

El número de nacimientos por año, tiende a disminuir en Lafragua, por ejemplo: en 1979 se registraron 521 nacimientos vivos, mientras que en 1984, se reportan 466 nacimientos.

La proporción por sexo de la población es bastante equilibrada, en el último censo se cuantificaron 6 211 hombres y 6 154 mujeres, lo que representaba el 50.3 y 49.7% respectivamente.

La mayor parte de la población que habita el municipio se considera joven, puesto que casi la mitad de la población total tiene catorce o menos años, en 1990 sumaban 5 827, mientras que la población de quince o más años apenas rebasaba la mitad, con 6 538 habitantes.

Salud pública. En 1992 existían en el municipio, tres unidades médicas del sistema IMSS-SOLIDARIDAD, con un médico y una enfermera cada una, durante ese año atendieron 4 454 consultas externas (INEGI, 1993).

Médicos particulares en las poblaciones de Lafragua no son frecuentes, cuando necesitan dicho servicio, acuden en su mayoría a la pequeña ciudad de Guadalupe Victoria, que cuenta incluso con pequeños sanatorios.

En 1984, se registraron en todo el municipio, 466 nacimientos, que fueron atendidos de la siguiente manera: 91 en hospital o clínica, 310 en su domicilio, 12 otro lugar y 53 no especificaron. El personal que atendió dichos nacimientos fue: 155 por médico, 252 por enfermera o partera, 5 otra persona y 54 no especificaron (INEGI. 1985).

d) Parámetros del proceso social

Armonía. Las estadísticas consultadas sobre problemas judiciales, señalan los siguientes tipos: robo, homicidio, rapto y estupro, por lo menos un suceso por año.

De los problemas entre grupos de habitantes, giran en su mayoría sobre delimitaciones entre comunidades y municipios, que no obstante su existencia, no llega a perturbar la tranquilidad de las comunidades, quedando en polémicas o discusiones.

Más delicado se presenta, el asunto sobre el suministro de agua a los poblados, debido a que en ocasiones, dos o más pueblos se disputan el vi tal líquido de los manantiales, pero en los últimos años, dichos asuntos se han llevado a buen arreglo.

En 1984, el Anuario Estadístico del Estado de Puebla, reporta, que los seis poblados más importantes del municipio se abastecían de seis respectivos manantiales, que funcionaban por medio de gravedad.

Migración. Los habitantes que manifestaron lugar de nacimiento diferente al del Estado de Puebla, en 1990, fueron 526 (el 4% de la población total), los estados que sobresalieron por su aportación de inmigrantes, fueron: Veracruz con 215, el Distrito Federal con 111 y México con 99. A decir de los pobladores, una cantidad mayor a los inmigrantes a emigrado, sobresaliendo como lugares preferidos, las ciudades de México y Puebla, además de lugares cercanos del Estado de Veracruz.

El análisis comparativo del crecimiento de las localidades entre 1970 y 1990 (fig.25), muestra que los asentamientos humanos tuvieron importantes crecimientos, excepto tres localidades: Agua de la Mina, las Trancas

y Loma Bonita, que localizadas al norte del municipio, entre Saltillo y González Ortega, disminuyeron su población en 167 habitantes, ya que en conjunto tenían 1 169 habitantes en 1970 y 1 002 en 1990, lo que significa que estos poblados aportaron emigrantes.

Marginación. En 1970, Lafragua tenía un índice de marginación de 6.237, considerado alto, de una escala dividida en Muy alta de 10 y más; alta de 0 a 9.99; media de -0.01 a -9.99; media baja de -10 a -19.99; baja de -20 y menos (COPLAMAR, 1982).

En cuanto a los municipios vecinos, su situación o índice de marginación era: Perote, Ver. -6.610; Ayahualulco, Ver. 5.881; Chilchotla, Pue. 18.409; Tlachichuca, Pue. 4.235; y Guadalupe Victoria, Pue. 3.924. Lo que permite agrupar a tres municipios vecinos, dentro del mismo rango que a Lafragua, ellos son: Ayahualulco con 5.881; Tlachichuca con 4.235; y Guadalupe Victoria con 3.924.

Los indicadores que se tomaron en cuenta para determinar el índice de marginación, se agruparon de la siguiente manera: generales, de alimentación, de educación, de salud, de vivienda y sus servicios y de otras necesidades.

Estructura social. La población total para el último censo en Lafragua, fue de 12 365 y los que tenían más de cinco años eran 10 499, de estos el 97.6% se declararon de religión católica; mientras que los hablantes

de alguna lengua indígena eran 216, lo que representaba el 2.1% de los habitantes mayores de cinco años.

Escolaridad. El porcentaje de analfabetas en Lafragua ha disminuido en las últimas décadas, así en 1970 era del 43.3%; en 1980 36.0% y en 1990 del 26.9%. En números absolutos, se tienen los siguientes datos:

	1980	1990
habitantes de más de 15 años	5 063	6 544
alfabetos	3 241	4 779
analfabetos	1 822	1 759

La asistencia a la escuela primaria de niños en edad escolar básica, es decir entre 6 y 14 años, fue en 1990, del 73%, que en números absolutos representaban 2 595 alumnos, las escuelas primarias eran más de 10. Existían también tres telesecundarias, pero a decir de los habitantes, preferían cursar dicho ciclo en secundarias diurnas ubicadas en comunidades vecinas al municipio, principalmente en la ciudad de Guadalupe Victoria.

Para 1990, sobre estudios terminados de secundaria, media básica y superior, en los habitantes de más de quince años era según los datos siguientes:

sin instrucción media básica	5 730
con secundaria completa	355
con educación postmedia básica	194

En población de más de 18 años:

sin educación media superior	5 473
con instrucción superior	38
sin instrucción superior	5 603

(INEGI, 1990)

e) Parámetros económicos

Población Económicamente Activa (PEA). En Lafragua, la mayor parte de la PEA, se concentra en las actividades primarias (cuadro 6) y los números absolutos muestran la incorporación de una cantidad considerable de personas a este rubro; de tal modo que los 2 108 habitantes dedicados en esta rama en 1970, llegara a los 2 191 en 1980, pero el aumento mayor se registra en la década de los ochentas, dando como resultado, que en el censo de 1990, la PEA en actividades primarias alcanzara los 2 770 habitantes.

Los datos del cuadro 6 y las gráficas de las figuras 28, 29 y 30 ilustran la importancia de las actividades agropecuarias, siempre con más de dos terceras partes; siguiendo las actividades terciarias, en un porcentaje que no rebasa el 10% y en proporción aún menor las actividades secundarias, con un 2.6% en 1990.

CUADRO G

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA.
1970, 1980 Y 1990

AÑO	POBLACION TOTAL	PEA * (X) **	ACTIVIDADES			***
			PRIMARIAS	SECUNDARIAS	TERCIARIAS	
1970	8 262	2 380 (28.8%)	2 108 (88.6%)	31 (1.3%)	116 (4.9%)	125 (5.2%)
1980	9 843	3 100 (31.5%)	2 191 (70.7%)	31 (1.3%)	178 (5.7%)	700 (22.3%)
1990	12 365	3 235 (26.2%)	2 370 (73.6%)	65 (2.0%)	215 (6.6%)	114 (3.4%)

FUENTE: CENSOS DE POBLACION 1970, 1980 Y 1990.

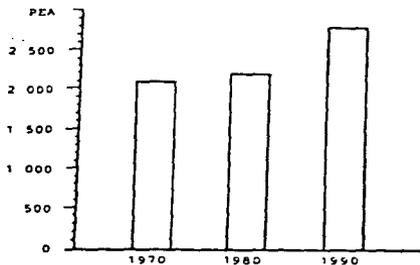
* Población Económicamente Activa en números absolutos.

** PEA en porcentaje.

*** SUMA de datos de las columnas de "X" ESPECIFICADOS y
DESSEMPLEADOS.

Figura 28

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA, OCUPADA EN ACTIVIDADES
PRIMARIAS EN 1970, 1980 Y 1990



FUENTE: CENSOS DE POBLACION Y VIVIENDA 1970, 1980
Y 1990.

Figura 29

PORCENTAJE DE POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA DEDICADA EN ACTIVIDADES PRIMARIAS EN 1990 PARA EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA

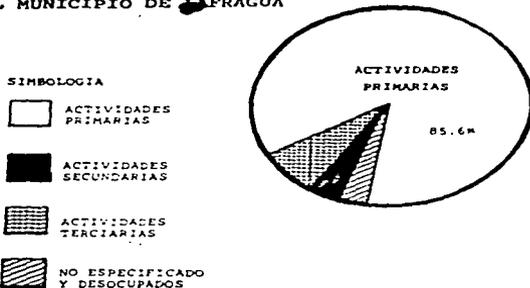
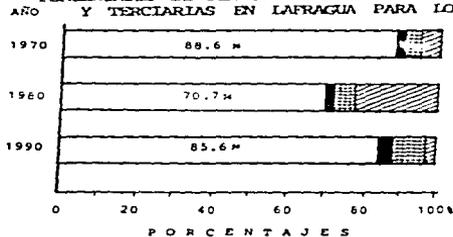


Figura 30

PORCENTAJES DE PEA EN ACTIVIDADES PRIMARIAS, SECUNDARIAS Y TERCIARIAS EN LAFRAGUA PARA LOS AÑOS 1970, 1980 Y 1990



FUENTES: CENSOS DE POBLACION 1970, 1980 Y 1990.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

3. PROCESOS DE LA DESERTIFICACION EN EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, PUE.

A. PRINCIPALES PROCESOS DE LA DESERTIFICACION

En el Plan de Acción para combatir la Desertificación en México (PACD-MEXICO) establecido y publicado por la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), en 1994, menciona que la vulnerabilidad de un suelo a la desertificación depende, entre otros factores, del clima (precipitación pluvial, radiación, temperatura y viento); de la topografía; de la condición del suelo (textura, estructura y estado nutricional) y de la vegetación natural o inducida. Entre las causas antropogénicas que desencadenan un proceso de desertificación, se pueden mencionar los que están relacionados con la pobreza y el subdesarrollo, como el cultivo en suelos frágiles, la reducción del tiempo de descanso de la tierra, la falta de prácticas adecuadas de fertilización química y orgánica, el sobrepastoreo y la explotación inmoderada de los recursos, incluyendo la leña y el uso de suelos en pastizales, principalmente.

Por lo que el desconocimiento de las consecuencias de prácticas inadecuadas en el uso del suelo, tienen que ver con el origen de los procesos de degradación.

Además se identifican otros factores que inciden, como son la sobrepoblación, las presiones socioeconómicas y políticas.

La FAO (1980) citado por CONAZA (1994) menciona que los procesos de la desertificación son siete, y se dividen en primarios y secundarios.

Los procesos primarios son aquellos que tienen un impacto fuerte en la producción y en la modificación del ecosistema, siendo sus efectos amplios y entre estos se encuentran a:

- degradación de la cubierta vegetal,
- erosión hídrica,
- erosión eólica,
- salinización y sodificación.

Los procesos secundarios son aquellos que se subordinan a los procesos primarios y estos son:

- la degradación física: compactación, encostramiento y afloramiento de horizontes sub-superficiales,
- la degradación biológica: disminución y pérdida de la materia orgánica del suelo,
- la degradación química: pérdida de nutrientes y la concentración de sustancias tóxicas para los seres vivos,
- asentamientos humanos (agregado últimamente).

Como se mencionó anteriormente, el problema de desertificación no se limita a las zonas secas, sino que también se considera grave en áreas subhúmedas y húmedas. Incluso CONAZA (1994) cita a Aubreville, una frase que resume esta situación: "Existen desiertos reales que hoy están naciendo, bajo nuestros propios ojos, en regiones donde la precipitación es entre 700 y 1 500 mm"

La anterior frase coincide en parte con el caso del municipio de Iafra-gua, Puebla, que presenta en distintos grados de afectación los procesos

primarios y secundarios de desertificación, que se exponen en los siguientes incisos.

Los procesos que se explican más ampliamente son: la degradación de la cubierta vegetal y la erosión hídrica y eólica. Esto se debe a que son los procesos más importantes y los más avanzados que se pueden detectar sobre los terrenos del municipio de Lafragua. Además de su fácil detección, se cuenta con información de los mecanismos de estos procesos y de fórmulas para calcular su incidencia, en especial el de la erosión hídrica.

B. DEGRADACION DE LA CUBIERTA VEGETAL

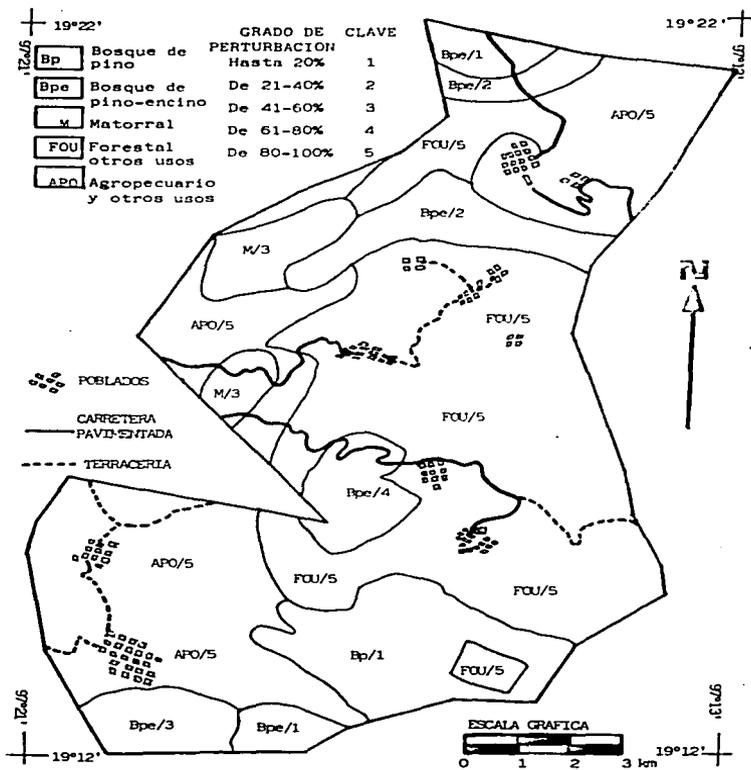
Este proceso se refiere a la remoción o destrucción de la vegetación, por la acción del hombre, lo que ocasiona un desequilibrio ecológico, que se manifiesta principalmente en la aceleración de la erosión y en la alteración del ciclo hidrológico. La remoción de la vegetación sin previsión marca el inicio de la cadena de procesos, que terminan inevitablemente en la desertificación.

En la pérdida de la cubierta vegetal se modifica la aportación de materia orgánica al suelo y la expone a procesos erosivos que provocan la pérdida de su estructura y de sus nutrientes, por consiguiente el suelo pierde su capacidad de infiltración aumentando los escurrimientos superficiales, disminuyendo la recarga de acuíferos y de manantiales.

El municipio de Lafragua, presenta una remoción de la cubierta vegetal amplia. Para la Carta de Uso de Suelo y Vegetación (fig. 13, cerca de la mitad de la superficie municipal está cubierta con vegetación natural, mientras que para la Carta Forestal (fig. 31), el uso del suelo se distribuía de la siguiente manera: una cuarta parte en actividades agropecuarias, otra fracción igual cubierta de bosques y matorrales y la mitad correspondía a suelos forestales dedicados a otros usos.

Comparando las cartas de vegetación, frontera agrícola, forestal y de pendientes (figs. 13, 16, 31 y 37), se encontró que solo una cuarta parte de la superficie de Lafragua está dedicada correctamente en

FIG. 31 CARTA FORESTAL DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA



FUENTE: Carta Forestal de la República Mexicana. Esc. 1:100 000. SAG. SFF. DGINF. Inventario Forestal, Mayo 1975.

actividades agrícolas, de acuerdo con el parámetro establecido por la an
tigua Dirección de Conservación de Suelo y Agua de la SARH (1979), que es
tableció como límite máximo 15% de pendiente en los suelos dedicados a
cultivos de ciclo anual.

De acuerdo con lo anterior, las tres cuartas partes restantes de los sug
los lafraguences, deberían sustentar permanentemente vegetación natural,
debido a que reúnen características que los consideran suelos forestales.

Según Gutiérrez (1977), un terreno se considera forestal cuando está pro
penso a erosión intensa y por esta característica necesita estar protegi
do por vegetación forestal para asegurar su perpetuidad. Entre las ca-
racterísticas que se toman para así considerarlo están la de tener fuerte
pendiente y que sean de formación geológica reciente.

La degradación de la cubierta vegetal en Lafragua es alta y se observa
en todo su territorio, incluso en la parte que sustenta bosques y mato-
rrales, debido a que estos tienen alto grado de perturbación.

Los bosques menos alterados son los de pino y pino-encino que se locali
zan en los extremos norte y sur, su grado de perturbación va de cero a
veinte por ciento. Mientras que los matorrales del centro-occidente y
el bosque de pino-encino de la barranca Toluca su perturbación esta entre
21 y 40%. Para las otras zonas con vegetación natural, la alteración es
aún mayor (figs. 32 y 33).



Figura 22 Suelo forestal roturado en pendiente de 40%, junto al bosque de barranca Toluca.



Figura 23 Pinos en Agua de la Mina, sobrevivientes de los antiguos bosques. La parte plana esta ocupada por el pueblo.

El bosque de pino-encino que se ubica en la barranca Toluca (fig.36) tiene grado de perturbación de entre 21 y 40%, pero este bosque se va reduciendo conforme los desmontes con fines agrícolas se extienden a costa de él.

Las actividades agrícolas en terrenos de aptitud forestal se ha generalizado en por lo menos la mitad del territorio de Lafragua, las figuras 48 y 49, muestran el flanco occidental del cerro Yolotepec. En la primera fotografía se observan de izquierda a derecha zona con vegetación secundaria, grupo de árboles y terreno roturado. En la segunda imagen, en general la vegetación es más abundante, por ser de la época de lluvias, pero la vegetación secundaria de la parte superior del cerro, ha sido removida y el suelo roturado. La pendiente promedio de estos terrenos es del 50%.

Las causas de la degradación de la cubierta vegetal en este municipio, son: desmontes con objeto de extender el área agrícola, aprovechamiento de los árboles para obtener madera para uso local, extracción de leña y otros materiales, además del pastoreo de ovejas y cabras (figs. 17, 18, 19, 20, 23 y 24), y los incendios forestales.

C. EROSION HIDRICA

Este fenómeno físico consiste en el desprendimiento y arrastre de materiales por la acción del agua, afectuada en cuatro modalidades principales: erosión laminar, en surcos, cárcavas y movimiento masivo de tierras (C.P. 1991).

a) ESTADO ACTUAL DE LA EROSION EN LAFRAGUA

El estado actual de erosión que presentan los suelos de Lafragua según la Carta de Grado de Erosión de los suelos del Estado de Puebla, elaborada por la Universidad Autónoma de Chapingo y la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua (SARH, 1980), es la erosión moderada, predominando en una amplia franja al occidente del municipio, en general son los terrenos dedicados a actividades agrícolas y en menor medida forestales (fig. 34 y cuadro 7).

El resto del municipio presenta erosión entre moderada y severa, localizándose estos grados en la franja oriental, coincidiendo con las partes de mayor altitud del municipio y de la sierra, por último la erosión no manifiesta se encuentra en pequeñas zonas al sur.

De norte a sur las cuencas presentan las siguientes situaciones con respecto al grado de erosión.

CUADRO 7

CLASIFICACION DE LA FAO, PARA EL GRADO DE EROSION
DE LOS SUELOS

CLASE	NOMBRE DE LA CLASE	DEFINICION DE LA CLASE
A	Erosión no manifiesta.	Es aquel que ha perdido menos del 25% de la capa de suelo superficial, pero que admite un 10% de su superficie total con grado de erosión B o C, (color verde).
A/B	Muy poca erosión.	Es aquel que ha perdido menos del 25% de la capa de suelo superficial, pero que tiene de un 10 a un 25% de su superficie total con grado de erosión B o C, (azul cielo).
B	Erosión moderada.	Es aquel que ha perdido del 25 al 75% de la capa de suelo superficial, pero que admite un 10% de su superficie total con grado de erosión de A o C, (amarillo).
B/C	Erosión moderada a severa.	Es aquel que ha perdido del 25 al 75% de la capa de suelo superficial, pero que tiene de un 10 a un 25% de su superficie total con grado de erosión de A o C, (beige).
C	Erosión severa	Es aquel que ha perdido mas del 75% de la capa de suelo superficial, aunque tenga un 25% de su superficie total con grado de erosión A o B, (café).

FUENTE: SARH. GRADO DE EROSION DE LOS SUELOS. Subsecretaría de Agricultura y Operación. Dirección General de Conservación de Suelo y Agua. Estado de Puebla. Estudios Interdisciplinarios para el Desarrollo S. C. SARH-Chapingo, 1980.

Casi todo el valle de González Ortega tiene erosión moderada, excepto en las estribaciones del cerro la Cumbre, que presenta erosión severa.

