

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

PROYECTO DE CONSERVACION DE SUELOS DE LA
DEPRESION DE LOS CERROS DEL COLI-TEPOPOTE
EN ZAPOPAN, JAL.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALISTA EN BOSQUES
P R E S E N T A

Francisco Javier García Hernández

GUADALAJARA, JAL.

1983

Las Agujas. Mpio. de Zapopan. 24 de Enero 1983

C. ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE.

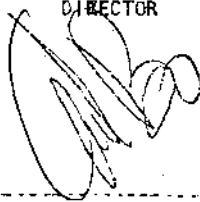
Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE

FRANCISCO JAVIER GARCIA HERNANDEZ TITULADA:

" PROYECTO DE CONSERVACION DE SUELOS DE LA DEPRESION DE LOS CERROS DEL
COLI-TEPOPOTE EN ZAPOPAN. JAL."

Damos nuestra aprobación para la Impresión
de la misma.

DIRECTOR



ING. ARTURO CURTEL BALLESTEROS



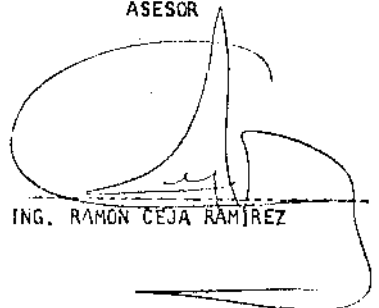
ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

ASESOR



ING. CARLOS HERNANDEZ ABARCA
em]

ASESOR



ING. RAMON CEJA RAMIREZ

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

J. MARCOS GARCIA MURILLO
MA. ESTHER HERNANDEZ DE GARCIA

Por su apoyo y esfuerzo que me
dan en la forja de una gran me
ta.

A MI ESPOSA:

Por su ayuda tan especial
e invaluable compañía, --
por lo que compartimos; -
la satisfacción inmensa -
de haber llegado a reali-
zar lo mas deseado.

A MIS HERMANOS:

José Luis
María de Lourdes
Marcos Filomeno
Norma Esther Cristina
Cecilia del Refugio
Pedro Pablo
Irma Adriana
Bertha Leticia
Carlos Alberto
Andrea Angélica
Martín Octavio
Verónica Elizabeth
José Ernesto

Por lo que significa el haber alcanzado una gran meta y compartido con ustedes que en todo estuvieron conmigo.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

A MIS ABUELITOS:

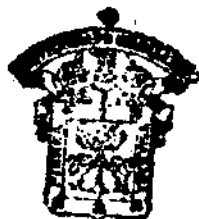
Pedro García
Amalia Murillo

Pablo Hernández
Carmen Eleuteria Aguila

Por sus grandes consejos.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Por los gratos momentos vividos, porque sea un estímulo-
éste al obtener lo anhelado.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

A G R A D E C I M I E N T O S

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
A LA ESCUELA DE AGRICULTURA.

Porque en sus aulas abracé uno de los más grandes ideales.

A MI DIRECTOR Y ASESORES DE TESIS:

Ing. M.C. Arturo Curieñ Ballesteros.
Ing. M.C. Carlos Hernández Abarca.
Ing. Ramón Ceja Ramírez.

Por su colaboración en la realización de este trabajo.

A todos los Maestros y Personal que trabaja en nuestra -
Escuela de Agricultura, por su gran labor en la forma---
ción de nuevos profesionistas.

I N D I C E

I.- INTRODUCCION.

II.- OBJETIVOS .

III.- REVISION DE LITERATURA.

A.- Mecánica de la erosión.

A.1.- Agentes de la erosión.

A.2.- Límites aceptables de pérdidas de suelo.

A.3.- El proceso de la erosión.

A.3.1.- Aflojamiento.

A.3.2.- Transporte.

B.- Efectos y formas de la erosión.

B.1.- Erosión hídrica.

B.1.1.- Erosión por cárcavas.

B.1.2.- prácticas de conservación de suelos.

B.2.- Erosión eólica.

B.2.1.- Formas de erosión eólica.

B.2.2.- Cortinas rompevientos.

IV.- MATERIALES Y METODOS .

A.- Metodología.

A.1.- Características del área de estudio.

A.2.- Metodos.

A.2.1.- Diagnóstico.

A.2.2.- Materiales.

V.- RESULTADOS Y DISCUSIONES .

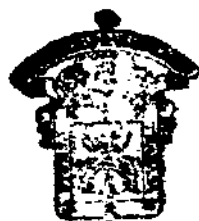
A.- Diagnóstico

B - Observaciones generales.

C.- Cálculo de las prácticas proyectadas.

C.1.- Factibilidad del proyecto.

- VI.- CONCLUSIONES .
- VII.- APENDICE .
- VIII.- BIBLIOGRAFIA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



INTRODUCCION

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Introducción
(La importancia que tiene el suelo en la vida evolutiva del hombre es incalculable, pues desde que se volvió sedentario se ha dedicado al cultivo de las plantas, las cuales se desarrollan en el mismo, tomando lo necesario para -- dar la semilla que ha de alimentarlo.)

El suelo es el conjunto de elementos físicos (minerales), químicos (agua, aire), y biológicos (M. O., humus, microorganismos), y el medio donde se desarrollan, además toda la variedad de plantas que forman parte de los ecosistemas grandes como son los bosques del clima templado frío, las extensas selvas del cálido húmedo con sus sabanas y chaparralles y la vegetación xerófila de las zonas áridas y semiáridas, dándose éstos como una muestra de la gran capacidad que tiene el suelo para sostenerlos a lo largo y a lo ancho de nuestro país.

Introducción
(El uso y el manejo inadecuado que se les ha practicado a estos grandes ecosistemas ha dado como resultado las grandes pérdidas del bosque y por supuesto la consecuente erosión o pérdidas paulatinas del suelo por los factores del clima como son: La lluvia, el viento, la temperatura, y los agentes biológicos como los animales y el hombre principalmente.)

En el municipio de Zapopan se tiene una considerable superficie de suelos de buena calidad y de una aceptable productividad agropecuaria, éstos abarcan el 47.3% de la superficie total del Municipio que es de 912.54 Km², y que a su --

vez ocupa el 1.11% a nivel estatal que es de 82, 138 km².

La superficie cultivada consta de 43,163.24 ha. actualmente de las cuales 1,685 ha. se consideran de riego y las restantes 41,478.24 ha. de temporal y humedad, además se tiene un total de 23,726 ha. de pastizales que alcanzan un 26% y 10,950 ha. de superficie boscosa con el 12%, y el resto lo que se llama tierras agrícolas improductivas con 9,120 ha. que son 10% del total.

La superficie agrícola ha ido disminuyendo por la erosión provocada por el mal uso y manejo del suelo y por falta de prácticas de conservación de suelos.