La barranca Toluca presenta erosión moderada en su parte occidental, pero al oriente, el grado es severo, coincidiendo con pendientes fuertes.

Para los cerros y valle de Saltillo, también predomina la erosión moderada, pero presenta dos zonas con grado severo; el primero localizado al suroeste del valle, donde existen cerros con vegetación de matorral o de pinos, estos cerros debido a su pendiente pronunciada y uso agropecuario, presentan series de cárcavas cercanas a menos de cincuenta metros una de otra. La segunda zona con grado severo se localiza al este, en las partes más altas, precisamente en las estribaciones del cerro Cristo Rey.

El caso del valle de Tlanalapan y cerro Yolotepec, es más variado, predomina el grado moderado, pero al este existen superficies tanto de erosión severa, como entre moderada y severa, esto sucede en los cerros el Naranjal, Tres Tortas, Metlapiltepec, Yolotepec y Xalista, existiendo entre estos dos últimos cerros, una zona con erosión no manifiesta.

Finalmente, el valle de Cuauhtémoc presenta en la mayor parte de sus aguas la erosión moderada, pero al sureste existe una superficie importante con erosión no manifiesta, esta área coincide con los bosques más importantes y densos de pinos y oyameles que tiene el municipio.

Dado que la cartografía consultada sobre el estado actual de la erosión en los suelos de Lafragua, tienen más de diez años, posiblemente veinte

de realizada, es necesario mencionar algunas congruencias e incongruencias con observaciones directas y con otros mapas temáticos, como los de vegetación y el forestal, esto debido al paso del tiempo, a la escala utilizada y/o al tipo de metodología empleada.

Las principales congruencias son: primera, la mayor parte de los terrenos dedicados en actividades agropecuarias, tienen grado de erosión moderado; segunda, los cerros las Tetillas y Saltillo, presentan grado severo de erosión, mismo que se denota, por la presencia de sistemas de cárcavas (fig. 44); tercera, las zonas con grado severo, localizadas al este son las partes cerriles, en su mayoría con fuertes pendientes y poca vegetación; y cuarta, la zona de erosión no manifiesta corresponde a los bosques más densos de pinos y oyameles.

Las incongruencias son: primera, la zona de erosión no manifiesta, localizada al este del valle de Tlanalapan, ubicada entre dos zonas de grado severo, está dedicada a la agricultura y la vegetación natural es casi nula, por lo que debe corresponder a grado de erosión moderada o entre moderada y severa; segunda, en la barranca Toluca, existe una superficie boscosa donde predominan los pinos, por lo que su grado de erosión moderado, debería ser menor, erosión no manifiesta o poca erosión (figs. 32 y 36); tercera, al sureste del valle de Cuauhtémoc, se le considera con erosión no manifiesta, pero esos terrenos, han sido invadidos en su parte central por actividades agrícolas, por lo que no debe ser considerado con grado mínimo, sino moderado.

Figura 35
Erosión en surcos y cárcavas,
características en muchos ter-
renos roturados en el valle
de Tlaxiapan.



Figura 36 Bosque de pinos en la barranca Toluca, mermado por los
desmontes.

b) FACTORES QUE FAVORECEN LA EROSION HIDRICA EN LAFRAGUA

En el municipio de Lafragua, la erosión se manifiesta en toda su amplitud, debido a varios factores naturales y humanos. Los principales factores se encuentran ordenados en el cuadro 8.

La lluvia es el elemento más importante en el proceso erosivo, debido a que con esta inicia el fenómeno, dando lugar primero a la erosión por salpicamiento, en una amplia superficie del municipio, puesto que la vegetación natural es escasa.

En el proceso de la erosión hídrica, la pendiente del terreno juega un papel relevante y al cartografiar este factor, se encontró que el 80% de la superficie municipal, tiene relieve con pendientes superiores a los seis grados (cuadro 14, Fig. 37).

El salpicamiento por la lluvia se convierte un proceso más efectivo conforme la pendiente se incrementa, ya que la cantidad de suelo salpicado es mayor hacia las partes bajas que hacia las altas del terreno, esto debido a la fuerza de gravedad. Este efecto es la causa de una erosión grave en pendientes cortas y abruptas (C.P., 1991), característica común de los suelos lafraguenses, además hay que agregar la actividad agrícola y carencia de vegetación como factores que agrava la situación erosiva.

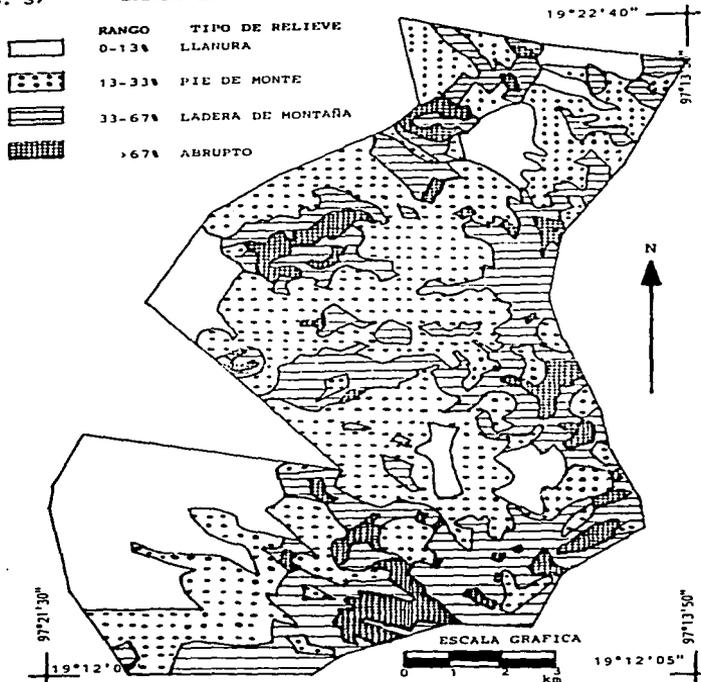
Instantes después de iniciado el proceso de erosión por salpicamiento, en terrenos con pendientes sensibles y desprotegidos de su capa vegetal,

CUADRO 8 PRINCIPALES FACTORES NATURALES Y HUMANOS QUE FAVORECEN LA EROSION HIDRICA EN EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, PUE.

FACTORES Y ELEMENTOS	TIPO IMPERANTE EN LAFRAGUA
<p>C L I M A</p> <p>Temporada de lluvias</p> <p>Cantidad de lluvias</p>	<p>Templado subhúmedo (Cw).</p> <p>Mayo a octubre.</p> <p>500 a 1000 mm de precipitación media anual.</p>
<p>R E L I E V E</p> <p>Pendiente</p> <p>Longitud de la pendiente</p>	<p>Montañoso.</p> <p>El 80% de la superficie tiene más de 6° de pendiente.</p> <p>En general cortas.</p>
<p>S U E L O S</p> <p>Textura</p> <p>Profundidad</p> <p>Drenaje</p> <p>Materia orgánica</p>	<p>Andosoles élicos y húmicos (To=Th).</p> <p>Media. Migajones arenosos a migajones arcillosos.</p> <p>Poco profundos.</p> <p>Muy drenados.</p> <p>Más-menos 2%.</p>
<p>V E G E T A C I O N</p> <p>Superficie</p> <p>Grado de perturbación</p>	<p>Bosques de pino y pino-encino.</p> <p>Aproximadamente un cuarto de la superficie municipal.</p> <p>Medio y alto.</p>
<p>ACTIVIDADES HUMANAS</p> <p>AGRICULTURA</p> <p>Productos</p>	<p>La mitad del territorio está dedicado en agricultura de temporal.</p> <p>Mafz, papa, frijol, haba.</p>
<p>GANADERIA</p>	<p>Pastoreo de cabras y ovejas.</p>
<p>SILVICULTURA</p> <p>Incendios</p> <p>Campañas de reforestación</p> <p>Políticas conservacionistas</p>	<p>Escasa.</p> <p>Principalmente de pastos.</p> <p>Sin ejemplos visibles.</p> <p>El municipio pertenece al Distrito de Desarrollo Rural de Libres, Pue. (SARH).</p>

FIG. 37

CARTA DE PENDIENTES DEL MUNICIPIO DE LAFRAGUA



NOTA: La clasificación de rangos de pendientes utilizada, se tomó de los apuntes de la materia de Geomorfología II, 1981. Profr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Otras clasificaciones de rangos de pendientes se presentan en el ANEXO II.

se inicia el deslizamiento del agua brevemente por pequeños canales apenas perceptibles, a lo que se le ha llamado incorrectamente erosión laminar (C.P., 1991), para instantes después concentrarse en canales lo suficientemente grandes y estables a la observación ocular (fig. 35), tanto en campos cultivados, como lugares desprovistos de suficiente vegetación; dichos canales pueden ser borrados fácilmente por las labores agrícolas. Las pendientes fuertes imperantes en el municipio favorecen la formación de este tipo de canales.

Cuando ninguna actividad agrícola borra los canales producidos por el flujo superficial concentrado, se pasa a la siguiente fase: la formación de cárcavas, que son canales de mayor tamaño, difíciles de ser cruzados y menos aún borrados por la maquinaria agrícola. Las figuras 38, 39, 43 y 51 son algunos ejemplos de este tipo de erosión en los suelos de Lafragua.

Debido a que durante las lluvias es común sobrepasar la capacidad de almacenamiento del perfil o la velocidad de infiltración, se provoca el inicio del flujo superficial por las laderas, formando primero canales, cárcavas y luego barrancas que terminan conformando una red de drenaje, misma que se analiza por medio de las microcuencas, cuando se tiene por objeto conservar los suelos y el agua de determinado lugar. El análisis de este elemento para Lafragua se presenta a continuación.

Figura 38
Cárcava, que ya no puede
ser borrada por las labores
agrícolas. N de Tlalalapan.

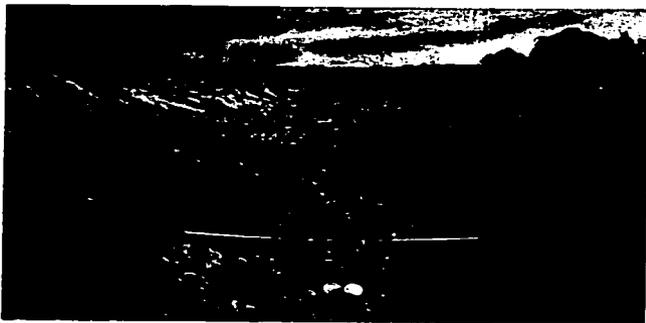


Figura 39 Gran cárcava en un predio roturado. Para su control
se necesitan métodos especiales y costosos. N del
pueblo Pocitón.

c) DENSIDAD Y FRECUENCIA DEL DRENAJE FLUVIAL

El comportamiento del drenaje en el municipio de Lafragua, es muy diferente de un lugar a otro, predomina el patrón subparalelo al norte y al sur, al centro es más bien dendrítico, pero los cauces llevan en su mayoría la misma dirección sureste-noroeste, debido a que pertenecen a la cuenca endorreica de Oriental, ubicada en el centro del Estado de Puebla.

La densidad y frecuencia de drenaje se puede apreciar en los mapas de las figuras 40 y 41 y coinciden las máximas densidades y frecuencias al centro-oeste y sur-oeste.

La densidad de drenaje, que se define como la longitud total de cursos o talves entre una unidad o área determinada, resultó de la siguiente manera: la isolinéa mayor de 3 km por km² ocupa tres zonas aisladas, al centro-oeste y al sur; rodeando los tres núcleos anteriores, se encuentra la isolinéa de los 2 km y cubre la mayor parte de la superficie municipal; por último las densidades de un km y menores se concentran al norte y en la periferia este y sur-oeste (fig. 40).

Por su parte la frecuencia de drenaje (fig. 41) que consiste en el número de cauces por unidad determinada, es como se explica a continuación; Las frecuencias para el municipio se encuentran entre cero y seis cauces por km² como máximo. La frecuencia de cero se ubica al norte, en el valle que ocupa González Ortega y el máximo de seis km, abarca dos zonas

FIG. 40

DENSIDAD DE DRENAJE EN EL
MUNICIPIO DE LAFRAGUA

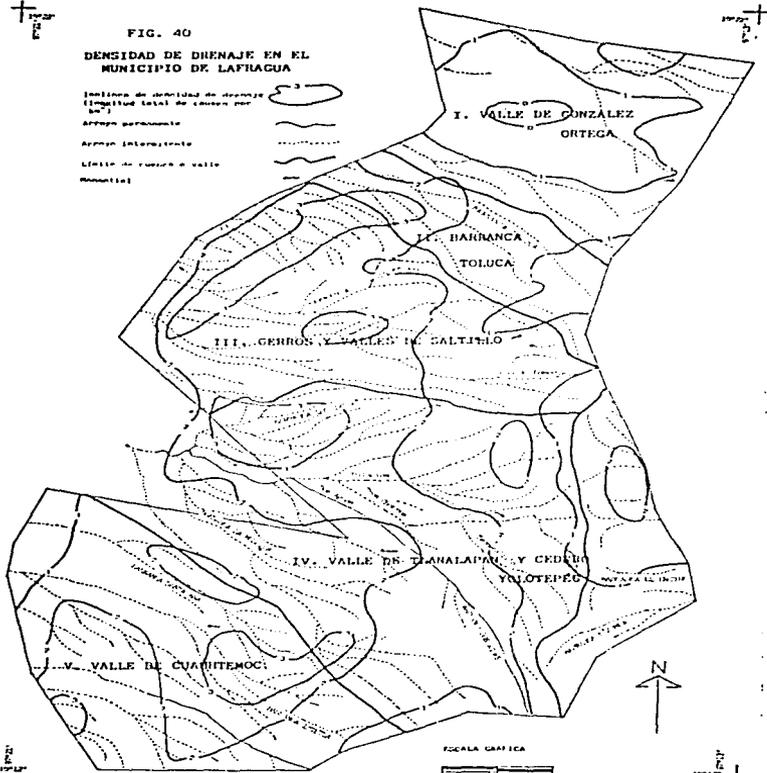
límites de densidad de drenaje
(longitud total de cauces por
km²)

Arroyos permanentes

Arroyos intermitentes

Límite de cuenca a valle

Montañas



PROYECTO: El agua para el valle de Lafragua, en el Estado de México.
EJECUTIVO: 1952-1953.

ESCALA GRAFICA

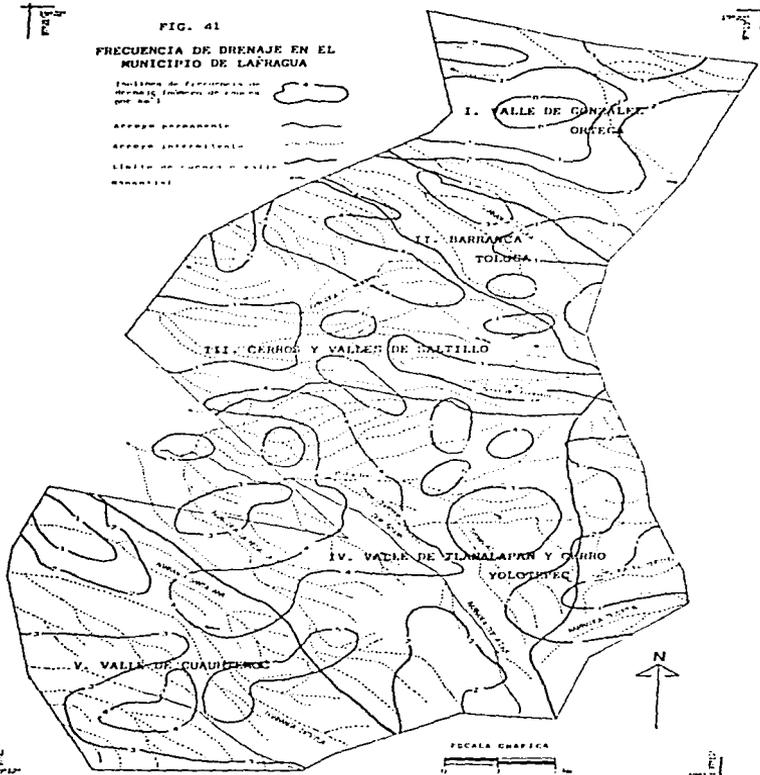
0 1 2 km



FIG. 41

FRECUENCIA DE DRENAJE EN EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA

- Sistema de drenaje en drenaje (líneas de contorno por sea)
- Arroyos permanentes
- Arroyos intermitentes
- Límite de riego en valle permanente



HECHOS: 28 años desde iniciados. Por el Centro Tecnológico, IICA, México, 1962, 1963.



al centro; la frecuencia más repetida es la de tres y cuatro talwegs, distribuidos ampliamente al centro y sur, mientras que las frecuencias de dos y menores, se observan al este y norte.

Contando con los mapas de frecuencia y densidad de drenaje, se procedió a dividir el municipio en cuencas (microcuencas), determinando las siguientes:

- I) Valle de González Ortega.
- II) Barranca Toluca.
- III) Cerros y Valles de Saltillo.
- IV) Valle de Tlanalapan y Cerro Yolotepec; y
- V) Valle de Cuauhtémoc.

Esta zonificación en cuencas, ayuda a organizar el análisis de factores que intervienen en los procesos de desertificación y la misma puede servir para organizar programas de combate a los mismos.

d) RIESGO Y VELOCIDAD DE EROSION Y RANGOS DE PENDIENTES

Utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) (Anexos IV y V) se hicieron cálculos sobre el riesgo y velocidad de erosión en distintos rangos de pendientes, con el objeto de contar con referencias para darlas a conocer a los pobladores del municipio y que cuenten con información sobre el peligro de erosión en sus terrenos y puedan decidir en la aplicación de prácticas de conservación, para mantener y si es posible mejorar la producción agropecuaria en sus predios.

Los resultados obtenidos para predios distribuidos en todo el municipio, se presentan en los cuadros de riesgo y velocidad de erosión, que se organizaron por cuencas o valles (cuadros 9, 10, 11, 12 y 13).

En la elección de los predios, se procuró que se encontraran en por lo menos, los tres primeros rangos de pendientes utilizados en este trabajo y que hubieran ejemplos de predios con uso tanto agrícola, como cubiertos por vegetación natural, secundaria o inducida.

El mapa topográfico que se utilizó para obtener el mapa de pendientes del municipio (fig. 5) fue de INEGI (1983) escala 1:50 000. Al trabajar en esta escala no se encontraron terrenos significativos que tuvieran pendientes menores a tres por ciento, es decir, que prácticamente no hay suelos planos en Lafragua.