De 50,000 has. que se sembraban en los años 70'S disminuyó en 1982 a 43,163.24 ha., a pesar de esto los suelos de Zapopan son considerados como uno de los mejores y más desarrollados en lo que se refiere a los cultivos de maíz y sorgo por sus altos rendimientos unitarios. En el caso del maíz porque ha sido el resultado de la aplicación del método zapopano que se basa en la conservación del agua y humedad residual del cultivo anterior, apoyándose con la tecnología de la maquinaria agrícola moderna y el control oportuno de las plagas y enfermedades.

Todo lo anterior nos da una idea de lo importante que es proteger los suelos contra los efectos negativos de la erosión y más aún en la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote en Zapopan, en la cual se realizó este trabajo, pues debido a sus características geológicas la hacen más susceptibles a ser erosionada.

Se ha hecho muy poco en realidad para contrarrestar-

este problema en esa área, pues se puede ver que son pocas las obras de conservación por parte de las instituciones - tanto públicas como privadas.

La Dirección General de Conservación del Suelo y el Agua, dependencia de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos (SARH), por medio del Distrito de Temporal-# 1 en el Estado de Jalisco, con sede en Zapopan, y en base a un financiamiento externo (Fig. 2), inició en 1977, por medio del Plan Nacional de Apoyo a las Zonas Temporales--PLANAT, las obras que a continuación se mencionan y que -- fueron de tres tipos:

- a) Despiedres,
- b) Terrazas de Formación Paulatina,
- c) Presas Filtrantes para el Control de Azolves.

Las obras mencionadas tienen funcionando desde 1981 a la fecha.

La depresión que limitan los Cerros del Colli - Tepopote (Fig. 1), cuenta con una superficie de 4,338 has. de las cuales el 60% son de uso agrícola y el 40% restante tiene uso pecuario y forestal, con una topografía no apta para el uso agrícola. (Fig. 4).

A raíz de la gran necesidad de realizar estas prácticas de conservación del suelo cerca de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, surgió la inquietud de colaborar en forma concreta a solucionar los problemas -- que tienen los campesinos por las pérdidas del suelo por la erosión en esta zona de Zapopan.

Es por ello que es necesario y urgente planificar y-

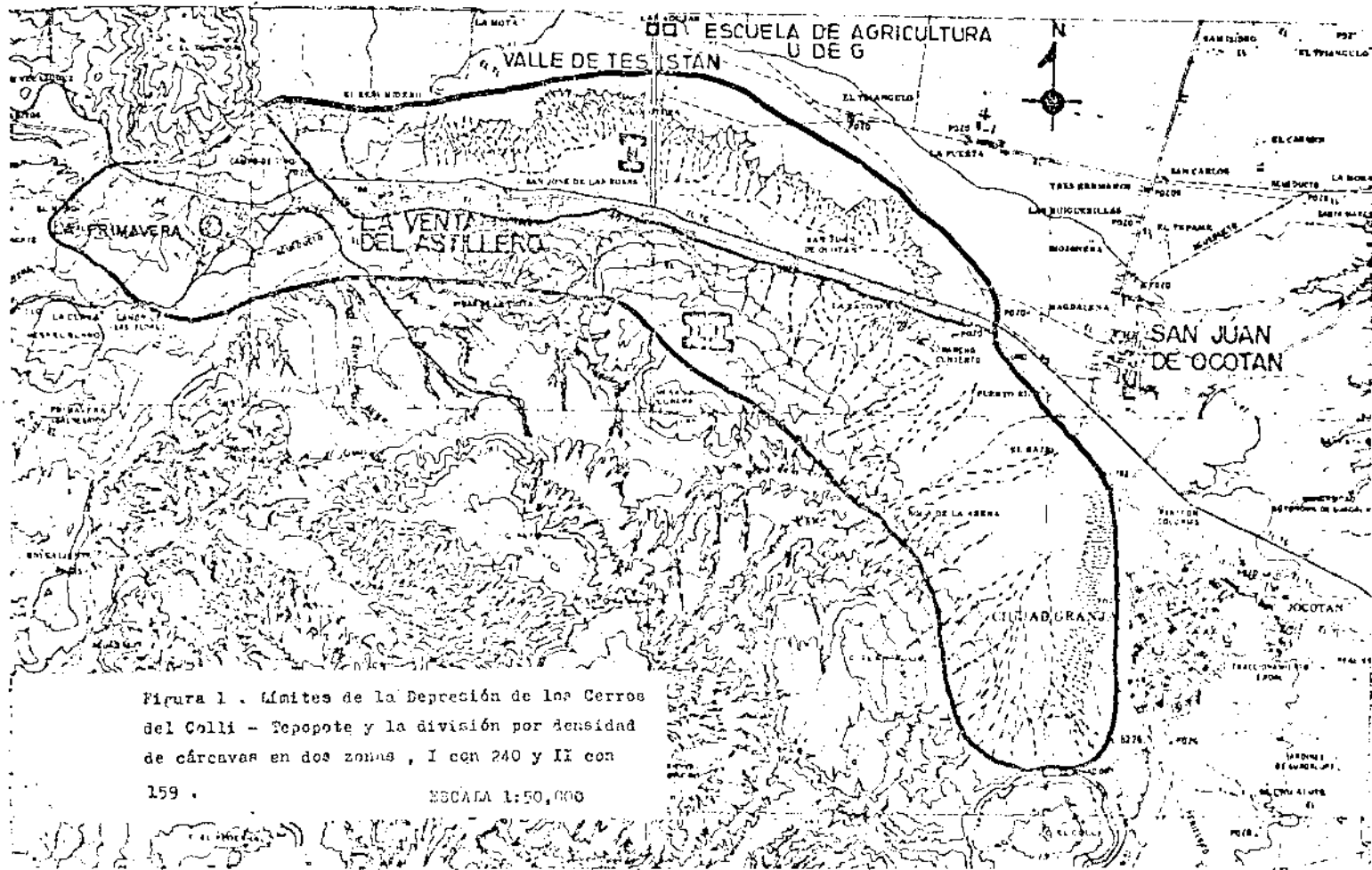


Figura 1 . Límites de la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote y la división por densidad de cárcavas en dos zonas , I con 240 y II con 159 .
 ESCALA 1:50,000

promover acciones de conservación de suelos en la Depresión del Colli - Tepopote, con el fin de ayudar a los ejidatarios, pequeños propietarios y comuneros a conservar su suelo, contando con el apoyo técnico y financiero de una institución pública o privada como puede ser la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, ya que el área tiene una gran importancia ecológica, agropecuaria y forestal, las limitantes que se tienen para llevar a cabo este trabajo son:

a) La poca información o investigación sobre los efectos y daños de la erosión.

b) La falta de los conocimientos teóricos y prácticos para su control, y de estudios específicos de las áreas geográficas del país en cuanto a su formación geológica y característica fisiográficas, uso potencial y actual del suelo y las pérdidas del suelo por erosión, que limita bastante el apoyo en inversiones y personal capacitado para llevar a cabo este tipo de trabajos.