CUADRO 9 RIESGO Y VELOCIDAD DE EROSION PARA NUEVE PREDIOS EN EL VALLE DE GONZALEZ ORTEGA

Predio	Referencia (uso actual)	INDICES Y FACTORES											
		P	R	K TEXTURA	L (m)	S (%)	LS	RE	C	VE	P	VE*	
1	Oeste C. la Cumbre (veg. pino-encino)	90	225	To+Th/2	.30	50	20	5.0	337.5	.08	29.3		
2	Oeste C. la Cumbre (agrícola)	90	225	To+Th/2	.30	50	20	5.0	337.5	.13	45.9	.40	18.36
3	C. al oeste del C. la Cumbre (veg. pino)	90	225	To+Th/2	.30	125	32	18.0	1215.0	.08	105.7		
4	Ladera N C. San Juan Cucuello (veg. pino)	70	175	To+Th/2	.30	150	66	20.0	1050.0	.08	91.3		
5	Sur de González Ortega (agrícola)	80	200	To+Th/2	.30	150	13	4.4	264.0	.11	29.0	.35	10.16
6	SW de González Ortega (agrícola)	80	200	To+Th/2	.30	150	5	1.2	72.0	.11	7.9	.35	2.77
7	Sur de la Ermita (agrícola)	90	225	To+Th/2	.30	75	40	19.0	1282.5	.13	166.7		
8	Sur de la Ermita (veg. pino)	90	225	To+Th/2	.30	75	40	19.0	1282.5	.08	111.5		
9	Sur de González Ortega (agrícola)	80	200	To+Th/2	.30	50	30	10.0	600.0	.13	78.0		

INDICES Y FACTORES: R=Erosividad de la lluvia ($R=2.5P$) 2.5=Constante; P=Precipitación media anual en cm;
 K=Erodabilidad del suelo (K=textura del suelo de acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO)
 LS=Factor topográfico (L=longitud; S=pendiente);
 RE=Riesgo de erosión ton/a/año;
 C=Cobertura vegetal y manejo;
 VE=Velocidad de erosión en ton/ha/año; VE*=Velocidad de erosión+Prácticas de conservación.
 P=Prácticas de conservación (cultivo en fajas);
 USO ACTUAL: veg.=vegetación; agrícola: papa, maíz, haba, frijol

CUADRO 10 RIESGO Y VELOCIDAD DE EROSION PARA CUATRO PREDIOS EN LA
BARRANCA TOLUCA

Pre- dio	Referencia (uso actual)	INDICES Y FACTORES											
		P	R	K K=K ₁ Y K ₂ K ₃	L	S	LS	RE	C	VE	P	VE*	
10	Ladera norte de Barranca Toluca (agrícola)	60	200	70+70/2	.30	60	40	18.0	1050.0	.13	140.4		
11	Ladera norte de Barranca Toluca (vegetación: pino)	60	200	70+70/2	.30	120	40	20.0	1200.0	.04	50.4		
12	Ladera sur de Barranca Toluca (vegetación: pino)	60	200	70+70/2	.30	60	40	18.0	1050.0	.01	11.8		
13	Ladera sur de Barranca Toluca (vegetación: pino)	60	200	70+70/2	.30	150	40	20.0	1200.0	.04	50.4		

INDICES Y FACTORES: R=Erosividad de la lluvia (R=2.5P) 2.5=Constante; P=Precipitación media anual en cm;
K=Erodibilidad del suelo (K=textura del suelo de acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO)
LS=Factor topográfico (L=longitud; S=pendiente);
RE=Riesgo de erosión tcm/h/año;
C=Cobertura vegetal y manejo;
VE=Velocidad de erosión en ton/ha/año; VE*=Velocidad de erosión/práctica de conservación.
P=Prácticas de conservación (cultivo en fajas);
USO ACTUAL: agrícola:papa, maíz, haba, frijol

CUADRO 11 RIESGO Y VELOCIDAD DE EROSION PARA NUEVE PREDIOS EN EL VALLE DE SALTILLO

Predio	Referencia (uso actual)	INDICES Y FACTORES											
		P	R	SELAS Y TEXTURA	K	L (%)	S (%)	IS	IS	C	VE	P	VE*
14	Flanco de C. las Trancas (veg. nat)	70	175	To+Th/2	.30	75	66	20.0	1050.0	.08	86.1		
15	SW de C. las Trancas (agrícola)	60	150	Re/1	.26	140	3	0.5	19.5	.16	3.1	.25	.78
16	SW de C. las Trancas (agrícola)	60	150	Re/1	.26	140	5	1.2	46.8	.16	7.5	.25	1.87
17	SW de C. las Trancas (agrícola)	70	175	Re/1	.26	100	16	5.0	227.5	.16	36.4	.25	9.1
18	SW de C. Astilleros (agrícola)	70	175	To+Th/2	.30	60	32	12.0	630.0	.11	69.3		
19	Cerro Astilleros (agrícola)	80	200	To+Th/2	.30	60	32	12.0	720.0	.11	79.2		
20	S Agua de la Mina (agrícola)	60	200	To+Th/2	.30	100	16	5.0	300.0	.11	33.0	.35	11.55
21	NE Saltillo (agrícola)	80	200	To+Th/2	.30	30	22	4.5	270.0	.11	29.7	.45	13.36
22	Cerro Saltillo (veg. pino)	70	175	To+Th/2	.30	75	53	20.0	1050.0	.14	147.0		

INDICES Y FACTORES: R-Erosividad de la lluvia (R=2.5P) 2.5*precipitación media anual en cm;
 E-Erosibilidad del suelo (E=textura del suelo de acuerdo a la clasificación FAO-MEXCO);
 IS-Factor topográfico (L=longitud; S=pendiente); IS-Riesgo de erosión ton/a/año;
 C=Cobertura vegetal y raíces; VE-Velocidad de erosión en ton/a/año; P=Prácticas de conservación (cultivo en fajas); USO ACTUAL: vegetación; natural; agrícola: papa, maíz, hata, frijol

CUADRO 12 RIESGO Y VELOCIDAD DE EROSION PARA TRECE PREDIOS EN EL VALLE DE TLANALAPAN

Pre- dio	Referencia (uso actual)	I N D I C E S Y F A C T O R E S											
		P	R	VELOCIDAD DE EROSION	K	L (m)	S (%)	IS	IE	C	VE	P	VE*
23	H de Pocitos (agrícola)	80	200	Te+7h/2	.30	125	16	5.5	330.0	.11	36.3	.45	16.33
24	H de Pocitos (agrícola)	80	200	Te+7h/2	.30	50	49	16.0	960.0	.11	105.6		
25	H de Pocitos (agrícola)	80	200	Te+7h/2	.30	50	40	16.0	960.0	.11	105.6		
26	Km 2.6.V.-Pocitos (agrícola)	80	200	Te+7h/2	.40	50	20	5.0	300.0	.17	64.0	.45	25.16
27	H de Tlanalapan (agrícola)	80	200	Te+7h/2	.30	60	40	20.0	1200.0	.11	132.0		
28	Cerro Yolotepec (veg. secundaria)	100	250	Te+7h/2	.30	100	60	20.0	1500.0	.04	60.0		
29	Cerro Yolotepec (agrícola)	100	250	Te+7h/2	.30	50	60	20.0	1500.0	.11	165.0		
30	S. justo a Tlanalapan (agrícola)	90	225	Te+7h/2	.30	150	15	4.4	297.0	.11	32.6	.35	11.43
31	Flanco H. Mega, Ro- deo (agrícola)	80	200	Te+7h/2	.30	40	40	15.0	900.0	.11	99.0		
32	Sur de Tlanalapan (agrícola)	90	225	Te+7h/2	.30	150	18	7.5	596.2	.11	55.6	.40	22.27
33	Sur de Tlanalapan (veg. secundaria)	100	250	Te+7h/2	.30	60	46	20.0	1500.0	.04	60.0		
34	Estribaciones, C. Ya- lιστα (veg. Aliso)	90	225	Te+7h/2	.30	150	66	20.0	1350.0	.04	55.3		
35	Estribaciones, C. Ya- lιστα (agrícola)	90	225	Te+7h/2	.30	100	50	20.0	1350.0	.11	148.5		

INDICES Y FACTORES: R=Eficiencia de la lluvia (R=CAF) 2.5 Coeficiente; P=precipitación real anual en cm;
 E=Eficiencia del suelo (Eficiencia del suelo de acuerdo a la clasificación FIC-ARECO);
 IS=Factor topográfico (Inclinación; pendiente); IE=tiempo de erosión también;
 C=Cobertura vegetal y raíces; VE=Velocidad de erosión en toneladas; F=Prácticas de conservación (cultivo en
 fajas); UD ACTUAL: veg. vegetación; agrícola: papa, maíz, haba, frijol

CUADRO 13 RIESGO Y VELOCIDAD DE EROSION PARA CINCO PREDIOS EN LA
ZONA DE CUAUHTEMOC

Pre- dio	Referencia (uso actual)	INDICES Y FACTORES											
		P	R	K TEXTURA	L (%)	S (%)	LS	FE	C	VE	P	VE*	
36	H de Francisco I. Madero (agrícola)	70	175	Re/1	.75	700	4	1.2	54.6	.16	8.7	.25	2.18
37	Norte de Cuauhtémoc (agrícola)	80	200	Re/1	.75	100	6	1.5	78.0	.16	12.4	.25	3.12
38	Este de Cuauhtémoc (agrícola)	80	200	Te-Re 2	.40	50	10	20.0	1600.0	.11	176.0		
39	Este de Cuauhtémoc (vegetación: pino)	80	200	Te-Re 2	.40	100	10	20.0	1600.0	.08	134.4		
40	Sur de Cuauhtémoc (vegetación: esterral)	70	175	Re/1	.75	100	40	20.0	910.0	.16	145.6		

INDICES Y FACTORES: R; Erosividad de la lluvia (Re=2.1P) 2.5=Constante; P=Precipitación media anual enca; K=Erodabilidad del suelo (K=textura del suelo de acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO); LS=Factor topográfico (L=longitud; S=pendiente); RE=Riesgo de erosión ton/t año; C=Cobertura vegetal y manejo; VE=Velocidad de erosión en ton/t año; VE*=Velocidad de erosión prácticas de conservación. P=Prácticas de conservación (cultivo en fajas); USO ACTUAL: agrícola: papa, maíz, haba, frijol

Comparando los rangos de pendientes con los resultados obtenidos en distintos predios, respecto al riesgo y velocidad de erosión se encontraron los rangos que se presentan en el cuadro 14 y en los mapas de las figs. 37 y 42.

El riesgo de erosión es la máxima velocidad que puede alcanzar el proceso erosivo (Estrada, Dic. 1995, Com. pers.) y para el relieve tipo llanura, el riesgo se ubica entre 19.5 y 264.0 ton/ha/año, en esta situación se encuentran 28 km² del municipio, la mayoría de esta superficie esta dedicada a cultivos de ciclo anual, puesto que son las áreas de menor pendiente; para el relieve de pie de monte, que cubre casi la mitad del municipio, el riesgo de erosión se encuentra entre los 264.0 y los 1215.0 ton/ha/año y son 70 km² de terrenos ubicados en este relieve, de los cuales 33 km² han sido abiertos a la agricultura.

Por su parte los suelos con pendientes mayores a 33%, que corresponden a los relieves de laderas de montañas y abrupto, el riesgo de erosión es en la mayoría de los predios estudiados superior a 1000 ton/ha/año, la superficie total en estos relieves es de 54 km² y aún en estas pendientes se encuentran terrenos roturados, cuantificándose 14.6 km² en esta situación; muchos de estos predios, se localizaron en pendientes que alcanzaron 66%.

En cuanto a la velocidad de erosión, donde se toma en cuenta el factor de cobertura, vegetación y manejo, los resultados disminuyeron en comparación con el riesgo. No obstante no dejan de ser altos en relación al 1.8 ton/ha/año que los especialistas señalan como cantidad máxima tolerable de suelo erosionado (C.P. 1991).

CUADRO 14 PENDIENTES, RIESGO DE EROSION, VELOCIDAD DE EROSION
Y SUPERFICIES QUE OCUPAN EN EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA

TIPO DE RELIEVE	PENDIENTE EN GRADOS	PERCENTAJE EN %	RIESGO DE EROSION (Ton/a/año) *	VELOCIDAD DE EROSION (Ton/a/año) *	SUPERFICIE EN h:2 **	PORCENTAJE DEL TERRI- TORIO MUNICIPAL **
Llanura	0-6	0-13	19.5 a 234.0	3.1 a 29.0	28	19
Pie de monte	6-15	13-33	234.0 a 1215.0	29.0 a 105.7	70	46
Ladera de montaña	15-30	33-67	630.0 a 4100.0	11.8 a 476.0	40	26
Relieve abrupto	>30	>67			14	9
T O T A L					152 km ²	100 %

NOTA: Rangos de pendientes tomados de los apuntes de Geomorfología 11. 1981. Profr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Colegio de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.

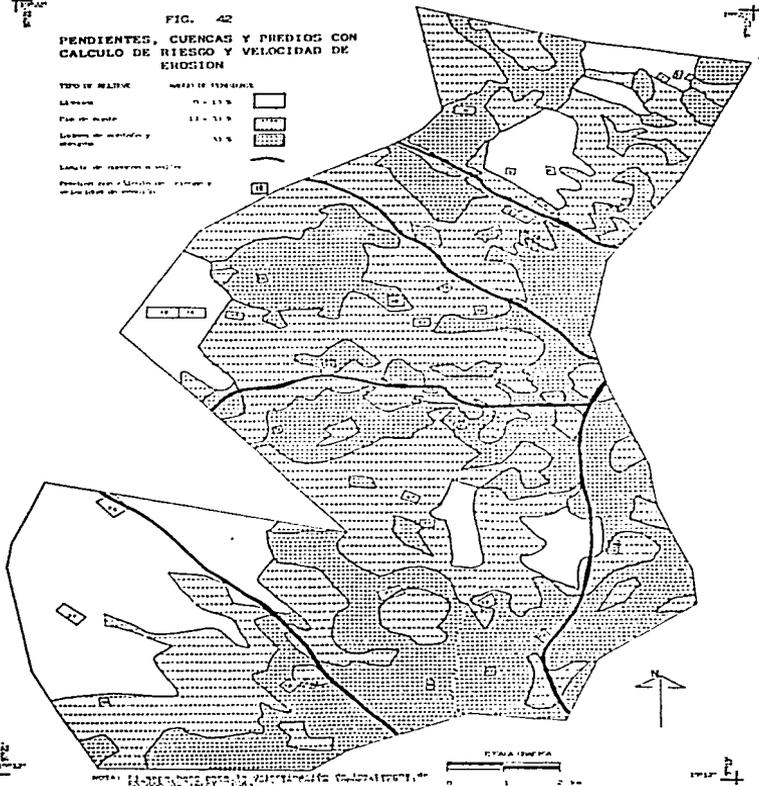
- * Cálculos realizados a 40 predios (mapa 16y cuadros 8, 9, 10, 11 y 12).
- ** Carta de pendientes (figura 37).



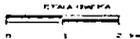
FIG. 42

PENDIENTES, CUENCAS Y PREDIOS CON
CALCULO DE RIESGO Y VELOCIDAD DE
EROSION

TIPO DE SUELO	GRADO DE PERMEABILIDAD
Aluviales	0 - 15 %
Playas de arena	15 - 30 %
Llanuras de arcilla y arenas	30 %
Llanuras de arcilla y arena	30 %
Pendientes con dirección de drenaje y un solo punto de salida	



NOTA: El mapa muestra el resultado de un estudio de campo y de laboratorio.



En el mismo orden de presentación que el riesgo de erosión se tiene; para el relieve de llanura su velocidad se ubica entre 3.12 y 29.04 ton/ha/año, esta velocidad de erosión se considera entre ligera y moderada; para el pie de monte la velocidad se encuentra entre 29.04 y 105.7 ton/ha/año, clasificada entre moderada y severa; y para los relieves ladera de montaña y abrupto, la velocidad de erosión es superior a las 11 ton/ha/año y logrando máximos de 176.0 ton/ha/año, encontrándose la mayor parte de estas superficies en el grado de velocidad de erosión severa, esta amplitud de rango, se debe principalmente a la influencia de la cobertura vegetal y grado de pendiente, los resultados de este último rango son de cálculos realizados en predios con pendiente ubicada entre 33 y 66%.

Para los casos de predios que no rebasan 25% de pendiente y que están dedicados a la agricultura se presenta la opción del factor "P", que significa la utilización de prácticas de conservación de suelos, por ejemplo, cultivos en fajas; entonces la velocidad de erosión disminuye sensiblemente, situación que beneficia tanto a los suelos como a la economía del agricultor. Los cálculos efectuados con este factor se presentan en el cuadro 15 , y en la última columna de los cuadros de riesgo y velocidad de erosión.

Los resultados obtenidos para los catorce predios que se ubican en la situación de aceptar el factor "P" para disminuir la velocidad de erosión, demuestra lo importante de utilizar prácticas de conservación de suelos en las actividades agrícolas.

CUADRO 15 EROSION EN PREDIOS DEDICADOS A LA AGRICULTURA*

Predio	Referencia	Pendiente en %	Riesgo de erosión (ton/ha/año)	Velocidad de erosión con factor "C" (ton/ha/año)	Velocidad de erosión con factor "P" (ton/ha/año)**
2	Oeste C. la Cumbre	20	337.5	45.9	18.36
5	Sur de González Ortega	13	264.0	29.0	10.16
6	SW de González Ortega	5	72.0	7.9	2.77
7	Sur de la Ermita	40	1282.5	166.7	
9	Sur de González Ortega	30	600.0	78.0	
10	Ladera norte de barranca Toluca	40	1080.0	140.4	
15	SW de C. las Trancas	3	19.5	3.1	.78
16	SW de C. las Trancas	5	46.8	7.4	1.87
17	SW de C. las Trancas	16	227.5	36.4	9.10
18	SW de C. Astilleros	32	630.0	69.3	
19	Cerro Astilleros	32	720.0	79.2	
20	Sur Agua de la Mira	16	300.0	33.0	11.55
21	Horeste de Saltillo	22	270.0	29.7	13.36
23	Norte de Pocitos	16	330.0	36.3	16.33
24	Norte de Pocitos	40	960.0	105.6	
25	Norte de Pocitos	40	960.0	105.6	
26	Km 2 Carr. G.V.-Pocitos	20	400.0	64.0	25.6
27	Oeste de Tlanalapan	48	+1200.0	+132.0	
29	Cerro Yolotepec	60	+1500.0	+165.0	
30	Sur junto a Tlanalapan	13	297.0	32.6	11.43
31	Flanco norte Mesa Rodeo	40	900.0	99.0	
32	Sur de Tlanalapan	19	506.2	55.6	22.27
35	Estribaciones cerro Xalista	50	+1350.0	+148.5	
36	N de Francisco I. Madero	4	54.6	8.7	2.18
37	Norte de Cuauhtémoc	6	78.0	12.4	3.12
38	Este de Cuauhtémoc	50	+1600.0	+176.0	

FACTORES: "C" = Cobertura y manejo (anexo V); "P" = Prácticas de conservación (anexo V).

* Los predios que tienen pendientes menores a 25% aceptan más fácilmente el factor "P" para disminuir la velocidad de erosión.

** Factor "P" utilizado como ejemplo: cultivo en tajas.

Sin embargo, de los ejemplos anteriores, donde es factible utilizar cultivos en fajas, resulta que no es suficiente para lograr el óptimo recomendado de 1.8 ton/ha/año como erosión máxima tolerable que especifica el Manual de Conservación de Suelos (C.P. 1991). Por lo que se hace necesario combinar varias prácticas para mayor eficiencia de las mismas.

Los únicos predios que alcanzaron la cantidad mencionada fueron el 15, 16 y 36, esto se debe a que se encuentran en terrenos de pendientes de 3, 5 y 4% respectivamente; por lo que en suelos de inclinación mayor, para tratar de alcanzar velocidades bajas de erosión, siempre se necesitará la aplicación de más de una práctica en terrenos dedicados a la agricultura.

Para los suelos con pendientes superiores a 25%, definitivamente no se deben roturar, pero los cálculos realizados arrojan 14.6 km² de terrenos con más de 33% de pendiente que fueron abiertos a la agricultura, de estos se presentan doce predios, como ejemplos a los cuales se les efectuó el cálculo de riesgo y velocidad de erosión, presentandose en ellos, los más altos grados por tener pendientes pronunciadas, lo que impide la aplicación de prácticas de conservación normales, así que lo más recomendable es mantenerlos con vegetación permanente.

e) CARCAVAS

Después de realizar los cálculos de riesgo y velocidad de erosión en el territorio de Lafragua, no queda duda sobre la importancia que tiene este proceso en el deterioro de los suelos, tanto en los que tienen uso agrícola, como los que sustentan algún tipo de vegetación natural o inducida, por lo que a simple vista se pueden detectar zonas donde la erosión hídrica es más que evidente, debido a la presencia de cárcavas (figs. 35, 37, 44 y 51).

Para este tipo de formas, que resultan de la avanzada erosión hídrica, se necesita estudiar cada caso en particular para así poder establecer su control, posteriormente se darán algunos ejemplos de cárcavas y las posibles técnicas para detener su crecimiento y lograr su control.

Las cárcavas detectadas no discriminan lugares, lo mismo se encuentran en cerros con presencia de vegetación boscosa (fig. 44), como en medio de terrenos agrícolas (fig. 39), en pendientes de 16% (fig. 35) y con mayor razón en suelos de 40% y más de inclinación.

En la figura 51 se puede ver una cárcava grande y junto a ella los campos cultivados de maíz. Lo interesante, es la línea lateral de avance junto al cultivo, que año con año le resta superficie al predio dedicado a la agricultura.



Figura 43 Girantecoa cívica en el llano norte de Mesa el Rodeo. Al centro el pueblo de Tlanalapa.



Figura 44 Sistema de cárcavas en el cerro ubicado al suroeste del pueblo de Saltillo.

D. EROSION EOLICA EN LAFRAGUA

En cuanto a la erosión eólica, no se realizó ningún cálculo, debido a que no existen estaciones meteorológicas dentro del municipio. No obstante la literatura consultada al respecto da una idea aproximada de la presencia de esta erosión en los suelos de Lafragua.

A nivel nacional existen datos que le asignan a Lafragua baja incidencia en erosión eólica, debido a que los especialistas dicen que en general los suelos montañosos con clima templado como lo es la sierra Perote-Orizaba tienen poca erosión eólica.

El Manual de Predicción de Pérdida de Suelo por Erosión Eólica (SARH-C.P 1991) señala:

La erosión eólica se presenta con mayor intensidad en las áreas áridas y semiáridas y donde se conjugan los factores que facilitan el fenómeno erosivo, y que se señalan a continuación: suelo suelto y finamente dividido; superficies del suelo suave y sin cobertura vegetal; áreas planas extensas; y vientos fuertes.

La misma publicación señala que: donde la superficie sea muy rugosa, la velocidad del viento cerca de la misma será baja y ocurrirá una cantidad muy pequeña de erosión.

Lafragua tiene a su favor el tener relieve montañoso y en contra la cobertura vegetal disminuida para la incidencia de la erosión eólica.