Este proyecto se llevó a cabo en el lapso de 8 meses, se inició en enero de 1983 y presentandose a su término en agosto del mismo año.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

O B J E T I V O S

1.- El objetivo principal de este trabajo es el de planificar acciones de Conservación de Suelos para la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote, ubicada al Oeste y Suroeste del Municipio de Zapopan, Jalisco. Fig. 2.

2.- La protección y conservación de los suelos del área de estudio contra la erosión Hídrica y Eólica, dando prioridad a las zonas en que los daños por estos dos tipos de erosión son muy notables, puesto que tienen gran importancia por el uso agropecuario y forestal y por el potencial productivo que se tiene en ellas, obteniendo grandes beneficios para cada una de las comunidades ejidales que tienen parte de sus tierras dentro de la depresión como son: las de Jocotán, San Juan de Ocotán, La Venta del Astillero y la Primavera. Fig. 1.

3.- Motivar a los ejidatarios de cada una de las comunidades enmarcadas en el área de estudio para que de una manera organizada se pongan de acuerdo y contando con el apoyo técnico de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, se pueda llevar a cabo este proyecto, pues se tienen condiciones favorables en cuanto a la disposición de mano de obra y personal técnico capacitado.

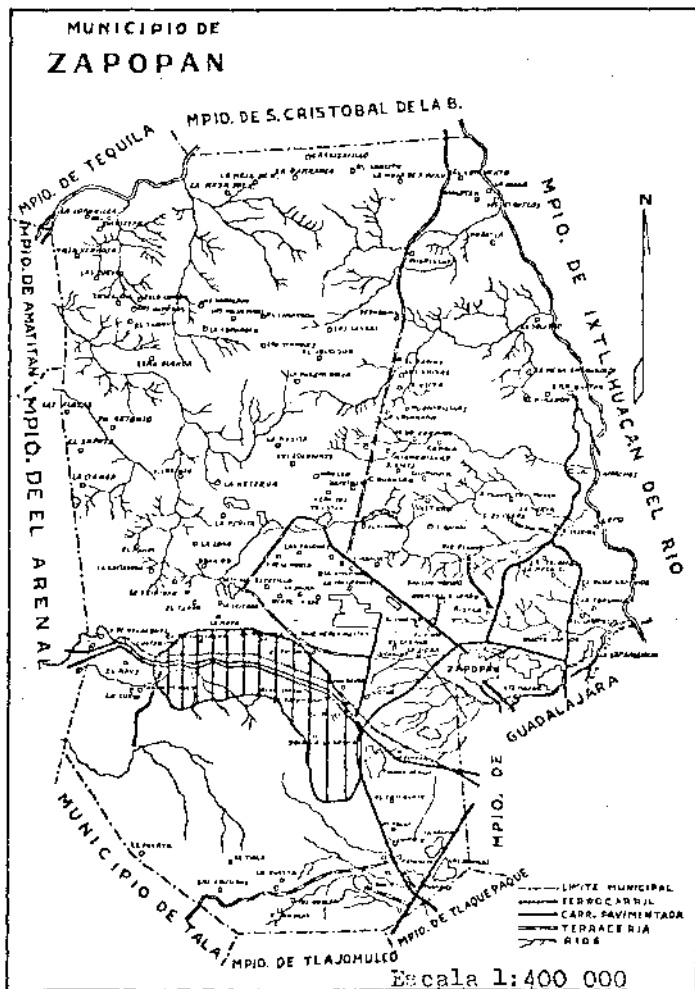


Figura 2.

Ubicación del Area de Estudio en el Municipio de Zapopan, Jalisco.



ESCUELA DE ARQUITECTURA
BIBLIOTECA

III.- REVISION DE LITERATURA.

A) Mecánica de la erosión.

La erosión se define como el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo por la acción de la atmósfera, lluvias, arroyos y el viento.

(A.1) Agentes de la erosión.

Los agentes de la erosión son: el agua y el viento.

a).- El Agua.- La erosión hídrica es producida por el agua al precipitarse sobre la tierra y al fluir sobre ella.

b).- El Viento.- El viento es el medio por el cual las partículas del suelo son removidas y depositadas, dependiendo de la velocidad que lleve éste, será la cantidad de suelo que erosione.

A.2) Límites aceptables de pérdidas de suelo.

Debido a las dificultades en menor y mayor grado para delimitar las fronteras entre la erosión geológica y la inducida se pensó en establecer límites de tolerancia en la pérdida del suelo; como límite máximo, aquel en el cual se mantiene un nivel alto de productividad por un largo tiempo, es decir, que no se manifiesta un deterioro progresivo de esta y el espesor del suelo. Esto se logrará cuando la velocidad de pérdida de suelo no sea mayor que la velocidad de formación del mismo (12)

BENNETT, H.H. (1): Ha estimado que bajo condiciones naturales sin disturbio de la vegetación, se necesitan cerca de 300 años para producir una capa de 25 mm. de suelo superfi-

cial, sin embargo, cuando existe alteración del suelo, por elaboración, pastoreo, etc., se acelera el intemperismo y el período de formación de dicha capa se reduce a más o menos 30 años.

HUDSON, N.W. (8). Una velocidad de formación de 25 mm en 30 años equivale aproximadamente de 1.8 ton/ha/año, y esta cifra ha sido considerada como la cantidad máxima tolerable de ser erosionada.

Naturalmente que la tolerancia sobre la pérdida de suelo depende del tipo de éste, de su profundidad, y de sus características físicas. Por ejemplo, es menos peligroso -- que un suelo profundo con buena fertilidad en todo el perfil pierda 25 mm. en 30 años, que si esta pérdida se presentara en un suelo con unos cuantos centímetros de profundidad que descansa sobre roca dura.

Los límites aceptables de pérdidas suelo, varía de 0.4 ton/ha/año hasta 1.8 ton/ha/año, estas cantidades para un suelo franco ($d_a = 1.4 \text{ gr./cm}^3$), representan la pérdida de una capa de suelo de 0.28 mm/ha/año a 1.28 mm/ha/año, respectivamente, generalmente se permiten pérdidas de 0.4 a 0.8 ton/ha/año en suelos poco profundos con un subsuelo tepetato so o rocoso.

(6) CURIEL BALLESTEROS, A. (3) La gran actividad biótica y el gran contenido de materia orgánica que se encuentra en los suelos forestales, además del alto contenido de humedad y la temperatura que se retiene en el mismo, son las principales causas por las cuales se produce mayor cantidad de suelo por ello se presentan pérdidas mucho más altas que en los suelos de uso agrícola y pecuario; la cantidad es de 5 ton/ha/año.)

(Los aspectos deben considerarse al señalar los límites de pérdidas tolerables para un suelo en particular, son los siguientes:)

1.- Mantener una profundidad de suelo tal que se asegure una buena producción de cosechas a través de un amplio espacio de tiempo.