En otra fuente titulada Evaluación y Cartografía de la Erosión Eólica en la República Mexicana, realizado por Ortiz y Estrada (1993), el cual presenta mapas de velocidad y riesgo de erosión eólica de la República Mexicana, el municipio de Lafragua y en sí la sierra Perote-Orizaba, queda clasificada en una velocidad de erosión eólica del rango ligero, es decir tiene pérdida de suelo menor a 10 ton/ha/año, los otros rangos son: el moderado entre 10 y 50, el severo entre 50 y 200 y el muy severo, mayor a 200 ton/ha/año de pérdida de suelo respectivamente.

La misma fuente, para el riesgo de erosión eólica, asigna a la sierra Perote-Orizaba una clase moderada, es decir pérdida de suelo que se ubica entre 10 y 50 ton/ha/año, los otros rangos son los mismos que se mencionaron para la velocidad de erosión eólica.

El trabajo de Ortiz y Estrada confirma la conclusión a la que se llegó en el Estudio de Niveles de Erosión Actual y Permisible de la Zona Agrícola del Distrito de Desarrollo Rural de Libres, Estado de Puebla (SARH C.P. 1992), en la cual se señala que en dicho distrito, no existen áreas con riesgo de erosión eólica, sin que esto signifique que el fenómeno no exista, sino que puede ser controlada mediante estrategias de conservación con técnicas preventivas.

El municipio de Lafragua queda comprendido en el distrito de Libres.

Considerando las características que favorecen la erosión eólica, el municipio de Lafragua, tiene mayor riesgo de erosión eólica en su franja occidental, misma que corresponde a relieve tipo llanura y pie de monte,

con precipitaciones menores a 800 mm de promedio anual, con suelos de Regosol eútrico, que tienen textura gruesa o arenosa. La estación meteorológica más cercana señala que los vientos dominantes son los del noreste (fig. 9).

Es en esta franja donde se deben tomar medidas preventivas para enfren-
tar la erosividad del viento.

E. OTROS PROCESOS DE DESERTIFICACION EN LAFRAGUA

Dada la ubicación del municipio, no presenta problema de salinización, ya que no hay substratos geológicos salinos y no se encuentra en zona árida. Más bien el problema podría ser de sodificación o alcalinización, que consiste en el aumento de la proporción de sodio intercambiable del suelo en valores superiores al 15% y se desarrolla a partir de materiales geológicos sódicos, como el basalto (CONAZA, 1994), esta situación disminuye la fertilidad y productividad de los suelos. Pero la Carta de Suelos (INEGI, 1984) no reporta para Lafragua fases químicas, ni salinas ni sódicas. Así también la información del estado actual de los suelos en las 16 provincias fisiográficas de México (CONAZA, 1994) reporta para la Sierra Volcánica Transversal, solo el 2% de su superficie afectada por salinidad y sódicidad. Por lo que la sodificación en Lafragua no se considera grave.

En cuanto a los procesos secundarios de desertificación todos se presentan en menor o mayor grado, ya que se subordinan a los procesos primarios; por ejemplo, en la degradación física influyen la erosión hídrica, la presencia de poca materia orgánica y la topografía, factores determinantes en el municipio; entre los ejemplo de degradación física se encuentran, la reducción de la permeabilidad (al faltar la capa vegetal en zonas agrícolas y con vegetación deteriorada) y la compactación causada por la presión ejercida por la maquinaria agrícola, vehículos o ganado.

Por otra parte la degradación biológica que se presenta en un 80% del territorio nacional (CONAZA, 1994), la sierra Perote-Orizaba se encuentra catalogada en grado severo, es decir de 2.5 a 5% de disminución de humus al año, según el mapa de Degradación biológica del Suelo en México (op. cit. 1994). El factor que influye para que la degradación biológica ocurra es el clima húmedo, pero también la favorecen la reducción del manto vegetal, el cultivo excesivo y la remoción de partículas finas de la capa arable.

En el caso de la degradación química, el municipio queda situado en la zona de grado ligero, es decir tiene disminución de saturación de bases menor al 1.25% al año (CCHAZA, 1994).

Otro proceso de desertificación que ha llamado la atención son los asentamientos humanos. En el municipio de Lafragua los asentamientos humanos ocupan en su mayoría los mejores suelos agrícolas y su expansión es a costa de ellos.

Por ejemplo, el poblado de González Ortega ocupa los suelos con pendientes menores a 4%, cubriendo una superficie de aproximadamente medio km^2 , situaciones semejantes se presentan con los poblados de Cuauhtémoc y Francisco I. Madero, que se ubican en relieve tipo llanura, en pendientes menores a 13%; en total los tres asentamientos humanos abarcan dos km^2 . El resto de las poblaciones se ubican en pie de monte, ocupando suelos no tan favorables a la agricultura.

F. LAS INSTITUCIONES OFICIALES EN LA CONSERVACION DE LOS SUELOS DE
LAFRAGUA

En los procesos de desertificación, el hombre es el factor catalizador y debe tomar conciencia de este hecho, para que no termine con los ecosistemas terrestres y acuáticos e inicie un rescate de aquellos ecosistemas dañados.

El gobierno de nuestro país dispone de diversas instituciones, que tienen a su cargo, la organización del aprovechamiento y cuidado de los recursos naturales del país.

Sin embargo, por varias razones, los programas establecidos no han dado resultados óptimos. De manera general se podría decir, que es por los problemas económicos, demográficos y culturales-educativos, en los que se encuentra inmerso México y es a estos niveles, de donde se debería iniciar con los esfuerzos para combatir el deterioro de los recursos naturales.

En cuanto a legislaciones, se tienen intentos a nivel nacional, desde los años veinte y más concretamente en 1926, año en que surge la primera Ley Forestal, dentro de la nueva era de gobiernos emanados de la Revolución Mexicana, que han expedido hasta la fecha cuatro leyes (1926, 1943, 1948 y 1960) con el propósito de normar la irracional explotación de los bosques, pero ninguna de las leyes forestales, han influido en el mejoramiento o buen aprovechamiento del bosque (Muro. 1987) y de la misma

manera para la última ley, que se expidió el 13 de julio de 1988, se comentaba dos años antes en el periódico El Universal (1986), que: Industriales, campesinos y profesionistas denunciaron que priva en el sector forestal el caos, porque hay lagunas, tanto en la nueva Ley Forestal, como en el anteproyecto de reglamento que elaboró el ingeniero León Jorge Castañeda -vocal de la Comisión Nacional Forestal- sin consultar a los diversos sectores involucrados en la producción.

Lo anterior se menciona, porque es de gran importancia mantener la cubierta forestal, ya que cuidando este recurso natural renovable, se protege a su vez a otros recursos, como el suelo y agua.

Por otra parte, también existe la Ley de Conservación de Suelo y Agua, expedida en el Diario Oficial del 19 de junio de 1946 y que de todo lo importante que dice, sobresalen los artículos Primero: La presente Ley tiene por objeto fomentar, proteger y reglamentar la conservación de los recursos de suelos y aguas, básicos para la Agricultura Nacional; y Tercero, fracción V: El establecimiento de Distritos de Conservación del Suelo (Rey. S/F).

De lo anterior se puede decir, que las leyes están, solo falta organización para llevar a cabo lo que se marca en ellas.

Dentro del mismo tema, se tienen las vedas forestales, que fueron un intento por detener la destrucción de los bosques mexicanos, pero dicen especialistas, que estas medidas fallaron, por la aplicación equivocada

del concepto conservación de recursos naturales, que no significa la no utilización de los recursos, sino más bien, su aprovechamiento sin deterioro.

Para el Estado de Puebla, la veda total se decretó el 13 de agosto de 1947, misma que se levantó el 3 de febrero de 1975 (SARH, 1978).

A nivel nacional, son muchos los intentos por detener la destrucción de los recursos naturales; existen campañas para crear conciencia a través de mensajes por radio, televisión y prensa.

Más en concreto se tiene a las campañas de reforestación; por ejemplo, la campaña de reforestación y control de la erosión en la sierra Perote-Orizaba. No obstante que Lafragua pertenece a dicho sistema montañoso, no se encuentran ejemplos de plantaciones recientes y las autoridades municipales consultadas señalaron que a últimas fechas no se han efectuado acciones de reforestación dentro del municipio (Manuel Caballero, Presidente Municipal de Lafragua, 1994).

En el anexo VI se presentan notas periodísticas, que mencionan las campañas de reforestación llevadas a cabo en la sierra Perote-Orizaba.

Otras acciones que existen son aquellas encaminadas a detener la erosión avanzada de cárcavas y barrancos, llevados a cabo a lo largo de la sierra, por ejemplo: los diques construidos para regular la velocidad del agua y así disminuir su potencial erosivo; algunos diques atraviesan

el barranco, pero por falta de mantenimiento, algunos ya fueron rebasados (fig. 45).

En otras partes de la sierra, se intenta detener la erosión de cárcavas con ramas y arbustos, obteniendo buenos resultados cuando los habitantes afectados se dan cuenta del peligro que corren los caminos y tierras.

Otro tipo de construcción que tiene también el fin de controlar la erosión hídrica en terrenos con mucha inclinación, son, los fosos y bordos; los primeros excavados a los lados de los caminos de terracería o brechas que ascienden por pendientes pronunciadas, atravesando las curvas de nivel perpendicularmente y casi en línea recta; a los lados existen campos agrícolas de temporal; sin estas obras las lluvias afectarían seriamente los caminos, así fosos y bordos evitan la pérdida de suelo y agua. Los bordos colocados cada veinte metros aproximadamente uno de otro, en posición paralela a las curvas de nivel, impiden que el agua corra cuesta abajo en línea recta; así en caso de desbordamiento por fuertes lluvias, el agua de los bordos se derrama en los fosos, que se encuentran a los lados de los caminos (fig. 46); los fosos tienen la forma de un cubo de metro y medio por lado. Con este tipo de obras existe un margen de tiempo en que el agua no escurre, excepto en distancias cortas. Este sistema tiene por objeto impedir que los caminos sean el origen de cárcavas y abarrancamientos, al mismo tiempo que protege a los terrenos cultivados en fuertes pendientes y a los asentamientos humanos que se encuentran en las partes bajas. Estos ejemplos existen en municipios vecinos a Lafragua y se pueden llevar a cabo dentro del mismo, para controlar principalmente las cárcavas y barrancas.



Figura 45. Dique de piedra y cemento en un arroyo al oeste del Pico de Orizaba.



Figura 46 Foso en forma de cubo de un metro y medio por lado, en el municipio vecino de Tlachichuca.

" LOS SUELOS SON LA RIQUEZA
FUNDAMENTAL, PORQUE PRODUCEN
LA ALIMENTACION DEL PUEBLO "

Manuel Hinojosa Ortiz

" EL DAÑO MAS IMPORTANTE QUE
OCASIONA LA EROSION, ES LA
DISMINUCION EN LA FERTILIDAD
DEL SUELO Y LA DESAPARICION
DEL MISMO EN ALGUNAS
OCASIONES "

Jorge A. Vivó

III

CONSERVACION DE SUELOS

1. PRINCIPIOS DE LA CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS

Debido a que los suelos de Lafragua presentan un deterioro causado por los procesos de desertificación, en especial por la degradación de la cubierta vegetal y la erosión hídrica, los especialistas en la materia recomiendan para controlar dichos procesos, el cumplimiento de varios principios conservacionistas, como los que se presentan a continuación.

Lo más importante para la conservación de suelos y aguas en todo el mundo, es la aplicación del principio que dice: La conservación del suelo depende del uso apropiado de las diversas clases de terreno y de tratar a cada una según sus necesidades particulares. Es decir que solo se utilizan en actividades agrícolas las tierras llanas o poco inclinadas y en silvicultura o bosques permanentes las que tengan pendientes pronunciadas y para praderas los terrenos con inclinación media (USDA . 1973).

La aplicación de este principio en las actividades agropecuarias en México, sería de gran ayuda para el control de la erosión, pero es difícil de llevarlo a cabo, por el predominio de la superficie montañosa en un 70% de la Nación, quedando solo el 30% como tierras planas y onduladas (REY. S/F).

Pero, si tomamos en cuenta que en muchas partes montañosas de México se deben aplicar medidas correctivas y preventivas que ayuden a controlar la pérdida del suelo causada por el agua, lo que dice RUSSELL (1968) es de gran importancia: Los dos principios fundamentales de todos los me-

dios utilizados para combatir o reducir la erosión del suelo por el agua son: "mantenimiento de la permeabilidad para reducir en todo lo posible el deslizamiento del agua sobre la superficie y cuando este deslizamiento es inevitable, procurar que tenga lugar en forma de delgadas láminas moviéndose lentamente".

Más específicos al respecto, pero similar a lo anterior TURK y FOTH (19-79) dicen: "Los cuatro principios fundamentales que sirven de guía en la mayoría de los métodos empleados para reducir la erosión por el agua, son: 1o. proteger la superficie del suelo del impacto de las gotas de lluvia; 2o. evitar la concentración del agua y su escurrimiento hacia abajo en un conducto estrecho; 3o. obstaculizar el movimiento del agua de modo que escurra lentamente hacia abajo y 4o. favorecer la entrada del agua en el suelo"

Los mismos autores (Op. Cit. 1979) respecto del viento indican: "resulta evidente que la erosión eólica se debe principalmente al efecto del viento sobre las partículas de un tamaño apropiado para moverse en saltación. De acuerdo con esto, la erosión eólica puede ser controlada: 1o. si se puede formar, con las partículas del suelo, terrones o granulos de un tamaño tal que no puedan moverse en saltación; 2o. si puede reducirse la velocidad del viento cerca de la superficie del suelo, ya sea formando pequeños bordos en el terreno por medio de cubiertas vegetales, o aún por el desarrollo de una superficie terronosa y 3o. formando bandas de rastrojos, paja o de otra cubierta vegetal suficiente para detener y retener las partículas del suelo en saltación".

2. MANEJO DE SUELOS

Según el Manual de Conservación del Suelo y del Agua (C.P. 1991), antes de efectuar trabajos específicos sobre conservación del suelo y del agua, es necesario realizar una planeación para el buen manejo de los suelos, la cual consiste en conocer su uso actual, los factores que restringen su uso y la clasificación, de acuerdo con su aptitud o uso potencial (cuadro 16).

El mapa de uso actual de suelo y carta forestal (figs. 13,31) son dos versiones de la vegetación, áreas agrícolas, forestales y asociaciones especiales de vegetación. El aspecto pecuario no se limita, porque se desarrolla casi en las mismas circunstancias en todo el municipio.

En cuanto a los factores que restringen el uso de los suelos, aquí sobresalen la erosión y la topografía, mismos que se cuantifican en el cuadro 14 y en los mapas de rangos de pendientes y erosión.

Lo anterior permite una aproximación en la clasificación de suelos de acuerdo a su aptitud, basados principalmente en el cuadro de Factores y parámetros para la clasificación de tierras según su capacidad de uso (cuadro 16).

La clasificación de los suelos de Lafragua de acuerdo a su uso potencial es como se ilustra en la figura 47 , donde se consideró principalmente el factor topográfico, ya que los restantes a excepción de la erosión,

CUADRO 16

FACTORES Y PARAMETROS PARA LA CLASIFICACION DE TIERRAS SEGUN SU CAPACIDAD DE USO (USO POTENCIAL)
(CP, 1991)

ORDEN DE CLASE	CLASE	FACTORES	UNIDAD DE MEDICION	C L A S									
				1	2	3	4	5	6	7	8		
C U L T I V A D O R	C	Diferencia en el terreno con nivel de 100 m	%	mayor de 20	10-20	5-10	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	mayor de 100
	I	Estado de conservación	Definitiva	mayor de 10	5-10	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	mayor de 100
LIMONERIA	E	Exposición	Definitiva	mayor de 10	5-10	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	mayor de 100
	T1	Temperatura promedio en el día	%	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	mayor de 100
LIMONERIA	T2	Temperatura promedio en el día	%	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	mayor de 100
	S1	Presión atmosférica	cm	mayor de 10	5-10	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	mayor de 10
LIMONERIA	S2	Presión atmosférica	cm	mayor de 10	5-10	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	mayor de 10
	S3	Presión atmosférica	Definitiva	mayor de 10	5-10	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	mayor de 10
LIMONERIA	S4	Suelo	Definitiva	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	mayor de 10
	S5	Suelo	PBI	mayor de 10	5-10	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	mayor de 10

Continuación de los otros factores

Nota: 1. Se debe considerar la combinación de los factores de acuerdo a las normas

1.00

aportan pocos elementos para la clasificación, por ejemplo: en deficiencia de agua (precipitación media anual en mm) su clasificación se ubica en primera y segunda clase; en exceso de agua (inundaciones) en las mismas categorías que la anterior, por tener pocas posibilidades de que se presente este fenómeno; en profundidad efectiva del suelo (cm) coincide con la clasificación según los factores topográfico y erosión.

Sobre el factor topográfico, el Manual de conservación (Op.Cit. 1991) dice "Dadas las condiciones específicas de la República Mexicana, el aspecto de topografía reviste gran importancia para la clasificación de las clases de terrenos, ya que de este agrupamiento se deducirán las prácticas de conservación del suelo y del agua".

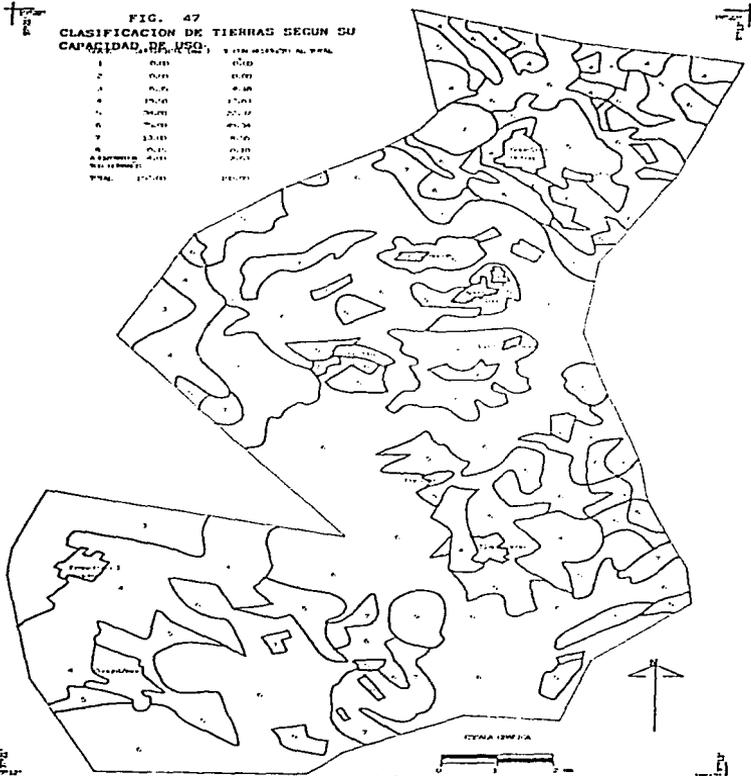
Al considerar el factor topográfico, es necesario analizarlo desde el punto de vista de las características del relieve, para indicar si se trata de terrenos con pendiente uniforme u onduladas.

En Lafragua predomina el relieve ondulado y solo en áreas menores al oeste y suroeste existen pendientes uniformes.

Para el mejor manejo de suelos, se debe tomar en cuenta también los factores auxiliares, por ejemplo para Lafragua la textura predominante es la media y en pequeñas zonas al oeste gruesa o arenosa, por lo que la permeabilidad se encuentra entre moderada y rápida; en cuanto al pH es de neutro a moderadamente ácido.

FIG. 47
 CLASIFICACION DE TIERRAS SEGUN SU
 CAPACIDAD DE USO*

TIERRAS PRODUCTIVAS AL 100%	
1	65.00
2	65.00
3	65.00
4	65.00
5	65.00
6	65.00
7	65.00
8	65.00
Agricultivos	
9	65.00
10	65.00
TOTAL	
	650.00



* Se ha considerado 10% terreno en fronteras con pastoreo limitado
 debido al mayor uso que se da durante los meses de lluvias en las explotaciones
 de 1000, 2000, 3000, 4000 y 5000 hectáreas.

En el caso de la textura, se consideran las condiciones extremas, en Lafragua es la gruesa solo en el pie de monte y relieve tipo llanura al occidente.

De la misma manera para el pH, como en el municipio prácticamente se encuentra en nivel neutro, no se menciona en manejo de suelo para este factor auxiliar.

Las superficies que cubren cada una de las clases de suelos, así como el rango de pendiente y clase de erosión predominante, que coinciden también con la clasificación considerando la profundidad efectiva del suelo, es la que se presenta a continuación.

PENDIENTE EN %	CLASE DE EROSION	CLASE DE SUELO SEGUN SU USO POTENCIAL*	SUPERFICIE EN km ²
0 - 2	NULO	1	0.00
2 - 3	LIGERO	2	0.00
3 - 6	MODERADO	3	6.35
6 - 10	MODERADO	4	19.50
10 - 25	SEVERO	5	34.00
25 - 40	SEVERO	6	75.00
40 - 100	EXTREMO	7	13.00
+ 100	EXTREMO	8	0.15

* Tomando en cuenta el factor topográfico (terreno con pendiente ondulada).

Los datos anteriores y la fig. 47 denotan el predominio de suelos de las clases, cinco, seis y siete, con más de tres cuartas partes de la superficie municipal. A estos suelos, se les denomina de vocación forestal o no aptos para labores agrícolas y es debido a que se localizan en fuertes pendientes y para protegerlos de la erosión, necesitan estar siempre protegidos con algún tipo de vegetación permanente, por lo que a estas clases de terreno también se les llama de bosques y pantizales (C.P. 1991). Entonces, menos de la cuarta parte del territorio de Lafragua, tiene terrenos de las clases tres y cuatro. Mientras que la clase ocho, está casi ausente, ocupando unas cuantas hectáreas en las estribaciones del cerro Xalista.

Lo anterior denota, el grave problema que enfrenta la población que vive de las actividades agrícolas en este municipio, debido a que los suelos de clase uno y dos están ausentes, los cuales son los más apropiados para labores agrícolas.

Entonces los campesinos explotan suelos de las clases tres, cuatro, cinco, seis y en ocasiones hasta de la clase siete; presentando todos ellos severas limitaciones principalmente de relieve y erosión, las pendientes van de moderadas a fuertes, dificultando las labores, acelerando los procesos de desertificación, principalmente la erosión hídrica, obteniendo finalmente bajos rendimientos y la destrucción de los recursos naturales: suelo y vegetación.

Una manera de corregir tal situación, es que, después de agrupar los suelos en clases, se programen una serie de normas técnicas que deben

hacerse extensivas a los agricultores, para el manejo eficiente de este recurso, como fuente de producción (Op. cit. 1991). Por lo que en el siguiente inciso se presentan de manera resumida las prácticas de manejo de los suelos de acuerdo a los factores limitantes presentes y sobresalientes en territorio de Lafragua, de acuerdo al Manual de Conservación del Suelo y del Agua (C.P. 1991). Las prácticas que se recomiendan y consideran más factibles de tener éxito en este municipio, se resumen en el cuadro 17.

3. PRACTICAS DE MANEJO DE LOS SUELOS DE ACUERDO A LOS FACTORES LIMITANTES

Para el municipio de Lafragua, los factores limitantes sobresalientes para llevar a cabo las prácticas de manejo de los suelos son la pendiente y la erosión, de acuerdo a ellos el Manual de Conservación (C.P. 1991) propone las siguientes prácticas de manejo (cuadro 17). Para suelos con problemas de erosión en diferentes formas y magnitudes de segunda, tercera y cuarta clases, así como para suelos con topografía irregular, con pendientes uniformes de 2 a 15% o con pendientes onduladas de 2 a 10%, clasificados también como de segunda, tercera y cuarta clases, se dan las siguientes opciones:

- Establecer surcado al contorno, sistemas de terrazas y canales de desvío, para reducir los escurrimientos superficiales y disminuir la erosión de los suelos.
- Aplicar abonos verdes, estercoladuras e incorporar residuos de cosechas a fin de preservar y aumentar la fertilidad, e infiltración, promover el estado de agregación de los suelos y disminuir el efecto del impacto de las gotas de lluvia sobre las partículas del suelo.
- Establecer cultivos en fajas, cultivos de cobertura, rotación de cultivos, huertos al contorno y surcado lister, para cubrir el suelo y reducir la erosión.

Si las condiciones topográficas son más desfavorables (aumento de pendiente), las prácticas anteriores deben intensificarse. Por ejemplo, cuando se habla de rotación, desarrollar en un terreno cultivos de pastos o leguminosas en dos o tres ciclos y posteriormente dedicar un ciclo al desarrollo de un cultivo de escarda, de tal manera que el cultivo de pastos permanezca más tiempo y ayude a conservar en forma eficiente al suelo.

-Realizar la nivelación de tierras con escropa o alisamientos para borrar las cárcavas en formación como consecuencia de la erosión inducida.

-Establecer barreras rompevientos (como prevención de la erosión eólica al oeste del municipio).

Para el control de la erosión en terrenos de quinta, sexta y séptima clases, se sugieren las siguientes prácticas de manejo:

-Establecer praderas o pastos nativos, con el fin de cubrir al suelo.

-Realizar sistemas de terrazas para evitar la erosión y propiciar el desarrollo eficiente de las especies vegetales adaptadas a la zona.

-Construir presas para el control de azolves en cárcavas de diferentes tamaños y separaciones. Estas presas pueden ser de carácter permanente o temporal.

-Establecer el surcado Lister para el desarrollo de pastizales.

-Favorecer la regeneración de la vegetación nativa o reforestaciones con el fin de tener una cubierta permanente que reduzca los escurrimientos y los procesos erosivos.

Para los terrenos de quinta, sexta y séptima clases, donde la pendiente es uniforme u ondulada y varía de 15 a 100% respectivamente, se pueden establecer las siguientes prácticas de manejo:

-Usos de los diferentes tipos de terrazas y canales de desvío para reducir los escurrimientos.

-Establecer reforestaciones, implantar pastizales con surcado Lister para captar más agua o trazar los huertos al contorno.

-Tratar de regenerar la vegetación nativa.

-Construir bancales, si las condiciones económicas y ecológicas lo permiten.

Los terrenos de octava clase con los factores limitantes topográficos y de erosión, deben dedicarse al desarrollo de especies vegetales y animales silvestres, de acuerdo a las condiciones climáticas que caractericen la zona.

4. CLASIFICACION Y EVALUACION DE ALGUNAS TECNOLOGIAS Y SU EFECTO SOBRE LA DESERTIFICACION Y LA PRODUCTIVIDAD DE VARIOS SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA

Según Manuel Anaya-Garduño (1977), es necesario considerar la tecnología tradicional para combatir y prevenir los procesos de desertificación y si es posible, mejorarla con aquellas de carácter intermedio y moderno, pero es importante que al aplicar una práctica o tecnología para combatir la desertificación, se consideren sus posibles efectos, no sea que resulten contraproducentes.

En el cuadro 18 se presenta la clasificación y evaluación de algunas tecnologías y su efecto sobre la desertificación y la productividad de varios sistemas de uso de la tierra.

El objetivo de las tecnologías aplicadas a diferentes usos de la tierra puede ser, de acuerdo al cuadro 18, aumentar la productividad y detener los procesos de la desertificación, o sea equivalen a medidas preventivas que tienen un costo reducido. Las tecnologías de carácter preventivo son mejores, para combatir la desertificación, que las de tipo correctivo. Estas ayudan a evitar daños que pueden ser irreparables o muy costosos, sobre todo en las comunidades de escasos recursos económicos (Anaya-Garduño, 1977).

CUADRO 18

CLASIFICACION Y EVALUACION DE ALGUNAS TECNOLOGIAS Y SU EFECTO SOBRE
LA DESERTIFICACION Y LA PRODUCTIVIDAD DE VARIOS SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA .

METODO DE MANEJO	TECNOLOGIA	SISTEMA DE USO DE LA TIERRA	OBJETIVO DE LA TECNOLOGIA	POTENCIAL DE DESERTIFICACION	SISTEMA DE PRODUCCION	COSTO	NIVEL DE TECNOLOGIA
ABASTECIMIENTO DE AGUA	BALESTAS FILTRANTES.	A.1	A	BAJO	SEMI-INTENSIVO	MEDIO	INTERMEDIO
	DESALINIZACION	A.1	A	NINGUNO	INTENSIVO	BAJO	COMPLEJO
	AGUAS SALINAS	1	A	BAJO	SEMI-INTENSIVO	MEDIO	COMPLEJO
CONSERVACION DEL AGUA.	SIEMBRA DE ACUÍFEROS	I.T.A.P.F.F.	A	NINGUNO	SEMI-INTENSIVO	MEDIO	INTERCOMPLEJO
	CISTERNAS	A.1	A	NINGUNO	SEMI-INTENSIVO	BAJATO	SIMPLE
	DIKIOS PARA APRESION	A.P.F.	A	ALTO	SEMI-INTENSIVO	BAJATO-CARO	INTERCOMPLEJO
METODOS DE RIEGO	INUNDACION	1	A	BAJO	SEMI-INTENSIVO	BAJATO	SIMPLE
	SUECOS	1	A	BAJO	SEMI-INTENSIVO	BAJATO	SIMPLE-INTERMEDIO.
	RIEGO POR ASPIRACION	1	A	BAJO	INTENSIVO	BAJO	INTERCOMPLEJO
	RIEGO POR GOTEO	1	A	BAJO	INTENSIVO	BAJO	COMPLEJO
MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS	CAPTACION DE AGUA	T.P.F.F.	A.1	BAJO	SEMI-INTENSIVO	BAJATO	SIMPLE-COMPLEJO.
CONSERVACION DE SUELOS.	CONTROL DE DESEMBOCOS	I.T.P.V.M.H.A	B.C.D.A	BAJO	SEMI-INTENSIVO	BAJO	INTERCOMPLEJO.
	CONTROL DE ARCAVAS	I.T.P.F.V.M.H.A	B.B.C.A	BAJO	INTENSIVO	BAJATO-CARO	SIMPLE-COMPLEJO
	REVEGETACION	P.F.T.I.V.M.H.A	B.C.D.A	NINGUNO	EXTENSIVO	BAJATO-CARO	SIMPLE-COMPLEJO
	ESTABILIZACION DE DUNAS	I.A.V.T.P.F.F.N	B.C.B.A	BAJO	INTENSIVO	BAJO	INTERCOMPLEJO
	PRACTICAS DE LABANZA	I.T.P.F.V.M.H.A	B.B.C.B	ALTO	INTENSIVO	BAJO	SIMPLE-COMPLEJO

■ FUENTE: *MATA *ABUND

CONTINUACION CUADRO 18

CONTROL DE SALINIDAD	COMBINACION DE METODOS	I.T.F	B.C.A.B	BAJO	INTENSIVO	CASO	SIMPLE-COMPLEJO
DRENAJE	CANALES ABIERTOS O PUNTES	I.T.F	B.C.A.B	BAJO	SEMI-INTEN SIVO	CASO	SIMPLE-COMPLEJO
FERTILIZACION	ORGANICA	I.T.F	B.A.C.B	NINGUNO	SEMI-INTEN SIVO	MEDIO	SIMPLE-INTERMEDIO
	QUIMICA	I.T.F	A.B	BAJO	SEMI-INTEN SIVO	CASO	SIMPLE-INTERMEDIO
ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS	AFORRESTACION	I.T.F.F.I.A.V.M	B.A	NINGUNO	INTERMEDIO	BARATO-CASO	INTERMEDIO
CONSERVACION DE LA PLANTA	PLANTAS RESISTENTES O LA SEQUIA	I.T.F.F.I.V.M.A	A.B	NINGUNO	SEMI-INTEN SIVO	MEDIO	INTER-COMPLEJO
	REVEGETACION	I.T.F.F.I.V.M.A	B.C.B.A	NINGUNO	INTENSIVO	BARATO-CASO	SIMPLE-COMPLEJO
	EXCLUSIONES	F.F.T.I.V.M.A	B.C.A	BAJO	EXTENSIVO	CASO	INTER-COMPLEJO
AGRICULTURA	ROTACION DE CULTIVOS	I.T	B.A	NINGUNO	SEMI-INTEN SIVO	MEDIO	INTERMEDIO
PASTIZALES	ROTACION DE PASTOREO	F	B.A	ALTO	INTENSIVO	BARATO	INTER-COMPLEJO
ESPECIES FORESTALES	CONTROL DE DENSIDAD DE SIEMBRA	F	B.A	ALTO	SEMI-INTEN SIVO	BARATO	SIMPLE-COMPLEJO
	ADPUEVIENTOS	I.T.F.A.V.M	B.A.C.B	NINGUNO	INTENSIVO	BARATO-CA	INTER-COMPLEJO
RECOMENDACION DE LA UIDA ANIMAL	INTRODUCCION DE ESPECIES	I.T.F.M	A.B	BAJO	SEMI-INTEN SIVO	MEDIO	INTER-COMPLEJO
	SONEDAS	I.T.F.T.A	A	NINGUNO	SEMI-INTEN SIVO	BARATO-CASO	SIMPLE
TIPO DE ANIMAL	DOMESTICO	I.T.F.F.M.V.A	B.C.C.B	MEDIO	EXTENSIVO	BARATO	INTERMEDIO
	SALVAJE	F.F	=	ALTO	INTENSIVO	BARATO	INTERMEDIO
USOS DE ANIMAL	TRACCION	I.T.F.F.M.V.A	B.C.B	BAJO	EXTENSIVO	BARATO	SIMPLE
	TRANSPORTE	I.T.F.F.M.V.A	B.C.B	BAJO	EXTENSIVO	BARATO	SIMPLE
FUENTES DE ENERGIA	ANIMAL	I.T.F.F.M.V.A	B.C.C.B	BAJO	EXTENSIVO	BARATO	SIMPLE-INTERMEDIO
	TRACCION	I.T.F.F.M.V.A	B.C.C.B	BAJO	SEMI-INTEN SIVO	BARATO-CA	INTERMEDIO
USOS DE LA ENERGIA	COMBINACION DE LAS FUENTES DE ENERGIA CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES	I.T.F.F.M.V.A	B.C.C.B	MEDIO	SEMI-INTEN SIVO	BARATO-CA	INTERMEDIO

USO DE LA TIERRA: Agricultura bajo riego (I); Agricultura de temporal (T); pastizal (P); forestal (F)

Materia (M); Ulas de comunicacion (U); Asentamiento humano(A).

OBJETOS DE LA TECNOLOGIA: A) aumentar la productividad

B) detener la desertificacion

C) hacer reversible el proceso

**5. POSIBILIDADES DE LLEVAR A CABO EN EL MUNICIPIO DE LAFRAGUA, PUE. LAS
PRACTICAS DE MANEJO DE LOS SUELOS, SUGERIDAS DE ACUERDO A LOS FACTO-
RES LIMITANTES**

De las prácticas sugeridas anteriormente, las que tienen mayor posibilidad de ser llevadas a cabo en los terrenos del municipio, son, las que necesitan poca inversión, debido a que según el Censo de Población de 1990, de la población económicamente activa que llegaba a 3 235, la mayor parte declaró percepciones menores a dos salarios mínimos (el 90% de la PEA) y solo 175 habitantes declararon ingresos superiores a esa cantidad.

Las unidades de producción rurales censadas en 1991, sugieren el predominio de la pequeña propiedad, debido a que se registraron 2 220 unidades de producción con menos de 5 ha. cada una, sumando entre todas ellas una superficie de 4 867.113 has. si estos propietarios son los que tienen bajos ingresos, entonces no pueden enfrentar grandes inversiones para las prácticas de conservación de suelos.

Para el mismo censo agrícola de 1991, se manifestaron 645 unidades de producción rural, que tenían más de 5 has. cada una, sumando un total de 8 642.213 has y que significaban, casi el doble de la superficie de las unidades menores a cinco hectáreas.

Las unidades de producción de mayor extensión, tienen más posibilidades de invertir en prácticas de manejo de suelos más caras.

Además del aspecto económico, en la posibilidad de efectuar las prácticas sugeridas, la educación y/o la cultura tienen influencia. El analfabetismo en Lafragua se presenta en un 26.9% de las personas mayores de quince años, es decir, que en 1990 existían 1 759 analfabetas.

Sobre la edad de la población, se sabe que es joven, los habitantes menores de 15 años representaban el 52.9% de la población total en 1990. Por lo que sería bueno que en los programas de estudio de Educación Primaria y Secundaria a nivel local, se hiciera énfasis, en las prácticas de manejo de los suelos, de acuerdo a los factores limitantes en las actividades agropecuarias y silvícolas, sumando estos esfuerzos en la gente joven, con pláticas sobre estos temas a la población adulta, por lo que actuando en las dos generaciones, se podría lograr el cambio de uso del suelo para disminuir y en lo posible evitar la degradación de los suelos y con el objeto de mejorar las cosechas en un futuro cercano.

Para tener mejores éxitos, las prácticas que se sugieran a la población, deben contemplar la tecnología tradicional local, misma que en ocasiones, puede servir de base a las nuevas prácticas, todo esto encaminado a evitar conflictos por las necesidades básicas que necesita satisfacer en el momento el campesino. Así, por ejemplo, se debe tomar en cuenta las rotaciones de cultivos que ya se realizan en Lafragua de maíz-frijol-haba, por lo que solo resta hacer mejoras en la división del terreno en parcelas más efectivas y considerar la introducción de otros cultivos en la rotación, que tomarán en cuenta las condiciones de clima-suelo-agua y necesidades del propietario.

Semejante situación guardan las prácticas menos costosas y que incluso, puede efectuar el propio campesino a falta de asesoramiento especializado, pero que requiere la consulta de sencillos libros y algún que otro manual más complicado, por ejemplo: Suelos, mejoramiento y conservación, del Instituto Nacional para la Educación de los Adultos (1987) y los manuales de Conservación de Suelos y Agua del Colegio de Postgraduados (1991). Estas publicaciones citadas y otras que existen similares, deberían estar en las bibliotecas públicas de las localidades del Municipio de Lafragua.

Las prácticas que se pueden efectuar en forma sencilla y que ayudan bastante en el control de la erosión en suelos con pendiente son: cultivos de cobertura (cultivos tupidos), surcado en contorno, rotación de cultivos, asociación de cultivos, siembra de leguminosas, abonos verdes, composta y estiércol.

Otras prácticas más costosas y que necesitan asesoramiento profesional, pero aún al alcance de los campesinos son: aplicación de fertilizantes, implantación de cortinas rompevientos, cultivos en fajas, nivelación de tierras, surcado Lister, establecimientos de potreros, huertos en contorno y reforestación en general.

Más especiales, tanto por su costo como por la necesidad de asesoramiento profesional, son las siguientes prácticas: construcción de terrazas de diferentes tipos, canales de desvío y represas para control de cárcavas y escurrimientos.

**6. PRINCIPALES PROCESOS DE DESERTIFICACION EN LAFRAGUA, PUE., QUE DEBE
CONTEMPLAR UN PROGRAMA DE PRACTICAS DE MANEJO DE SUELOS, DE ACUERDO
A LOS FACTORES LIMITANTES**

Los especialistas en conservación de suelos (C.P. 1991) aconsejan, que antes de llevarse a cabo algún programa de conservación de suelos, es necesario evaluar el estado actual, el riesgo y velocidad de los procesos de desertificación.

Al realizar lo anterior, en el municipio de Lafragua, se encontró, que el proceso más acentuado en sus suelos, es la erosión hídrica, debido a los factores climáticos, topográficos y de actividades agropecuarias presentes.

Los cálculos efectuados con respecto al riesgo y velocidad de erosión, ubican a este proceso entre los rangos de moderado a severo, determinado principalmente por la pendiente y la cubierta vegetal de los predios estudiados.

Los resultados muestran que a mayor pendiente, mayor cantidad de suelo perdido por erosión y que a mayor cubierta vegetal, disminuye la cantidad de suelo perdido.

En base a las ideas anteriores y otros elementos incluidos en los índices y procesos de desertificación se presenta un plan de prácticas de manejo de suelos de acuerdo a los factores limitantes.

El siguiente programa, sugiere lineamientos generales para todo el municipio, con varios ejemplos particulares, para ilustrar algunas prácticas. Pudiendo detallarse más el programa si se organizara por microcuencas, valles o a nivel finca, lo que obligaría a revisar y afinar más los parámetros y detalles involucrados en el deterioro de los recursos naturales.

Las prácticas que se mencionan a continuación, tienen como propósito principal, el cambio de uso de suelo. En decir reintegrar y reforzar la cubierta vegetal de los suelos forestales.

El cambio de uso de suelo que se propone, es en forma paulatina, tomando en cuenta los bajos ingresos económicos de la mayoría de la población y dividiendo al municipio en tres área o zonas.

1o. Zona

Aprovechamiento óptimo de los suelos más apropiados para la agricultura, que corresponden a las tierras de las clases tres y cuatro y en menor proporción la clase cinco.

Para lograr un mayor rendimiento y al mismo tiempo darle protección a los suelos de los procesos erosivos, las medidas a considerar son las marcadas para estas clases en el cuadro 17.

Debido a que no son terrenos de primera clase, por su pendiente superior a tres por ciento, las prácticas sugeridas se deben aplicar en forma

combinada, ejemplo: cultivos en contorno-en fajas-rotaciones y si la economía de los propietarios lo permite, agregar sistemas de terrazas.

Otras prácticas posibles de aplicar son: cultivos de cobertura, asociación de cultivos, siembra de leguminosas, aplicación de abonos verdes, composta y estiércol. Si aún con estas prácticas, el rendimiento es bajo, buscar fertilizantes apropiados a estos terrenos.