Es importante considerar el efecto de la erosión del suelo sobre el rendimiento de los cultivos.

(2.- Mantener las pérdidas de suelo por debajo de --- aquellas que causen la formación de canales y cárcavas.)

(3.- Evitar que las pérdidas de suelo cause azolves en los cauces empastados, canales, zanjas de drenaje, drenes de los caminos, áreas productivas o vasos de almacenamiento.)

4.- Aumentar la disponibilidad del agua útil para la planta en el suelo, por medio de la disminución de los escurrimientos superficiales.)

5.- Mantener las pérdidas de suelo a un nivel inferior al del punto en que la erosión comienza a producir daños a -- las plantas y al originar una baja en los rendimientos de los cultivos.) (3)

((A.3) El Proceso de la erosión.

A.3.1) Aflojamiento. El aflojamiento de los suelos que sufren el fenómeno de la erosión en su gran mayoría se ven afectados directamente por las gotas de lluvia al chocar contra éstos, -- a esta acción que ejerce la caída de las gotas de lluvia sobre el suelo se le llama salpicamiento) el cual, ocasiona des

prendimiento de las partículas y el lanzamiento de éstas a una distancia variable entre 0.60 y 1.20 m. debido a que una gota de lluvia lleva consigo una energía natural originada por el peso de la misma, por la fuerza de atracción que la tierra ejerce sobre ella; y por la velocidad de aceleración que ésta adquiere hasta llegar a chocar contra el suelo, se deduce, que la gota de lluvia lleva consigo una energía potencial, expresada por la siguiente ecuación -

$$E.P. = \text{masa} \times \text{gravedad} \times \text{altura.}$$

El salpicamiento se ve influenciado por el microrelieve del terreno, por la dirección y fuerza del viento y la densidad de la cobertura vegetal que tenga el suelo, debido a esto la dirección del salpicamiento puede ser: Radial si el suelo es plano.

En dirección de la pendiente.- Si el suelo es inclinado y hacia el ángulo obtuso si el viento desvía la gota; - se ha observado que la cantidad de suelo salpicado por gotas de lluvia es de 60 a 90 veces más grande que la cantidad de suelo acarreado por el flujo superficial (SMITH, O.D. y WISCHMEIER, W.H. (13). Se estima que en un suelo desnudo las lluvias fuertes salpican más o menos 5 toneladas de suelo -- por hectárea. En terrenos planos este salpicamiento por las gotas de lluvia no es serio, pero en terrenos con pendiente la cantidad de suelo salpicado es mayor hacia las partes bajas que hacia las partes altas, este efecto es la causa de una erosión grave en pendientes cortas y abruptas.

(A.3.2) Transporte. El transporte del suelo se realiza por dos medios principales que son: El escurrimiento y el viento.)

El escurrimiento se realiza cuando la lluvia es in--

tensa y el suelo se humedece hasta llegar a su capacidad de campo, luego se compacta, es decir se tapan los micro y los macroporos formandose una costra superficial, y si el terreno llovido presenta un desnivel, sobreviene el desprendimiento, el escurrimiento y el arrastre de la partícula del suelo en dirección de la pendiente del terreno. Por lo tanto, la energía potencial que la gota de lluvia lleva consigo, se -- transforma en energía cinética o de movimiento $E.C. = 1/2 m \cdot v^2$ donde la energía cinética $E.C = 1/2$ de la masa X por la velocidad al cuadrado y esta en función de la pendiente del terreno.

Cuando la velocidad de compactación del suelo es mayor que la infiltración, se presenta entonces el escurrimiento, por precipitación pluvial abundante y el consecuente exceso de humedad.

Según un experimento realizado en el Colegio de -- Postgraduados de Chapingo, se puede cuantificar la susceptibilidad que el suelo tiene a erosionarse, por efecto de la lluvia, la escorrentía; y la pendiente natural del terreno agrícola.

El viento.- Es un medio de transporte muy importante en el proceso de la erosión ya que el movimiento de las partículas del suelo es producida por la fuerza del viento ejercido contra la superficie del terreno, una vez que este movimiento se ha iniciado, las partículas del suelo son transportadas por saltación, deslizamiento superficial y suspensión- dependiendo del tamaño de la partícula, duración, velocidad- y turbulencia del viento.

B) Efectos y formas de la erosión.

B.1) Erosión hídrica.

Erosión por las gotas de lluvia o erosión por salpicamiento. La erosión por las gotas de lluvia, consiste en la dispersión de los agregados del suelo como resultado del impacto directo de dichas gotas sobre la superficie del terreno. La energía que confieren las gotas de lluvia del terreno, provoca desplazamientos de las partículas del suelo que alcanzan altura hasta de 61 cm y distancias laterales de 152 cm en terrenos planos (Schwabert al (9)12). Además del salpicamiento del suelo, las gotas de lluvia mantienen al material fino en suspensión, lo que facilita su acarreo por las aguas de escurrimiento.

B.1.1) Erosión por cárcavas.

Es una forma más avanzada que la erosión en canales, en donde la profundidad alcanzada por éstos es mucho mayor y no siempre pueden ser borrados por la maquinaria agrícola.

(La erosión en canales, es la remoción del suelo en pequeños surcos o arroyuelos cuando existe una concentración de agua superficial) (10)

Causas que originan la formación de cárcavas. El punto crítico que da origen a una cárcava, se caracteriza siempre, por una concentración del escurrimiento superficial debido a causas diversas, las principales son las siguientes:

10.- Las lluvias fuertes que caen sobre los suelos -- desprevistos de una cubierta vegetal.

20.- La concentración de las aguas de lluvia en las depresiones naturales.

30.- El descuido y falta de protección en los caminos de herradura y vereda, a través de las pendientes. Estos caminos se comportan como verdaderos canales por los que ocurren volúmenes relativamente grandes de agua.

40.- Las madrigueras de topos, tuzas y otras clases de animales de hábitos subterráneos, lo que al formar túneles en el suelo favorecen su ruptura cuando llueve creando un punto crítico que es el comienzo de una cárcava.

50.- La ruptura es de una terraza ocasionada por un exagerado volumen de agua, cuando la capacidad del sistema no se calcula en forma adecuada.

60.- El desbordamiento o ruptura de un canal.

70.- El cambio brusco de una cubierta vegetal o de uso de la tierra.

80.- Los llamados "pasos de ganado", cuando en los mismos ha desaparecido la cubierta vegetal que lo protegía anteriormente.

90.- Carreteras y brechas para vehículos sin protección de cunetas.

Daños causados por las cárcavas.- Las cárcavas originan grandes perjuicios, tanto o más graves cuanto más numerosas y profundas sean, llegan inclusive a inutilizar grandes áreas de cultivo o terrenos dedicados al pastoreo.

Entre los primeros daños ocasionados por las cárcavas pueden citarse los siguientes:

- 1o.- El arrastre del suelo fértil en el área dañada, lo que reduce considerablemente la productividad.
- 2o.- El azolve de los vasos de almacenamiento, canales y otras obras hidráulicas, así como de los cauces naturales localizados en la parte baja de la cuenca, lo que reduce vida útil de las estructuras y casi siempre obliga a ejercer erogaciones para el desazolve.
- 3o.- El depósito o acumulación de suelos infértiles acarreados de las zonas erosionadas sobre los terrenos fértiles situados en las partes bajas, lo que origina una disminución de la productividad de las áreas afectadas.
- 4o.- La dificultad para cruzar las cárcavas con los implementos y maquinaria agrícola de que se disponga, lo que en muchos casos deja imposibilidad totalmente esta operación.
- 5o.- Aumentar el peligro para el ganado en pastoreo, que al caminar cerca de las orillas de las cárcavas pueden resbalar y causarse serios daños.
- 6o.- En algunos casos las cárcavas de los caminos, producen socavaciones que hacen peligroso el tránsito.
- 7o.- Las cárcavas hacen el papel de drenes que concentran el agua precipitada en las zonas circundantes y limitan la humedad aprovechable para los cultivos establecidos.
- 8o.- Se reduce el área útil de cultivo y por consiguiente, los rendimientos por unidades de superficie, lo que disminuye además el valor de la tierra.

9o.- Los costos de operación aumentan considerablemente en los terrenos donde por descuido se ha permitido la formación de cárcavas,

(B.1.2) Prácticas de Conservación de Suelos.

Las prácticas de conservación de suelos son de 3 tipos

- Mecánicas,
- Vegetativas y
- Agronómicas.)

Prácticas Mecánicas.- Debe entenderse por prácticas-mecánicas de conservación, todas aquellas labores que atendiendo a sus especificaciones de construcción y localización por sí solas combaten el fenómeno de la erosión.

(Se denominan prácticas mecánicas, porque para su ejecución son requeridos implementos de características especiales; designándose también práctica mecánica a toda labor realizada o construcción expresa que actúe como obstáculo o impedimento del fenómeno antes dicho.

Las principales prácticas mecánicas son: surcado al contorno, construcción de terrazas, presas de control de azoles, afinado de taludes, canales de desviación, y machuelos con cunetas transversales. *λ3)*

Surcado al Contorno.- Esta práctica es recomendable para la conservación del suelo y del agua y consiste en el trazado de los surcos en forma perpendicular a la pendiente natural del terreno, siguiendo las curvas del nivel.

Con los surcos perpendiculares a la dirección de la pendiente, el agua que no se infiltra de inmediato en el terreno, pero que está impedida en su escurrimiento, permanece acumulada a lo largo de los surcos por la barrera que forman los lomos de éstos y las hileras de plantas; sin embargo, cuando la intensidad y duración de las lluvias es excesiva, el agua acumulada suele rebasar el lomo de los surcos y originar una pérdida parcial del suelo.

En todo caso, y particularmente en las regiones de precipitación más bien limitada, se promueve la infiltración del agua en la zona radicular de las plantas en desarrollo.

Objetivos:

Con esta práctica se logran las siguientes finalidades:

- a) Reducir la velocidad de los escurrimientos superficiales.
- b) Provocar una mayor infiltración del agua en el suelo y aumentar la humedad disponible para las plantas.
- c) Disminuir la erosión laminar de los suelos.
- d) Evitar la formación de cárcavas en terrenos con pendiente.

Utilización del Surcado al Contorno.- Esta práctica es recomendable en terrenos con pendientes hasta del 5%. Cuando la pendiente es mayor, es necesario complementarla con otras prácticas mecánicas como son las terrazas.

Este sistema no es recomendable en regiones de fuertes precipitaciones y donde los terrenos son muy pasados (arcillosos) o que descansan sobre un subsuelo impermeable, ya que en esas áreas y bajo dichas condiciones, los excesos de agua perjudican el desarrollo de los cultivos, sin embargo, cuando éstas son las circunstancias del medio, es necesario modificar el trazado de los surcos para darles un desnivel de 3 a 8 al millar (0.3 a 0.8%) y así desalojar los excedentes de agua a cauces naturales u otros sitios de descarga, previamente establecidos y empastados.

Terrazas.- Las terrazas son terraplenes entre los bordos y canales construidos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno.

Las terrazas de formación paulatina, conocidas también como terrazas de base angosta, están clasificadas dentro del grupo de prácticas antierosivas que tienen una sección transversal y que pueden adaptarse a las diferentes condiciones topográficas y ecológicas del lugar del estudio.

En este tipo de terrazas, la sección transversal está constituida por un bordo de tierra semicompactado, colocado sobre una curva a nivel previamente trazada. El borde no se siembra, sino que se debe proteger con material vegetativo permanentemente, (nopal, maguey, pastos, etc.).

Terrazas de base angosta.- Son recomendables para utilizarse en terrenos que tienen de un 5 a 45% pendiente.

En terrenos de uso agrícola limitados por la pendiente hasta los de uso forestal.

El establecimiento de esta práctica ayudan a hacer uso de la mano de obra existente en la zona.

Las limitaciones que tiene son:

- La dificultad de uso de maquinaria para el movimiento de tierra debido a la pendiente.

- La falta de otro tipo de prácticas las cuales hacen más completa la acción antierosiva de las terrazas tales como:

- Surcado al contorno, rotación de cultivos y un buen manejo de suelo, ajustando a su capacidad de uso.

Terrazas de base ancha.- En función de la necesidad que existe en el medio agrícola de controlar los escurrimien-

tos superficiales que propician la erosión del suelo, se plantea a continuación otro tipo de práctica mecánica que tiene aplicación directa en aquellos terrenos que presentan problema de pérdida constante de suelo.

Las terrazas de base ancha se construyen de manera que se pueda laborear en toda su sección transversal. Las pendientes del bordo y el canal se proyectan para permitir el paso de maquinaria y cubrir los requerimientos de anchura de la misma. Figura 11.

Espaciamiento entre terrazas.- Este depende principalmente de la pendiente, sin embargo, también influye la precipitación pluvial de la sección transversal de la terraza, los implementos agrícolas que se van a utilizar y el tamaño de las parcelas.

Cálculo del espaciamiento entre terrazas.- El espaciamiento entre terrazas se puede medir utilizando la diferencia de nivel entre ellas, denominando intervalo (i.v.), o considerando la distancia horizontal entre ellas, que se conoce con el nombre de intervalo horizontal (i.h.). Generalmente el intervalo horizontal se mide sobre el terreno -- (distancia superficial), sobre todo en pendientes pequeñas -- donde la diferencia entre las dos mediciones, es despreciable.

En pendientes fuertes, se debe utilizar el intervalo horizontal, ya que la distancia superficial puede provocar errores considerables.