El área que cubren los suelos de clases: tres, cuatro y cinco, es aproximadamente de 60 km². de estos, 40 están dedicados a labores agrícolas y es en ellos donde se deben llevar a cabo las prácticas mencionadas. Para el resto (20 km²) si están cubiertos de vegetación natural, se debe favorecer la regeneración de la vegetación nativa, o implantar pastizales, con el objetivo de que sean útiles a la ganadería.

2o. Zona

Recuperación de la cubierta vegetal en los suelos de vocación forestal que la han perdido total o parcialmente y que corresponden a los terrenos de las clases cinco, seis y siete.

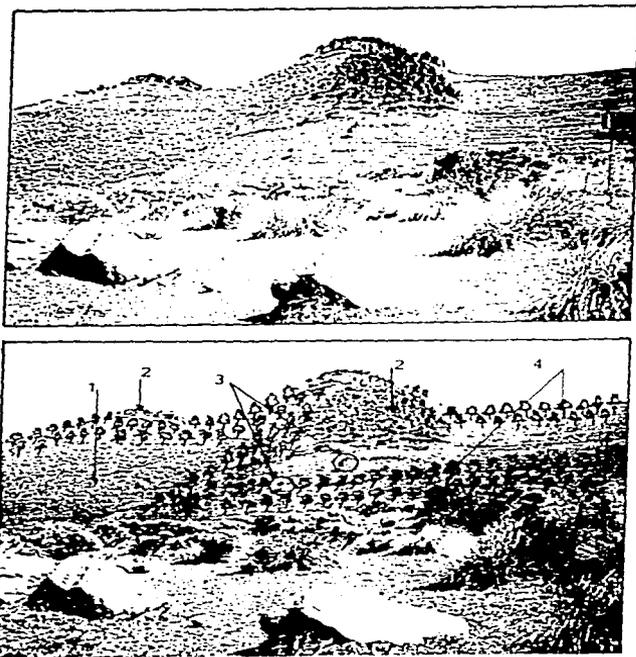
Para lograr la recuperación de la cubierta vegetal, es necesario reforestar, implantar pastizales con surcado Lister y tratar de regenerar la vegetación nativa, para ello es necesario controlar el pastoreo y los incendios forestales.

En los casos de terrenos en esta zona, que estén abiertos a labores agrícolas, es necesario que los propietarios acepten la idea de cambiar el uso de la tierra, por medio de que se den cuenta de lo poco productivos y la posibilidad de incrementar sus ganancias al explotar de manera combinada sus tierras. En un principio sería de agrícola a agrícola-ganadera, para finalizar en ganadera-frutícola-silvícola.

El cambio paulatino se efectuaría de manera que, realizando reforestaciones con árboles nativos y frutícolas, en la parte alta y baja del predio, año con año, se reduzca la parte roturada y llegado el tiempo en que los árboles frutícolas produzcan y otros árboles suministren elementos maderables, sea el momento para ya no cultivar los terrenos, a menos de que sea suelos apropiados para esta actividad, que los puede haber pero en superficies reducidas y en ellos mientras no se ponga en peligro la existencia del suelo se puede seguir roturando; en otras partes se sembrarán pastos o cultivos forrajeros para completar la explotación combinada. Si en la periferia de la zona o finca existiera vegetación nativa la regeneración de la cubierta se facilitaría.

En la figura 48 se muestra un ejemplo, de terreno de clase seis, en el cual se pueden efectuar las prácticas señaladas. Incluso en la figura 49 se muestra la misma fotografía años después y la comparación minuciosa detalla algunas zonas con mayor vegetación, lamentablemente, también hay una zona de fuerte pendiente que tenía vegetación secundaria y que fue removida, para cultivar en ese terreno.

Figura 48



Arriba se muestra el cerro Yolotepec, localizado al este de Tlanalapan. Tiene vestigios de bosques en su cima, en la parte izquierda hay suelos sin vegetación, luego terrenos con vegetación secundaria arbustiva, en estos dos casos se trata de suelos abiertos a la agricultura y luego abandonados, por último a la derecha se encuentran suelos roturados que actualmente se trabajan en pendientes muy pronunciadas.

Abajo se muestra el mismo lugar, pero, se ejemplifica una solución para impedir la erosión de estos suelos: REFORESTACION TOTAL DEL CERRO, facilitándose la misma, al existir ejemplares del antiguo bosque.

1 vegetación secundaria arbustiva, 2 pequeños bosques, 3 árboles aislados, 4 reforestación.



FIG. 49 Fotografía del cerro Volcadero. Con cinco años de diferencia que la presentada en la página anterior. En esta nueva se observa la remoción de que fue objeto la vegetación arbustiva secundaria en la parte alta y a la izquierda del grupo principal de árboles.



FIG. 50 La conservación y mejoramiento de los recursos silvícolas se vuelve doblemente necesaria. Primero, porque la población necesita productos maderables y segundo, por la urgente necesidad de proteger los suelos de vocación forestal.

En la figura 36 se observa un predio en medio del bosque, en la Barranca Toluca, también pertenece a la clase seis, pero este puede recuperar fácilmente su vegetación, puesto que está rodeado por el bosque, los requisitos serían, no roturarlo, protegerlo del pastoreo y de incendios, como la recuperación natural sin la intervención del hombre sería más lenta, un programa de reforestación ayudaría a restablecer el bosque.

3o. Zona

Debido a que algunas zonas del municipio, presentan problemas de cárcavas es necesario su control. Los siguientes ejemplos se localizan en terrenos de clase seis.

Primer caso, cárcava localizada en un terreno roturado, al norte de Pochitos (fig. 39), tiene un tamaño considerable, imposible de borrar con los implementos agrícolas, por lo que se labora sobre la misma tomando su forma. Para su control, se hace necesario construir un muro (fig. 45) ,previo estudio de escurrimiento, tanto para calcular las características de la barda, como del canal de desvío de la corriente que originó la cárcava.

Segundo caso, ubicado en el cerro que se encuentra al suroeste de Saltillo (fig. 44) y se trata de un sistema de más de veinte cárcavas, alineadas a pocos metros una de otra, casi paralelas, con dirección este-este. Para su control se necesita un estudio de las causas que las originan y una primera acción consistiría en cercar el área para protegerla

del pastoreo y de la explotación de productos del bosque; también se debe procurar el arraigo de una vegetación densa del mismo cerro o alrededores.

Por último, el tercer ejemplo señala una cárcava bastante grande, ubicada cerca de la carretera Guadalupe Victoria-Tlanalapan, en el kilómetro dos (fig. 51), a los lados se observan predios cultivados de maíz, y en la fotografía se puede ver, una de las líneas de avance lateral, sobre el terreno cultivado. Para detener dicho proceso, se recomienda establecer una franja de vegetación densa, a lo largo de la línea de avance, reforzada con reforestación de árboles nativos, el agregar nopales y magueyes ayudaría también. En esta zona se pueden plantar tanto pinos como nopales, esto es posible debido a que es una zona de transición vegetal y climática. En la fotografía se observan numerosos pinos, pero también están presentes elementos del matorral desértico xerófito.

Debido a las pendientes fuertes, estos terrenos deberían reforestarse, pero si el cultivar productos de ciclo anual es una urgencia, entonces, es necesario llevar a cabo prácticas, como rotaciones, cultivos en fajas y establecer sistemas de terrazas y obras que controlen el avance de cárcavas como la señalada.

Figura 51

Agricultura en suelos de fuerte pendiente. En primer plano cultivo de maíz, a continuación una gigantesca cárcava. El suelo se labora junto a la línea de avance lateral de la cárcava, sin importar las consecuencias futuras.



Posible alternativa para detener el avance de la cárcava sobre el terreno roturado: sembrar una franja de cultivo denso y en medio del mismo plantar árboles o arbustos.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Lafragua es uno de los 217 municipios que conforman el Estado de Puebla, tiene 152 km² y en 1990 vivían en él, 12 365 habitantes (81.3 h/km²). Su situación geográfica resulta estratégica con respecto a la comunicación por carretera, ya que la cercanía de la México-Veracruz lo pone en contacto con importantes ciudades del centro del país.

Físicamente el municipio es cien por ciento montañoso, ubicado en el centro-oeste de la sierra Perote-Orizaba, de formación geológica reciente, por los procesos magmáticos del Terciario Superior y Cuaternario, por lo que predominan las rocas ígneas extrusivas, tanto en la sierra como en Lafragua. Los climas existentes son: semifrío subhúmedo, templado subhúmedo y semiseco templado; no tiene ríos permanentes, pero hidrológicamente pertenece a la cuenca cerrada de Oriental. Los suelos predominantes son los andosoles érticos y húmicos y con menor presencia los regosoles, estos suelos sustentan vegetación variada como: matorral desértico rose-tófilo, encinos, bosques de pinos y oyameles y pastizal inducido.

Los indicadores de desertificación presentes en los ecosistemas del municipio, apuntan hacia la presencia de este fenómeno en distintas magnitudes, determinadas principalmente, por la clase de uso del suelo y vegetación, elementos del clima y del grado de inclinación de los terrenos, mismos que se conjugan para hacer evidentes los procesos degradatorios como: deterioro de la cubierta vegetal, erosión hídrica y eólica, así como la expansión de asentamientos humanos.

Los suelos del municipio de Lafragua, son predominantemente de vocación forestal, debido a que tres cuartas partes de sus suelos, están catalogados en las clases cinco, seis, siete y ocho, de acuerdo a su uso potencial.

La degradación de la cubierta vegetal, se manifiesta por la escasa presencia de vegetación natural, que cubre solo un treinta por ciento de la superficie municipal y de ésta, una tercera parte tiene grado de perturbación superior a 40%, otra tercera parte su grado es entre 21 y 40% y la última parte, su perturbación es menor a 21%. Las causas de la destrucción de la vegetación son: desmontes con fines agrícolas, pastoreo extensivo de ovejas y cabras, incendios forestales, extracción de madera para uso local, uso tradicional de leña y carbón para cocinar, además de la explotación de otros elementos, como la resina, el barbasco, el aceite. No se tienen referencias recientes y los bosques no se renuevan, por la falta de protección a los árboles pequeños, por lo que el deterioro de la cubierta vegetal continúa.

Después del proceso de destrucción de la vegetación, la erosión hídrica es el proceso más grave y evidente que le sigue, como consecuencia de la falta de protección vegetal de los terrenos ante la lluvia, más aún si son suelos con inclinación, factor determinante en Lafragua, por su relieve montañoso.

Según la capacidad de uso de los suelos, son aptos para actividades agrícolas, los que se clasifican como tierras de primera, segunda, tercera y

cuarta clase. En Lafragua están ausentes las dos primeras, mientras que los terrenos de tercera y cuarta, ocupan 25.85 km², es decir apenas una sexta parte del área municipal.

Debido a la escases de suelos agrícolas, la población practica la agricultura, en este caso de temporal, en suelos de vocación forestal, esta situación abarca 47 km² en terrenos que tienen pendientes superiores a trece por ciento.

El riesgo de erosión hídrica es amplia en todos los suelos forestales de Lafragua, determinado por las fuertes pendientes que predominan. Este riesgo se ubica desde 264 hasta más de 1500 ton/ha/año. Mientras que la velocidad de erosión se encuentra entre los 29 y más de 176 ton/ha/año, considerada entre moderada y severa.

Es en los suelos de vocación forestal dedicados a labores agrícolas, donde predominan las velocidades de erosión más altas. Por ejemplo los predios uno y dos, localizados al oeste del cerro la Cumbre, con igual pendiente de 20%, el que ostenta vegetación boscosa, presenta una velocidad de erosión de 29.3, mientras que el utilizado en agricultura alcanza 45.9 ton/ha/año. Esta diferencia, se acentúa, conforme aumenta la pendiente, así para los predios diez y once ubicados en la ladera norte de la barranca Toluca, con igual pendiente de 40%, el que tiene vegetación de bosque, registra una velocidad de erosión de 50.4 y el que se encuentra roturado rebasa los 140.0 ton/ha/año, representando casi el triple, que la velocidad de erosión en el suelo con vegetación natural.

La erosión en surcos y cárcavas, tanto en terrenos con vegetación, como abiertos a la agricultura, es la manifestación más evidente de lo grave de este proceso en suelos lafraguenses.

En los casos de suelos forestales, que no rebasan el 25% de pendiente y que están dedicados a la agricultura, se les puede trabajar aplicando prácticas de conservación, de preferencia combinadas, como son: cultivos en fajas, en contorno, de cobertura, entre otras, con esto se puede lograr aproximar a velocidades de erosión máxima tolerable que es de 1.8 ton/ha/año.

En suelos con pendientes mayores a 25%, dedicados a cultivos de temporal, es difícil impedir las severas pérdidas de suelo, a menos que se tome alguna de las siguientes opciones, primera: construcción de sistemas de terrazas de banco y segunda: cambio del uso del suelo, de agrícola a silvícola-ganadero. Con la primera opción, las pendientes fuertes se suavizan, pero las obras resultan costosas. Mientras que con la segunda, que consiste en el cambio del uso del suelo, se lograría cubrir los terrenos con una capa vegetal permanente, no obstante los beneficios se notarían a largo plazo.

Dado el predominio de los suelos forestales en el municipio de Lafragua, lo más conveniente para conservar los recursos suelo, agua y vegetación, es mediante la utilización de los terrenos, de acuerdo a su vocación o uso potencial.

Debido a que el uso actual de la mayor parte de los suelos forestales en Lafragua se dedican a labores agrícolas, se recomienda el cambio paulatino de uso agrícola a uso predominantemente pecuario y silvícola.

De acuerdo al mapa de clasificación de suelos, lo más recomendable es, que las áreas con terrenos de clases siete y ocho, se mantengan con vegetación boscosa, y si en algún sitio careciera de ella, se reintegre mediante reforestaciones.

En los suelos de clase seis, que cubre casi la mitad del municipio, es necesario establecer un programa que tenga por objetivo principal, establecer una capa vegetal permanente y debido a que gran parte se dedican a labores agrícolas, el programa debe prever el cambio paulatino del uso del suelo, por medio de la introducción de paños o desarrollo de la vegetación nativa, adecuada para establecer praderas, cuidando la vegetación boscosa y aún reforestando o estableciendo huertos, de tal modo que la superficie roturada, sea mínima y en terrenos donde no se ponga en peligro la conservación del suelo.

En los suelos de clase cinco, pese a que también se consideran de aptitud forestal, se pueden utilizar en actividades agrícolas, pero junto con prácticas de conservación, que mantengan su fertilidad y rendimiento.

Para los terrenos de clases tres y cuatro, que son considerados adecuados para cultivos de ciclo anual, más no los óptimos, se les debe trabajar con las prácticas de conservación, que garanticen año con año un

rendimiento sostenido.

En los terrenos que presentan cárcavas, se les debe considerar de inmediato en programas de control de cárcavas y escorrentías, bajo el asesoramiento de especialistas en este ramo de las instituciones responsables.

BIBLIOGRAFIA

- CERVANTES, Ramírez Marta C. 1987. Análisis geográfico de los recursos vegetales y faunísticos de México. Tesis. UNAM.
- CONAZA. 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México (PACD-MEXICO). Comisión Nacional de Zonas Áridas. Secretaría de Desarrollo Social.
- COPLAMAR. 1982. Geografía de la marginación. Necesidades esenciales en México. Situación actual y perspectivas al año 2000. México, COPLAMAR-SIGLO XXI. Col. Economía y demografía.
- C.P. 1991. Manual de conservación del suelo y del agua. 3ed. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- DETENAL. 1979. Descripción de la leyenda de la carta edafológica. SPP. México.
- ESTRADA, Berg Juan. 1995. Apuntes de manejo de suelos. Práctica No. 1. Cálculo de la erosión hídrica. Departamento de Suelos. UACH. México.
- FERNANDEZ, R. G. 1987. El Pico de Orizaba. En: México Desconocido. Jilguero, México. No. 110. Feb.
- FUENTES, Aguilar Luis. 1972. Regiones naturales del Estado de Puebla. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- GARCIA, E., VIDAL, R. y otros. 1975. Precipitación y probabilidad de lluvia en la República Mexicana y su evaluación. Puebla-Tlaxcala. Instituto de Geografía. UNAM. CETENAL. México.
- GUTIERREZ, Palacios Alfonso. 1977. Texto guía forestal. Para la enseñanza popular de los principios de conservación forestal. 3ed. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Departamento de Divulgación. México.
- INEA. 1987. Suelos, mejoramiento y conservación. Redacción e información: Gabriela Guzmán. Instituto Nacional para la Educación de los Adultos. México.
- INEGI. 1980. X Censo general de población y vivienda. Estado de Puebla. SPP. INEGI. DGGE. México. Vols. I y II del tomo 21.

- INEGI. 1987. Síntesis geográfica, nomenclatura y anexo cartográfico del Estado de Puebla. México.
- INEGI. 1990. XI Censo general de población y vivienda. Estado de Puebla. México.
- INEGI. 1991. VII Censo ejidal. Estado de Puebla. México.
- INEGI. 1985. Anuario estadístico del Estado de Puebla. México.
- INEGI. 1992. Anuario estadístico del Estado de Puebla. México.
- MEDELLIN, Leal Fernando. Copilador. 1974. Desertificación en México. Varios autores. Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- ORTIZ, Solorio Ma. de la Luz M. y Estrada, Berg Wolf Juan W. 1993. Evaluación y cartografía de la erosión eólica de la República Mexicana. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Montecillos, Méx.
- OWEN, Oliver S. 1977. Conservación de recursos naturales. Tr. Ambrosio González Cortés. Pax-México.
- Periódico Uno Más Uno, 22 de agosto de 1983.
- Periódico Uno Más Uno, 7 de octubre de 1985.
- Periódico El Día, 5 de julio de 1986.
- Periódico El Universal, 3 de octubre de 1986.
- Periódico Uno Más Uno, 14 de agosto de 1987.
- REY, Contreras Jaime A. S/F. Ley de conservación del suelo y agua. Departamento de Suelo. UACH. México.
- RUSSELL, E., Hohn y RUSSELL E. Walter. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. 4ed. Tr. Gaspar González y González. Madrid, España. Col. Ciencia y Técnica.
- RZEDOWSKI, Jerzy. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México.
- RZEDOWSKI, Jerzy y Equihua Miguel. 1987. Atlas cultural de México. Flora. SEP-INAH-Planeta. México.
- SARH. 1978. Inventario Forestal del Estado de Puebla. No. 44. SARH. México.
- SARH-UACH. 1982. Inventario de áreas erosionadas. Rangos de pendientes y

unidades del suelo, Estado de Puebla. Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. SARH-UACH. México.

- SARH-C.P. 1991. Manual de predicción de pérdida de suelo por erosión. Colegio de Postgraduados. Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas.
- SARH-C.P. 1992. Estudio de niveles de erosión actual y permisible de la zona agrícola del Distrito de Desarrollo Rural. Libres, Puebla. SARH. Delegación Estatal, Puebla. Colegio de Postgraduados. Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. Salinas S. L. P.
- Secretaría de Industria y Comercio. 1970. V Censo agrícola ganadero y ejidal. Estado de Puebla. Dirección General de Estadística. México.
- Secretaría de Industria y Comercio. 1970. IX Censo general de población. Estado de Puebla. Dirección General de Estadística. México. V. III. Puebla-Zacatecas.
- SILVA, M. Carlos. 1976. Unidades del Suelo. CECSA. México.
- TURK, L. M. y FOTH, H. D. 1979. Fundamentos de la ciencia del suelo. Tr. Juan Nava Díaz. CECSA. México.
- USDA. 1973. Manual de conservación de suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Secretaría de Estado. Servicio de Lenguas Extranjeras. Washington, D. C. México, LIMUSA.
- VIVO, Escoto Jorge A. 1983. La conquista de nuestro suelo. Estudio sobre los recursos naturales de México. Colegio de Geografía, FFyL UNAM. México.
- VASQUEZ, Torre G. Ecología y educación ambiental. Harla, México.
- VOGET, William. 1965. Los recursos naturales de México (continentales renovables). Su pasado, presente y futuro. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. México.