Los procedimientos para calcular el espaciamiento entre terrazas son los siguientes:

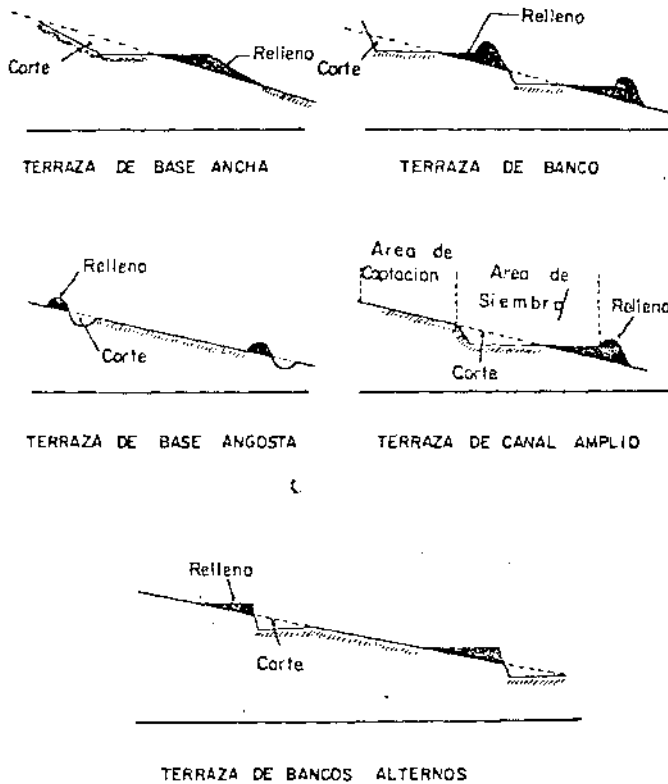


Figura 11. Tipos de secciones transversales de la terraza.

Fórmula que considera la pendiente y la precipitación anual.

Para calcular el intervalo vertical se utiliza la siguiente fórmula:

$$I.V. = \left(2 + \frac{p}{364} \right) (9.305) =$$

Donde:

- I.V. - Intervalo Vertical (metros).
- P. - Pendiente del terreno %.
- 3. - Factor que se utiliza en áreas donde la precipitación anual es menor de 1,200 mm.
- 4. - Factor que se utiliza en áreas donde la precipitación anual es mayor de 1,200 mm.
- 0.305. - Factor de conversión de pies a metros.

Por ejemplo se ha calculado el espaciamiento entre dos terrazas en terrenos ubicados en el Distrito de Temporal No. 1, Zapopan, Jalisco., donde la precipitación media anual es de 800 mm. y la pendiente es del 14%.

Al entrar con un valor de la pendiente del 14% y una precipitación menor de 1,200 mm. se obtiene que el valor del intervalo vertical es de 2.03 metros, y el intervalo horizontal es de 14.50 metros o sea el intervalo entre las dos terrazas.

Aplicando la fórmula del I.V. Tenemos:

$$I.V. = \left(2 + \frac{p}{364} \right) 0.305 =$$

$$I.V. = \left(2 + \frac{14}{3} \right) 0.305$$

Cálculo del intervalo horizontal de una terraza:

Se emplea la siguiente fórmula:

$$I.H. = \frac{I.V. \times 100}{p}$$

Donde:

- I.H. Intervalo Horizontal (metros)
 I.V. Intervalo Vertical (metros)
 P. Pendiente del Terrano (%)

Terrazas de banco.- Consiste de bancos y escalones, los cuales generalmente siguen el contorno del terreno en zonas de escasa precipitación o un trazo con pendiente uniforme en aquellas áreas de lluvia abundante, donde sea necesario drenar excedentes de agua. El sistema se usa ampliamente en árboles frutales y para especies forestales donde la producción justifica las fuertes inversiones que representa su construcción. La alineación, trazo, diseño y construcción de los bancales se describe ampliamente en el capítulo de Prácticas Mecánicas.

Terraza individual.- Es una modificación de la terraza de banco que consiste en un terraplén circular u ovalado que se construye alrededor de cada árbol, a nivel con pendiente interna según el caso. Se utiliza ampliamente en frutales, cafetales, cacaotales, etc., y en terrenos que varían del 10 al 40% de pendiente. Este tipo de terraza permite el control de la erosión, un mejor aprovechamiento de los ferti

lizantes y es especialmente útil en regiones secas de escasas lluvias en las cuales es necesario conservar la humedad en el terreno. Fig. 10.

Algunas desventajas que pueden restringir su uso son: costo de construcción, la pendiente del terreno y la profundidad del suelo.

Terrazas de zanja y bordo.- La práctica consiste en construir zanjas y bordes de tierra en sentido perpendicular a la pendiente.

El sistema se adapta a terrenos entre 5 y 40% de pendiente y su construcción es a base de mano de obra, con maquinaria o en forma combinada, de ahí su versatilidad en adaptarse a un amplia gama de condiciones. La única limitación es que el bordo siempre debe mantenerse con vegetación para consolidarlo, esto se consigue al plantar la especie forestal o frutal en el bordo. En lugares del bordo no ocupado por la plantación es recomendable establecer pastos. Fig. 10.

Este tipo de terrazas se usa para tratar de disminuir y controlar los escurrimientos fuertes, para esto se tienen tablas para dar pendientes no erosivas según la longitud y evitar así que no socave o atierre la zanja. Así tenemos:

L = Longitud		S = Pendiente máxima no erosiva.	
+ de 150 m.	Máximo 400 m.		0.35%
60 m.	" 150 m.		0.5%
30 m.	" 60 m.		1.0%
-	de 30 m.		2.0%

Estas dos medidas son para el trazo de la zanja.

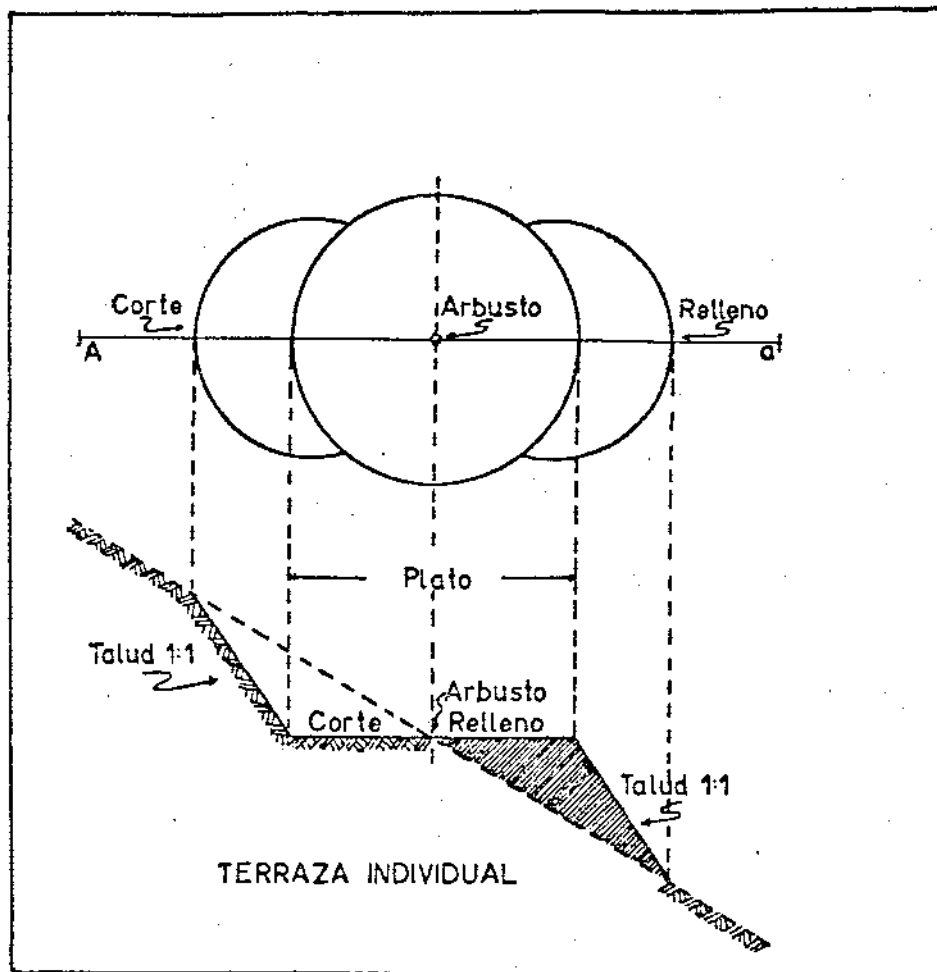


Figura 10. Características de la terraza individual.

Para su construcción es necesario considerar una serie de factores y procedimientos, a fin de que dicho sistema tenga capacidad de controlar los escurrimientos máximos. Los pasos a seguir en el diseño del sistema de zanja y bordo son:

- Calcular la pendiente media del terreno mediante cualquier método como es el del clisimetro o clinometro.
- Trazo de curvas a nivel con pendiente 5%.
- Espaciamiento que debe haber entre c/u (ver terrazas bancales).
Obtener el dato de lluvia máxima (L) en 24 horas para un período de retorno de 5 años.
Obtener el valor del coeficiente de escurrimiento (C).
- Calcular la capacidad de almacenamiento de bordo en litros por metro lineal mediante la fórmula:

$$A = E \times C \times L \times 10 \dots\dots\dots (.34)$$

Donde:

- A -- Capacidad de almacenamiento (l/m)
- E -- Espaciamiento entre bordos (m)
- C -- Coeficiente de escurrimiento
- L -- Lluvia máxima en 24 horas (cm)
- 10 -- Factor de ajuste de unidades.

(Presas filtrantes de control de azolves temporales y permanentes.

Presas de malla de alambre (temporal)

Esta clase de estructuras son fáciles de construir y resultan muy efectivas para controlar las cárcavas de tamaño mediano, con áreas pequeñas de captación. Para su construcción se emplea una malla ciclónica, la cual se fija firmamente a una hilera de postes o polines clavados en el suelo o - en algunos casos a barras de fierro estructural. (2)

Esta malla debe quedar bien enterrada en una zanja, - abierta previamente. Los mejores resultados se obtienen --- cuando parte de la malla, además de forrar dicha zanja, se - traslada sobre el lecho de la cárcava aguas arriba de la mis- ma, por debajo del terraplén.

A este tipo de presas, generalmente se les da una -- forma de arco, lo cual proporciona una mayor capacidad del - vertedor al mismo tiempo que favorece la protección de los - extremos de la estructura. En el caso de cárcavas muy angos- tas, no se acostumbra dar la forma curva a este tipo de pre- sas. Fig. 14.

Una vez formada la cerca de alambre, se procede a re- llenar la cimentación con el material que vaya a emplearse, - como zacate, ramas, piedras, etc., y se procede a formar --- aguas arriba de la cerca un terraplén, para dar la mayor fir- meza a la estructura.

Como en todos estos casos, es necesario que transversal- mente la parte central de la estructura quede más baja -- con relación a los extremos de la misma, para poder contar - con un vertedor de suficiente capacidad y pueden drenar los- gastos máximos que conduzca la cárcava.

En este tipo de presas es imprescindible la construc- ción de un delantal que proteja el fondo de la cárcava con--

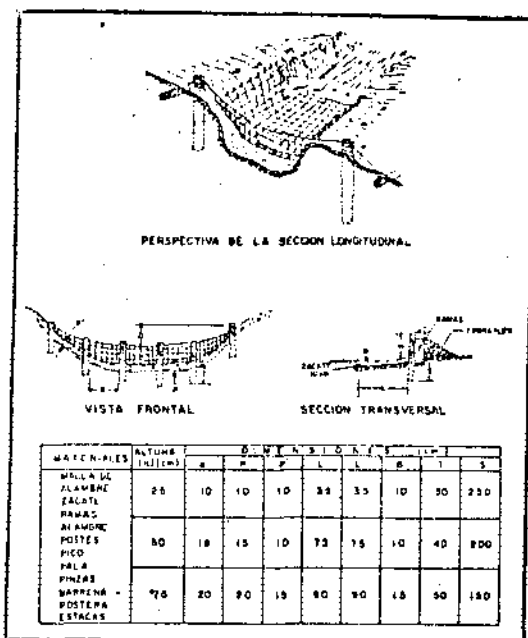


Figura 14. Procedimiento de construcción y especificaciones para las presas de malla de alambre.

tra los efectos de la caída del agua que pasa por el vertedor. Para la construcción de esta parte de la estructura -- puede usarse piedra acomodada o bien, capas de ramas debidamente ancladas por medio de alambre y estacas.

Presa de Piedra Acomodada. (permanente)

Las presas de piedra acomodada son recomendables en cárcavas de pendiente moderada con cuencas tamaño mediano. Son de gran duración debido a la resistencia del propio material, lo que difiere considerablemente de cuando se utilizan materiales de naturaleza vegetal como troncos, ramas, etc., en los otros tipos de estructuras.

Los mejores resultados en la construcción de este tipo de presas, se obtienen cuando se disponen de piedras planas o lajas, las cuales pueden acomodarse perfectamente unas sobre otras, dejando menores intersticios para el paso del agua.

Su construcción, como en todos estos casos, se inicia con la apertura de una zanja transversal a la cárcava, con una profundidad variable de acuerdo a la altura de la presa. Esta zanja se rellena posteriormente con piedras de tamaño mediano, para formar la cimentación de la estructura. El empotramiento debe prolongarse hasta los taludes de la cárcava, para evitar que la estructura sea flanqueada por los escurrimientos.