CARTOGRAFIA

- CETENAL. 1970. Carta de climas. Esc. 1:500 000. Hoja: Veracruz 14Q-VII. México.
- CETENAL. 1975. Fotografías aéreas. Zona 18 A. Esc. 1:50 000. Ago. 1975. R-101. L-3. Fotografías: 15, 16, 17 y 18.
- CGSNEGI. 1982. Carta topográfica. Esc. 1:250 000. SPP. DGTH. México. Hoja: Veracruz E 14-3.
- DGCTN. 1981. Carta del marco geocentrodístico. Esc. 1:1 000 000. SPP. México. Hoja: Centro.
- DGCTN. 1985. Carta topográfica. Esc. 1:250 000. Hojas: E14-3 y E14-6.
- INEGI. 1983. Carta topográfica. Esc. 1:50 000. SPP. DGG. México. Hojas:
- | | |
|----------------------|-----------|
| Guadalupe Victoria | E 14 B 35 |
| Xico | E 14 B 36 |
| San Salvador el Seco | E 14 H 45 |
| Coscomatepec | E 14 B 46 |
- INEGI. 1984. Carta edafológica. Esc. 1:250 000. SPP. DGG. México. Hoja: E 14-3
- INEGI. 1984. Carta de efectos climáticos. Esc. 1:250 000. SPP. DGG. México. Hoja E 14-3.
- INEGI. 1984. Carta geológica. Esc. 1:250 000. SPP. DGG. México. Hoja: E 14-3.
- INEGI. 1984. Carta del uso del suelo y vegetación. Esc. 1:250 000. SPP. DGG. México. Hoja: Veracruz E 14-3.
- INEGI. 1987. Anexo cartográfico. Síntesis geográfica, nomenclator y anexo cartográfico del Estado de Puebla. México.
- INEGI. 1988. Atlas Nacional del medio físico. México.
- SAG. 1975. Carta forestal de la República Mexicana. Estados de Puebla y Veracruz. Esc. 1:100 000. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Dirección General del Instituto Nacional Forestal. Inventario Forestal. Mayo 1975.
- SARH-UACH. 1980. Plano de erosión. Estado de Puebla. Esc. 1:250 000. Subsecretaría de Agricultura y Operación. Dirección General de Conservación de Suelos y Agua. Estudio Interdisciplinario para el Desarrollo S. C. Según contrato núm. DC/PUE/38/80. Dic.
- SARH. 1982. Frontera agrícola y capacidad de uso del suelo. Esc. 1:250 000. SARH. Dirección General de Agricultura. Departamento de Cartografía Sinóptica. México.

ANEXO I

EQUIVALENCIA APROXIMADA DE PENDIENTES ENTRE
GRADOS Y PORCENTAJE

GRADOS	PORCENTAJE	GRADOS	PORCENTAJE
1	2	24	53
2	4	25	56
3	7	26	58
4	9	27	60
5	11	28	62
6	13	29	64
7	16	30	67
8	18	31	69
9	20	32	71
10	22	33	73
11	24	34	76
12	27	35	78
13	29	36	80
14	31	37	82
15	33	38	84
16	36	39	87
17	38	40	89
18	40	41	91
19	42	42	93
20	44	43	96
21	47	44	98
22	49	45	100
23	51		

* Cálculos realizados con apoyo de la brújula Brunton de bolsillo.

ANEXO II

CLASIFICACION DE RANGOS DE PENDIENTES.

1. PARA FINES GEOMORFOLOGICOS (ESCUELA EX-URSS)	
PLANICIE	A) < 0° 30'
	B) 0° 30' -- 1° 30'
	C) 1° 30' -- 6°
	D) < 6°
MONTANA	E) > 6°
	F) 6° -- 20°
	G) 20° -- 45°
	H) > 45°

2. PARA FINES AGRICOLAS (SEGUN PRESENCIA DE EROSION)

APTOS PARA LA AGRICULTURA	A) < 1° 30'	EROSION AUSENTE
	B) 1° 30' -- 3°	EROSION DEBIL
	C) 3° -- 6°	EROSION PRESENTE
NO APTOS PARA LA AGRICULTURA	D) 6° -- 12°	EROSION MEDIA O FUERTE
	E) 12° -- 20°	EROSION FUERTE
	F) 20° -- 25°	EROSION FUERTE PROCESOS GRAVITACIONALES
	G) 25° -- 45°	EROSION VIOLENTA PROCESOS GRAVITACIONALES

* FUENTE: Rangos de pendientes tomados de los apuntes de Geomorfología II, 1981. Profr. Mario Arturo Ortiz Pérez. Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

ANEXO III

"Se impondrá en 1987 el uso racional de los energéticos, advierte SEMIP"

Utilizan leña 22 millones de personas en toda la República, por lo que es imperativo evitar el despandio. A pesar de que en México, el petróleo es el energético de mayor consumo, en la actualidad alrededor de 22 millones de mexicanos utilizan leña para satisfacer sus necesidades energéticas, que tienen un equivalente a 75.4 billones de kilocalorías, reconoció el director de Política Energética de la SEMIP, Aarón Dychter Poltolarek.

EL UNIVERSAL. 9-nov.-86

ANEXO IV

ECUACION UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELO (EUPS) (SARH-C.P. 1991)

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo fue desarrollada por Wischmeier y Smith en 1965, en el Centro Nacional para Colecta de Datos de Escurrimiento y Erosión en la Universidad de Purdue (E.U.).

La ecuación cuantifica la erosión a través del producto de 6 factores que representan la erosividad de la lluvia y la escorrentía (R), la erosionabilidad del suelo (K), la inclinación de la pendiente (S), la longitud de la pendiente (L), las prácticas de manejo de cultivo (C) y las prácticas de conservación de suelos (P).

La EUPS se desarrolló como un método para predecir la pérdida de suelo anual promedio para erosión entre canalillos. Con los parámetros disponibles, se pueden diseñar alternativas de manejo y de cultivos para una región dada. Según Wischmeier (1976) citado por SARH-CP (1991), la EUPS puede usarse para los siguientes fines:

1. Predecir pérdida anual del suelo promedio de un terreno con pendiente bajo un uso específico del suelo.
2. Seleccionar sistemas de manejo y cultivos y prácticas de conservación para pendientes y suelos específicos.
3. Predecir los cambios en pérdida de suelo que ocurriría al darse un cambio en prácticas de cultivo o conservación para un terreno dado.
4. Determinar cómo se puede aplicar o modificar prácticas de conservación para que se tenga un uso más intensivo del terreno.
5. Estimar las pérdidas de suelo para terrenos diferentes a los agrícolas.
6. Dar estimaciones de pérdida de suelo a los conservacionistas, para determinar necesidades de conservación.

ANEXO V

MANEJO DE SUELOS

Juan Estrada Berg

Práctica No. 1 CALCULO DE LA EROSION HIDRICA

Se entiende por erosión hídrica el desprendimiento y acarreo de partículas de suelo por el agua, esta erosión se manifiesta en el terreno como surcos o ranjones llamados cárcavas cuando su profundidad excede los 50 centímetros, o por una pérdida casi pareja del suelo superficial en todo el terreno a la que se llama erosión laminar, pero la principal erosión que ocurre es la ocasionada por las gotas de lluvia la que se conoce como erosión por salpicamiento.

Una manera de calcular la cantidad de suelo perdido en un año o la máxima cantidad que ese suelo puede perder por erosión hídrica al año, es aplicando la ecuación universal de pérdidas de suelo desarrollada por Wischmeier y Smith, la que ha sido modificada y adaptada a cada país y/o región del mundo según la información disponible y entender de cada investigador y dependencia.

Para esta práctica se usará la metodología publicada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América en su Manual No. 537 en 1978.

La ecuación usada es: $A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$

Donde: A = Suelo perdido en toneladas por hectárea por año

R = Índice de erosividad de la lluvia

K = Índice de erodabilidad del suelo

LS = Factor topográfico

C = Factor de cobertura y manejo

P = Factor de prácticas de conservación

INDICE DE EROSIDIDAD. Es un estimador de la energía cinética de la lluvia que se da durante todo el año en un terreno. Una manera sencilla de calcularlo es:

- Para la región del Golfo de México $R = 4.2P$
- Para el resto del país $R = 2.5P$

Donde P es la precipitación media anual expresada en centímetros.

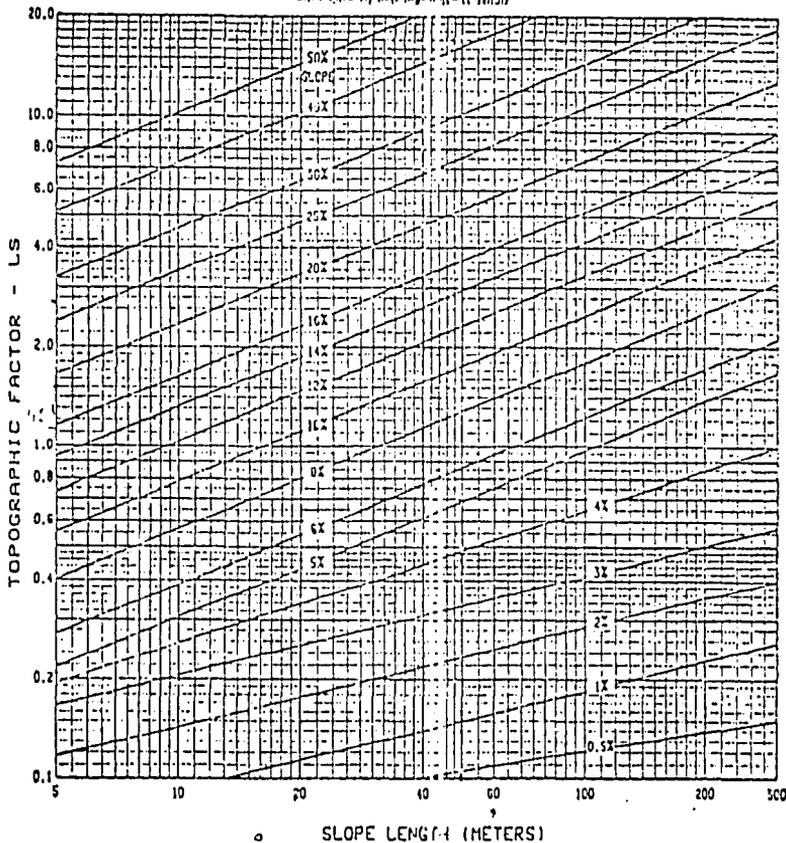
INDICE DE ERODABILIDAD. Es la susceptibilidad que tiene el suelo de ser erosionado. Y se calcula de una manera sencilla mediante el nomograma que se adjunta, el cual se basa en la ecuación de Wischmeier y Mansering, para emplear el nomograma se tiene que conocer la textura del suelo (Porcentaje de limos, arenas muy finas y arenas gruesas), el porcentaje de materia orgánica del suelo, la estructura del suelo y la permeabilidad.

FACTOR TOPOGRAFICO. La cantidad de erosión del suelo ocasionada por el agua se afecta significativamente por la longitud y grado de la pendiente de los terrenos, este factor se calcula mediante el uso de la figura que se anexa, donde se debe conocer el valor de la pendiente en porcentaje y la longitud de la pendiente de la parcela.

FACTOR COBERTURA Y MANEJO. La cobertura vegetal tanto viva como muerta sobre el terreno tiene la facultad de amortiguar el impacto de la gota de lluvia y de esta manera disipar la energía cinética de impacto de la lluvia sobre el suelo. En el cuadro # que se anexa se indica una manera práctica y rápida de asignar el valor del factor "C" a una parcela.

FACTOR PRACTICAS DE CONSERVACION. Cuando un terreno es pro-

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURE HANDBOOK NUMBER 537



Cuadro 5. Valores de C para vegetación permanente, pastizales y terrenos sin uso agropecuario y forestal.^a

Tipo de Vegetación	Altura efectiva ^b (m)	Porcentaje de cobertura ^c	Residuos o Vegetación en la superficie del suelo						
			Porcentaje de cobertura de la superficie						
			0	20	40	60	80	95-100	
Sin vegetación			P	.15	.20	.17	.012	.012	.003
			H	.15	.21	.15	.031	.013	.011
Herbáceas Grandes o arbustos chicos	0.5	25	P	.36	.17	.09	.038	.013	.003
			H	.36	.20	.13	.083	.011	.011
		50	P	.28	.13	.07	.035	.012	.003
			H	.26	.16	.11	.076	.039	.011
		75	P	.17	.13	.06	.032	.011	.003
			H						
Arbustos o Matorrales	2.0	25	P	.19	.18	.09	.010	.013	.003
			H	.19	.27	.11	.087	.012	.011
		50	P	.31	.16	.085	.038	.012	.003
			H	.31	.19	.13	.082	.011	.011
		75	P	.28	.11	.08	.036	.012	.003
			H	.28	.17	.12	.078	.010	.011
Arboles	1.0	25	P	.12	.19	.10	.011	.013	.003
			H	.12	.23	.11	.089	.012	.011
		50	P	.39	.18	.09	.010	.013	.003
			H	.39	.21	.11	.087	.012	.011
		75	P	.36	.17	.09	.039	.013	.003
			H	.36	.20	.13	.081	.011	.011

^a todos los valores asumen una distribución al azar de los residuos y la vegetación, y una profundidad significativa de los residuos.

^b Altura promedio de caída de las gotas del follaje aereo.

^c Porcentaje total de superficie que sería oculta por el follaje en una proyección vertical.

P - Cobertura superficial de pastos ó mantillo, H - Cobertura superficial de Herbáceas ó residuos no irrorados.

tegrado con obras de conservación del suelo, esta protección tiene un valor, estos valores se calcularon en base a evaluación en lotes de escurrimiento, y significan el porcentaje de erosión que se espera ocurra al hacer esta obra, estos valores varían conforme la pendiente original del terreno.

Valores del factor "P"

Pendiente (%)	Obras al Contorno	Cultivos en Fajas	Terrazas
1 a 2	0.60	0.30	0.12
3 a 8	0.50	0.25	0.10
9 a 12	0.60	0.30	0.12
13 a 16	0.70	0.35	0.14
17 a 20	0.80	0.40	0.16
21 a 25	0.90	0.45	0.18

ANEXO VI

CAMPAÑAS DE REFORESTACION EN LA SIERRA PEROTE ORIZABA

"VERACRUZ

Campaña de reforestación en el cofre de Perote. Jalapa. El gobierno del estado y la Dirección de Asuntos Ecológicos sembraron 2 millones 400 mil arbolitos en el Cofre de Perote, sobre una superficie de 980 hectáreas, afirmó el delegado de la SARH en la entidad, Marco Antonio Carbajal. Añadió que para lo anterior se hizo una inversión de 17 millones de pesos, con lo que se superó la meta del presente año en 23 por ciento, gracias al apoyo de 22 grupos cívicos forestales y ejidales de la región". (UNO MAS UNO, 7 de octubre de 1985).

LA REFORESTACION DEL COFRE DE PEROTE

La próxima semana se empezarán a sembrar 11 millones 92 mil arbolitos de diferentes especies de pino del vivero forestal Oxtlapa, con los que se reforestarán 3 mil quinientas hectáreas de 37 ejidos de la zona del Cofre de Perote.

El proyecto Vivero Forestal Oxtlapa nace como una respuesta tanto del Gobierno del Estado como del Federal, encaminada a resolver la problemática que en materia de degradación de recursos naturales agua, suelo y vegetación presentó la región del Cofre de Perote como resultado del abandono de que fué objeto en el pasado.

El programa está orientado a apoyar los sistemas hidrológico, alimentario y ecológico, el bienestar socioeconómico de los pobladores de la región, el suministro futuro, constante y suficiente de bienes maderables y la formación de una cultura forestal.

... Once millones de árboles de diversas variedades de pino, con las que en primer instancia se empezará a atender las necesidades de reforestación de la región del Cofre de Perote y a futuro, las regiones cercanas del Pico de Orizaba, tanto en su parte veracruzana como las de la poblana".
(EL DIA. 5 de julio de 1986., p. 7).

CLASIFICACION DE LAS TIERRAS (USDA. 1973)

Este anexo explica cómo se ha ideado la clasificación de capacidades agrológicas y expone los principios en que se fundamenta. Define las ocho clases de terrenos. Se proporciona de este modo un método para conocer las diferentes clases de terrenos y determinar su uso más adecuado.

NECESIDADES DE UN ESTUDIO. La conservación de los suelos requiere el uso de cada unidad de terreno conforme a sus necesidades y adaptación. Uno de los primeros pasos a tomar consiste en hacer un estudio físico de las tierras con el fin de obtener datos para la clasificación de capacidades agrológicas. Realizar ese estudio constituye una labor técnica de levantamiento de mapas en el propio terreno, ya que requiere conocimientos de los sistemas de clasificación y práctica en distinguir los distintos suelos, clase de pendiente y clase y grados de erosión. El paso siguiente es clasificar las tierras haciendo un amplio uso de los conocimientos adquiridos por los agricultores prácticos así como del obtenido por medio de experimentos. Una vez establecidas las clases se anotan en el mapa mediante símbolos o colores. El mapa está entonces listo para usarse en forma práctica en la preparación de un plan agronómico de explotación de la granja de acuerdo con las normas de conservación de suelos.

Para realizar un plan agronómico completo para una granja se necesitan dos grupos de datos. Uno consiste en el estudio de los terrenos, que para mayor conveniencia, se registra en un mapa. El otro comprende algunos informes sobre el aspecto económico de la agricultura, los cuales deben ser lo suficientemente explícitos tanto para el diseño de proyectos agrícolas, como para el agricultor. En tierras de pastoreo se requiere, para la explotación de una hacienda, un estudio de los recursos forrajeros que, constituye un tercer grupo de datos.

Para que el estudio sea útil al proyectar los planes de explotación, debe ofrecer una comparación fácil con el uso actual para señalar con claridad los reajustes que sean necesarios. Debe ser minucioso para que permita, cuando se necesite, el empleo de tratamientos por separado, terreno por terreno, o hectárea por hectárea, pero debe ser sencillo y fácil de interpretar. Para llenar estas necesidades fué que se desarrolló el método de la clasificación de capacidades agrológicas.

CLASIFICACION DE CAPACIDADES AGROLOGICAS. Las capacidades agrológicas es la adaptación que presentan las tierras a usos específicos. Las tierras de una granja se utilizan, ya sea para la producción de cultivos que requieren labranzas, o para alguna forma de vegetación permanente (generalmente pastos, otras plantas forrajeras, o árboles maderables) que exigen poca o ninguna labranza. Al proceder a la clasificación agrológica de los terrenos debe obtenerse, en primer término, respuesta a las siguientes preguntas: ¿Es apropiada esta tierra para la producción de cultivos? ¿Se puede cultivar sin correr los riesgos de la erosión del suelo? ¿Su utilización segura y permanente está limitada a la producción de vegetación

perenne? Algunas tierras, desde luego, son intermedias y pueden usarse sin mayores riesgos para cultivos ocasionales, tales como cereales cada pocos años, previos a la siembra de forrajeras de corte, o pueden, en climas semáridos, dedicarse pequeñas partes del área total a cultivos limitados tales como algunos forrajeros. Otras tierras son tan rocosas, escarpadas o estériles que no producen cantidades apreciables de vegetación útil.

Probablemente todo agricultor ha creído en su mente alguna clase de clasificación de la capacidad de sus tierras. Sabe que algunas de ellas son propias para cultivos cortados, mientras que otras son muy inclinadas, muy pedregosas, muy delgadas, o muy húmedas para labrarlas. Sabe además, que algunas de esas tierras que no son aptas para el cultivo se presentan perfectamente para pastoreos, y que todavía otras no más productivas si se las utiliza para montes maderables. En una forma general, él sabe estos hechos importantes, relacionados con sus tierras, aunque probablemente nunca hizo un mapa de su granja o ni siquiera ha expresado estas ideas en palabras.

La mayoría de los agricultores, sin embargo no ha llegado a comprender que los terrenos inclinados no pueden cultivarse adecuadamente con iguales métodos que los usados en terrenos llanos. Han arado el terreno en surcos rectos, en vez de alterar sus procedimientos de labranza para adaptarlos al terreno. Quedan así algunas hileras en el sentido de la pendiente, por lo que cada lluvia caída en partes no protegidas del terreno arrastra algo del suelo. Algunos agricultores al observar el agua turbia que corre por sus campos, han comprendido cuán valiosa e irremplazable es, en realidad, la fina capa superior de sus terrenos y han tomado medidas para evitar esta clase de desperdicio. Sin embargo, las pérdidas del suelo ocurren por lo general tan gradualmente que la mayoría de ellos no las perciben en su verdadera magnitud. Las costumbres del agricultor, al igual que cualesquiera otras, son difíciles de cambiar. Además, las recomendaciones precisas de prácticas destinadas a conservar el suelo no han estado generalmente al alcance de los agricultores. Por lo tanto, no entiende que en el pasado, al clasificar sus tierras para el uso, no hayan considerado con mucha frecuencia el significado de la erosión.

La naturaleza del suelo el grado de erosión, el declive y el clima influyen directamente sobre el uso y conservación de la tierra. Algunos de los factores del suelo son: textura, granulación, profundidad, cantidad de piedras, acidez, salinidad, y elementos de nutrición vegetal. El clima debe considerarse también, porque fija la clase de cultivos que pueden utilizarse y la densidad de su vegetación, que se constituyen en factores determinantes de la necesidad y posibilidad de detener la erosión.

Uno o varios de los factores mencionados pueden limitar el uso potencial de la tierra. El grado de erosión depende de diversas cualidades del terreno, cubierta vegetal, clima, e inclinación de las pendientes. En algunos suelos, la susceptibilidad de las pendientes a la erosión es el factor decisivo para determinar las clases de terreno apropiadas para un cultivo. En otros puede predominar la influencia conjunta de un alto

nivel de las aguas freáticas y una baja fertilidad. Así como una cadena no es más fuerte que su eslabón más débil, no podrá dependerse, para cultivos remuneradores, de terrenos productivos pero escarpados y erosionables, o de tierras llanas y fáciles de labrar, pero sumamente infértiles. Estos terrenos no son adecuados para el cultivo. Pueden serlo para vegetación permanente que puede ser usada para pastoreo y montes en regiones húmedas o sólo para pastoreo, donde no se dispone de suficiente humedad para el crecimiento de árboles.

A fin de preparar un mapa detallado de la capacidad productiva de las tierras, el perito en suelos inspecciona todas las tierras, llevando consigo una sonda o una pala con la que perfora el terreno con frecuencia para estudiar el suelo superficial y el subsuelo. Determina el grado de la pendiente con un pequeño nivel de mano, mirando hacia la parte alta o la parte baja de la ladera. Observa a su alrededor el completo aspecto del panorama. Hace bosquejos y anotaciones en su mapa y continúa su labor.

La próxima medida consiste en aprovechar los conocimientos acumulados por los agricultores del lugar. Un comité, integrado por agricultores, el agente agrícola de la región, maestros de agricultura, investigadores de estaciones experimentales y de servicios de divulgación agrícola, expertos en conservación de suelos, y otras personas que puedan contribuir con conocimientos técnicos o prácticos, debe realizar entonces un estudio de los datos físicos anotados en el mapa. Esta obra se ejecuta, en su mayor parte, en reuniones llevadas a cabo en la región que es objeto de los trabajos de clasificación, tomando en cuenta todas las informaciones publicadas o inéditas que puedan obtenerse de experiencias o demostraciones. En algunas ocasiones, el comité debe hacer viajes de inspección a ciertas granjas para estudiar los factores anotados en el mapa, a fin de que todas las personas interesadas tengan criterio uniforme de las condiciones físicas consideradas. Se desarrolla una clasificación del terreno que indique, mediante ocho clases o menos, la adaptación del suelo del distrito para cultivos y para otros usos.

El comité debe estudiar cada tipo de suelo, su fertilidad, su susceptibilidad a la erosión, su comportamiento en las diversas pendientes y sus cambios a medida que la erosión sea más severa. Cada combinación de tipos de pendientes y erosión, indicada en el mapa en cada tipo de suelo, debe estudiarse y asignarse finalmente a una de las ocho clasificaciones. Algunas diferencias de criterio surgen durante las discusiones en cuanto al uso que pueda hacerse de ciertos suelos, o pendientes, o grado de erosión, pero la clasificación progresará gradualmente de conformidad con la mejor información que se obtenga. Debe aprovecharse íntegramente la información acumulada en demostraciones experimentales y en trabajos de investigación. La experiencia de los agricultores es la mejor orientación a seguir. La información, una vez terminada, se compendia en una tabla similar a la tabla número 1.

La tabla núm. 1 contiene los nombres de los diversos tipos de suelos correspondiente a los diferentes grupos, y los símbolos que denotan las clases de pendientes y erosión. Es una presentación técnica, pero es la

TABLE 1.—Tipos de suelos, clases de pendientes,¹ y clases de erosión² que constituyen cada una de las clases de capacidad agrológicas de una región modelo.

Grupos de suelos	Pendiente y erosión que caracterizan la clase—				
	I	II	III	IV	V
1a. Suelos superficiales desarrasados de areniscos y pitarras.....	A-1, 2.....	A-3, 4, 5..... B-1, 2, 27, 3, 37.	B-35, 4, 47..... BB-1, 2, 27, 28, 3, 37, 38, 4, 47, #.	B-45, 5, 57, 6, 9..... C-1, 2, 27, 28, 3, 37, #.	BB-45, 5, 57, 58, 6, 9. C-35, 4, 47, 48, 5, 57, 58, 6, 9. Todas las pendientes D.
1b. Suelos pedregosos.....					Todas las clasificaciones.
2. Suelos profundos, bien drenados.....	A-1, 2.....	A-3..... B-1, 2, 27, 3, 37.	B-4, 47..... BB-1, 2, 27, 3, 37, 38, 4, 47.	BB-48..... C-1, 2, 3.	C-4, 47, 5. Todas las pendientes D.
3. Suelos rojizos mezclados.....	A-1, 2.....	A-3, 4..... B-1, 2, 3, 37.	B-35, 4, 47..... BB-1, 2, 3, 37.	B-48, 5..... BB-35, 4, 47, 48, 5, 57, 6, 9. C-1, 2, 3, 37, 38, 4, 47.	C-48, 5, 6, 9. Todas las pendientes D.
4 y 5. Suelos pobres o imperfectamente drenados en campos altos.....		A-1, 11, 2, 27, 28, 3..... B-1, 17, 2, 27, 3, 37, #.	A-4..... B-35, 4, 47. BB-1, 2, 27, 28, 3, 37, #.	B-48, 5..... BB-35, 4, 47. C-1, 2, 27, 3, 37.	BB-48, 5, 58, 6, 9. C-35, 4, 47, 48, 5, 57, 58, 6, 9. Todas las pendientes D.
6 y 7. Suelos en las terrazas o llanuras de aluvión:					
a. Bien drenados.....	A-1, 2, #.....	A-3..... B-1, 2, 3.	BB-1, 2, 3.....	BB-4..... C-3, 4.	Todas las pendientes D.
b. Pobremente drenados.....		A-1, 2, 3, 4, #..... B-1, 2, 27, 3, 37, 4.	BB-1, 2, 3, 37.....	BB-1..... C-3, 4.	D-4.
c. Mal drenados.....			A-1, 2, 27, 3, #..... B-1, 2, 3. BB-2, 3.	C-3.....	

¹ Símbolos para las pendientes: A, arenos de 3 por ciento; B, 5-12; BB, 12-25; C, 25-35; D, 35 o más.

² Símbolos para la erosión: 1, Erosión no manifiesta; 2, 27, #, muy poca; 28, 3, 37, moderada; 35, 4, 47, severa; 48, 5, 57, 58, 9, erosión muy severa; 6, derrumbes.

Única forma mediante la cual puede agruparse la información por métodos exactos. Después de preparada esta tabla, podrán redactarse nombres descriptivos más breves para los terrenos en los distintos grupos. La tabla indica, por ejemplo, que la clase I consiste únicamente de suelos casi llanos, bien drenados. La clase II se compone de dos clases de tierra más bien distintas: suelos suavemente inclinados, bien drenados, y suelos casi llanos de drenaje defectuoso, en los cuales el movimiento de las aguas es lento, debido a un subsuelo duro o plástico. La clase III se compone de suelos bien drenados, con bastante declive o erosionados y suelos pobremente drenados, que tienen leve declive y están ligera o moderadamente erosionados.

Las ocho clases de capacidades agrológicas no describen a continuación:

- Apropiadas para cultivar:
 - I. Sin métodos especiales.
 - II. Con métodos sencillos.
 - III. Con métodos intensivos.
- Apropiadas para cultivo ocasional o limitado:
 - IV. Con uso limitado y con métodos intensivos.
- No apropiadas para cultivo pero adecuadas para vegetación permanente:
 - V. Sin emplear restricciones o métodos especiales.
 - VI. Con restricciones moderadas.
 - VII. Con severas restricciones.
- No adecuadas para cultivo, pastoreo, ni silvicultura:
 - VIII. Por lo general, tierras demasiado escabrosas, arenosas, húmedas o áridas, no apropiadas para cultivo, pastoreo o silvicultura, pero que pueden ser útiles para animales de vida silvestre.

TIERRAS APROPIADAS PARA CULTIVO. Las tierras apropiadas para cultivo deben incluirse en las clases I, II y III. Estas tierras deben ser laborables, es decir, bastante profundas, y estar exentas de piedras para ser cultivables. Su producción debe ser suficiente para lograr, considerando clima y suelo, por lo menos rendimientos moderados en uno de los cultivos comunes. Las tierras muy húmedas deben drenarse o ser drenables, y apropiadas para cultivo después del drenaje. Las tierras bajas no deben estar muy expuestas a inundaciones a fin de que su cultivo sea factible. En las regiones áridas las tierras deben ser irrigables y contar con agua disponible. Los factores que sirven para diferenciar las clases I, II y III, son aquellos que afectan por completo el conjunto de métodos y procedimientos necesarios para el cultivo prolongado y seguro de la tierra. Los factores principales son: susceptibilidad a la erosión, declive, drenaje natural, permeabilidad, riesgo de inundaciones, y en ciertos casos, la fertilidad natural. En las zonas con riego, algunos factores adicionales como la salinidad afectan las diferencias existentes entre las clases I, II y III.

CLASE I. La tierra de la clase I es apropiada para cultivo sin necesidad de métodos especiales. Lo mismo que las clases II y III, debe ser laborable y por lo menos moderadamente productiva. Además, debe ser casi llana; no propensa a erosión sino en forma leve, sin considerar el

tratamiento que se le imponga; debe estar exenta de inundaciones que obstaculicen la siembra, el crecimiento, o la cosecha; y debe tener buen drenaje, natural o artificial, que permita, por lo menos, rendimientos moderados de las cosechas comunes. Cuando se drene la tierra por medios artificiales, el sistema deberá ser de tal naturaleza que pueda operarse sin necesidad de métodos especiales, salvo aquellos que sean factibles en el manejo rutinario de una granja. A pesar de que el riego es un método especial, algunas de las tierras regadías que se incluyen en la clase I, deben ser tan llanas que se puedan regar sin mayor esfuerzo, y por lo general, su declive debe ser menor de 1 por ciento, y tener buena permeabilidad.

La tierra de la clase I, así como las tierras de las clases II y III, puede necesitar la reintegración de elementos nutritivos consumidos por las cosechas y arrastrados por la filtración; podrán requerir también métodos especiales de cultivo para conservar la buena estructura del suelo, rotación de las cosechas para combatir las enfermedades y plagas u obtener mayores rendimientos, o el empleo de abonos verdes a fin de reponer la materia orgánica. Generalmente la aplicación rutinaria de uno o todas estas prácticas es necesaria para el buen uso de la tierra de la clase I, pero tendría que catalogarse la tierra en otra clasificación si hubiera necesidad de emplear cualquiera de estas métodos en forma demarcada o especialmente intensiva para lograr rendimientos moderados.

Las tierras de la clase I son con frecuencia, aunque no necesariamente, las más productivas, y por lo regular, las más adecuadas, porque no exigen métodos especiales para su cultivo.

CLASE II. La tierra de la clase II es apropiada para cultivar con métodos sencillos en forma permanente. Los métodos esenciales que probablemente se necesitan son: (1) combatir la erosión, (2) conservación de las aguas, (3) drenaje simple, (4) regadío simple, (5) remoción de piedras y otras impedimentos, o (6) aumento de la fertilidad por medio de fertilizantes u otras correcciones del suelo. Las prácticas agrícolas más usadas para combatir la erosión y conservar la humedad en tierras de la clase II, son labranzas en fajas, cultivos en coberturas, cultivos de cobertura, rotación de los cultivos, incluyendo pantes o leguminosas, sistemas sencillos de terrazas, roturación terronuda de la tierra, remoción con cobertura o cultivos *lister* de hoyos. No es posible, sin embargo, clasificar estas u otras prácticas sencillas, como simples o como intensivas, ya que su dificultad de aplicación depende de las condiciones y de la naturaleza de la práctica. La aplicación de cultivos en fajas y de rotaciones adecuadas de cultivos pueden catalogarse como métodos simples, en declives de 7 por ciento y como prácticas intensivas en declives de 12 por ciento. Las terrazas y el establecimiento de desagües convenientes son, por regla general, procedimientos intensivos, pero ciertas tierras que requieren terrazas se clasifican en la clase II. La decisión de cuáles son las prácticas consideradas intensivas debe tomarse en cada localidad, pero la clasificación que se adopte debe ser siempre práctica y útil.

CLASE III. La tierra de la clase III es apropiada para cultivo permanente utilizando métodos intensivos. En tierra que requiere la adaptación cuidadosa e intensiva de los mejores procedimientos factibles para

contrarrestar la erosión o para el aprovechamiento del suelo. Las prácticas necesarias, algunas de ellas iguales a las de la clase II son: (1) medidas contra la erosión, (2) conservación del agua, (3) drenaje, (4) métodos intensivos de riego, (5) remoción de las piedras grandes o numerosas, (6) aumento de la fertilidad mediante el empleo de fertilizantes o mejoramientos del suelo. Si el suelo es laborable y fértil, pero queda en pendientes tan empinadas que hacen imprescindible combatir la erosión, se necesitarán diversos procedimientos. Estos pueden incluir rotaciones extensas de cultivos, cultivos en fajas estrechas, terrazas y desagües, fajas buffer, zanjas de desvío, canales, cultivos en contorno, cultivo de cobertura, remoción con cobertura, labranza terronuda o labranza lister de hoyos. Los sistemas de drenaje o de riego necesarios, pueden ser más difíciles de instalar o que exijan mayores cuidados para su conservación, que tratándose de tierras de la clase II o puede acontecer que cuando se riegue o drene la tierra, requiera además algunos tratamientos adicionales para producir rendimientos moderados o altos.

Por lo general se requiere una combinación de diversas prácticas para el cultivo seguro y permanente de la tierra de la clase III y su utilización exige mayor habilidad que la empleada en tierras de la clase II. Los métodos para detener la erosión por viento son iguales a los recomendados para la tierra de la clase II, a saber: cultivos en contorno, cultivos en fajas, uno de los residuos y rastros de la cosecha, labranza terronuda y sistemas de terrazas donde puedan utilizarse eficazmente. Estos procedimientos deben emplearse en forma intensiva para evitar los arrastres del suelo.

CLASE IV. TIERRAS APROPIADAS PARA CULTIVOS OCASIONALES O LIMITADOS. La tierra de la clase IV sirve únicamente para cultivos muy limitados. Puede ser más escarpada que la tierra de la clase III, estar más desgastada o ser más susceptible a la erosión, presentar mayor dificultad para drenarla o regarla, tener menor fertilidad o mayor soltura y porosidad, lo que la hace excesivamente permeable, o ser en alguna otra forma menos apropiada para cultivo que la tierra de la clase III. No es tierra buena para cultivos carpidos y se utiliza mejor para vegetación permanente. Muchoas tierras de la clase IV en regiones húmedas pueden ocasionalmente cultivarse en rotaciones largas de cultivos, con granos cada 5 ó 6 años, seguidas por cultivos forrajeros para heno o pastos durante varios años. Cultivos más intensivos sólo estarían justificados cuando la granja carezca de suficientes tierras de mejor calidad, pero únicamente por períodos temporales hasta que se puedan efectuar otros arreglos, o en épocas de emergencia en que sea necesaria una gran cantidad de cosechas durante pocos años. Parte de la tierra casi llana de drenaje imperfecto, clasificada en la clase IV no está expuesta a la erosión, pero no es propia para cultivos carpidos a causa del tiempo que tarda el suelo en secarse durante la primavera, y a causa de su baja producción cuando se dedican a estos cultivos. En regiones semiáridas parte de la tierra clasificada en la clase IV, es apta sólo para cultivos forrajeros, con tal que no se cultiven más de 120 a 130 hectáreas en un predio y las tierras circundantes queden sembradas de pastos. Tales terrenos no sirven para el cultivo del trigo, pero pueden utilizarse con efectividad en establecimientos ganaderos.

En las zonas húmedas casi toda la tierra de la clase IV es buena para arboledas y a menos que se necesiten para pastoreo, no es conveniente desmontar las regiones pobladas de árboles.

CLASE V. TIERRAS IMPROPIAS PARA CULTIVAR, PERO ADECUADAS PARA PRADERAS Y ARBOLES. La tierra de la clase V no es propia para cultivos, pero sirve sin limitaciones de carácter especial para vegetación permanente, como praderas y arboledas. Debe ser casi llana y no estar expuesta a la erosión por lluvia o viento, aunque tuviera que eliminarse la cubierta vegetal. Si la cubierta vegetal esta en buenas condiciones, no habrá necesidad de emplear prácticas o restricciones de carácter especial, pero a fin de obtener una producción satisfactoria, habrán de utilizarse algunas medidas necesarias en el cuidado del ganado y de los bosques, tales como evitar los incendios y dotar los pastores de acuerdo a su capacidad. La tierra donde la vegetación se haya agotado temporalmente por un uso incorrecto deberá utilizarse en forma moderada y aún severamente restringida, durante algún tiempo. Si esto es sólo con el fin de que renazca la vegetación pero la tierra no está expuesta a la erosión, pudiendo además producir rendimientos, moderados o considerables de forrajes o productos forestales, la tierra se clasificará en la clase V, dependiendo del tipo, cantidad o estado de la vegetación.

Debido a que la tierra de la clase V no debe estar expuesta a erosión por lluvia ni por viento, si es propia para cultivo, consiste principalmente de terrenos demasiado húmedos o pedregosos para ser cultivados, pero producen forraje o productos forestales. No hay necesidad de prácticas ni restricciones especiales para proteger la tierra, si bien para mejorar la producción convendría restringir el pastoreo o el corte de árboles moderables. En muchas zonas pantanosas hay tierras de clase V imposibles de drenar.

CLASE VI. La tierra de la clase VI es adecuada para vegetación permanente, y se usará para pastoreo o bosques con restricciones moderadas. No es adecuada para cultivo. La mayor parte de ella tiene declive moderado, por lo cual está expuesta a la erosión por la lluvia o está sujeta a la erosión por el viento. Las limitaciones que generalmente se requiere en praderas son: la reducción de la dotación de acuerdo a su correcta capacidad, pastoreo diferido para permitir un rápido crecimiento de los pastos durante la primavera y la rotación de potreros para que éstos se recuperen y produzcan semillas. Para poder realizar estas limitaciones, las prácticas necesarias consisten en la construcción de alambrados, en distribuir convenientemente los abrevaderos y salgares (lugares donde se suministra sal al ganado), y en dividir racionalmente los rebaños. Por otra parte, el uso de surcos a nivel, de camellones y de canalizaciones para esparcir el agua son medidas que pueden ser útiles para detener o extender las corrientes, aumentando así el crecimiento de los pastos.

La tierra de la clase VI, usada en forma moderadamente restringida, produce rendimientos medios de forraje y productos forestales, pero su mal cuidado puede agotar la vegetación, lo cual restringirá severamente su uso por unos cuantos años, a fin de conseguir que recupere la vegetación. Un ejemplo de restricciones severas provisionales es la exclusión total

del ganado de aquellas tierras de la clase VI donde el pastoreo ha sido excesivo.

Por regla general, la tierra de la clase VI es más escarpada, o está más expuesta a la erosión por viento, que la tierra de la clase IV. Sin embargo, su estado de erosión no debe ser tan avanzado que impida aprovecharla bien, dentro de ciertas restricciones moderadas. En esta clase los terrenos mal drenados son pocos.

El buen cuidado de estas praderas incluye: utilización del forraje según la capacidad de pastoreo, atender las necesidades de crecimiento de las plantas más deseables y mantener la cubierta requerida para detener la erosión y pérdida de agua; efectuar una utilización estacional conveniente, así como rotar los potreros, no estabular el ganado, libre pastoreo, regular los manantiales, ubicar los comederos de sal en las colinas, alambrear de manera que se logre la correcta distribución del ganado, hacer surcos en contorno, y excavar zanjas de desvío. Las recomendaciones generales son: aplicación de cal, fertilización y resiembra, pero los detalles referentes a la clase y cantidad de abono y a la mezcla de semillas son distintos en cada localidad.

CLASE VII. La tierra de la clase VII no es propia para el cultivo, debiendo atenderse cuidadosamente cuando se destina a pastos o bosques. No son aplicables a la tierra de pastoreo de la clase VII las prácticas tales como surcos en contorno, camellones y canalizaciones para esparcir el agua. Los salapares y abrevaderos no deben situarse en tierras de la clase VII, cuando haya otras tierras cercanas donde ubicarlas.

En regiones húmedas los pastos en tierras de la clase VII necesitan generalmente fertilización abundante y la regulación cuidadosa del pastoreo y en muchos casos la aplicación de cal y resiembra. Sin embargo se recomienda que la mayor parte de esta tierra debe destinarse a bosques más bien que a pastos. Por lo general, cuando se usen para este propósito deberá excluirse el ganado, precaerse los incendios, seleccionarse los árboles que se corten, y establecerse arañstraderos que sigan, en lo posible, las curvas de nivel. En las regiones húmedas, la mayor parte de la tierra severamente erosionada por cárcavas pertenecen a la clase VII y debe sembrarse de árboles.

La mayor parte de la tierra de la clase VII es escarpada, quebrada, erosionada o susceptible a ser erosionada por el viento. Sin embargo, puede usarse para la siembra de árboles o pastos.

CLASE VIII. TIERRAS NO APROPIADAS PARA EL CULTIVO NI PARA PASTOS O BOSQUES. La tierra de la clase VIII no es apropiada para el cultivo ni para la producción de vegetación útil y permanente. Son principalmente terrenos quebrados, pedregosos y áridos, donde es imposible de cosechar. No obstante algunas de ellas, especialmente las pantanosas, pueden dedicarse lucrativamente a la reproducción de aves silvestres.