Se procede después a colocar las piedras sobre la cimentación hasta lograr la altura elegida, la cual, por regla general, no debe ser mayor de 3.00 m. En el caso de utilizar piedra bola (redondeada) es necesario colocarla en base a su ángulo de reposo, ya que es precisamente esta forma en que la estabilidad de la estructura es óptima. (Fig. 15.

Presas de piedra acomodada. (permanente).

Las presas de piedra acomodada son recomendables en cárcavas de pendiente moderada con cuencas de tamaño mediano. Son de gran duración debido a la resistencia del propio material, lo que difiere considerablemente de cuando se utilizan materiales de naturaleza vegetal como troncos, ramas, etc., en los otros tipos de estructuras.

Los mejores resultados en la construcción de este tipo de presas, se obtienen cuando se disponen de piedras planas o lajas, las cuales pueden acomodarse perfectamente unas sobre otras, dejando menores intersticios para el paso del agua.

Su construcción, como en todos estos casos, se inicia con la apertura de una zanja transversal a la cárcava, con una profundidad variable de acuerdo a la altura de la presa. Esta zanja se rellena posteriormente con piedras de tamaño mediano, para formar la cimentación de la estructura. El empotramiento debe prolongarse hasta los taludes de la cárcava, para evitar que la estructura sea flanqueada por los escurrimientos.

Se procede después a colocar las piedras sobre la cimentación hasta lograr la altura elegida, la cual, por regla general, no debe ser mayor de 3.00 m. En el caso de utilizar piedra bola (redondeada) es necesario colocarla en base a su ángulo de reposo, ya que es precisamente esta forma en que la estabilidad de la estructura es óptima. Fig. 15.

Angulo de reposo: forma de acomodo natural de las piedras.

Cuando se dispone la piedra plana (laja), es posible-

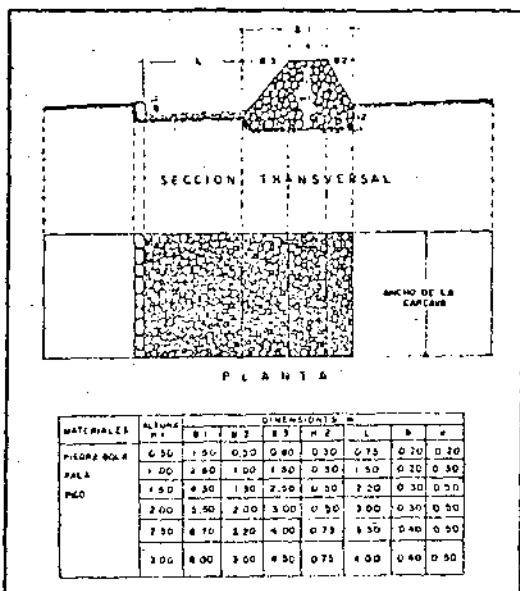


Figura 15 Características de las presas de control de azolves por construir con piedra bola.

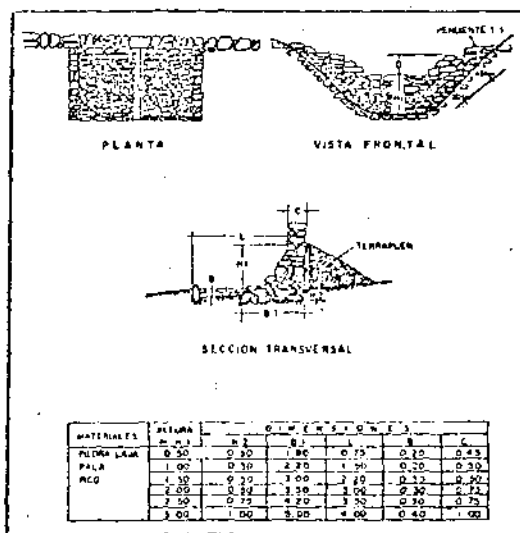


Figura 16 Características de las presas de control de azolves por construir con piedra laja.

un mejor acomodo de las piedras, incluso formar muros rectos, por lo que el diseño de la estructura varía con respecto a la anterior. Fig. 16.

En todos los casos, la parte central transversal de la estructura, deberá quedar más baja que los extremos de la misma para poder obtener la capacidad necesaria del vertedor y evitar que los escurrimientos vaya a erosionar sus flancos.

Para construir el delantal, se escogen las piedras -- más grandes y planas, con objeto de formar una especie de enlosado que va semiincrustado en el fondo de la cárcava a una profundidad mínima de 20 centímetros.

La longitud de esta parte de la presa deberá ser mayor de 1.5 veces de la altura efectiva de la estructura.

Cuando en la construcción se dispone de piedras muy -- irregulares, éstas deberán acomodarse en forma tal que los -- huecos entre ellas sean lo más pequeño posible, y en todo caso, rellenar los espacios grandes con piedras pequeñas, a fin de evitar filtraciones excesivas en el cuerpo de la misma estructura.

Una práctica común en algunas regiones, es la construcción en etapas de presas de piedra acomodada. Este procedimiento consiste en diseñar la estructura en base a ciertas dimensiones, pero construirla solamente hasta una cuarta parte de la altura de diseño, de tal forma de sobreelevarla cada año a medida que se vaya azolvando. Esta práctica es eficiente si conjuntamente se promueve el desarrollo de vegetación -- en la cárcava que disminuya la velocidad de los escurrimientos, y en ningún caso se sobreeleva la presa más de la altura de diseño.

(En nuestro país, las presas de piedra acomodada son - las más utilizadas, ya que para su construcción no se requiere mayor experiencia y es necesario únicamente seguir las especificaciones generales que se han señalado con anterioridad.)

(Presas de Gaviones. (permanentes).

Este tipo de estructura permanente se emplea para controlar la erosión en cárcavas de diferentes tamaños y profundidades, siempre y cuando se considere el aspecto de estabilidad en las construcciones de gran magnitud.

Los gaviones no son más que una caja en forma de paralelepípedo, construida con malla de alambre de triple torsión galvanizado. Fig. 17

Para este tipo de estructura, no hay que olvidar que al igual que en las otras presas ya mencionadas, resulta de gran importancia vigilar el debido empotramiento de la presa de control, tanto en los taludes de la cárcava, como en el lecho de la misma, y además hay que procurar la formación de un vertedor, capaz de conducir el gasto máximo que se calcule, en base a ciertos eventos de lluvia. Debe considerarse además la separación entre cada una de las estructuras, tomando en cuenta los criterios señalados con anterioridad.

El uso de esta clase de estructura es muy ventajoso - desde el punto de vista de adaptabilidad a diversas condiciones, ya que es fácil de construir aun en zonas inundadas, funciona como presa filtrante, controla eficientemente la erosión en cárcavas de diferentes tamaños y tiene un costo relativamente bajo, en comparación con las presas de mampostería.

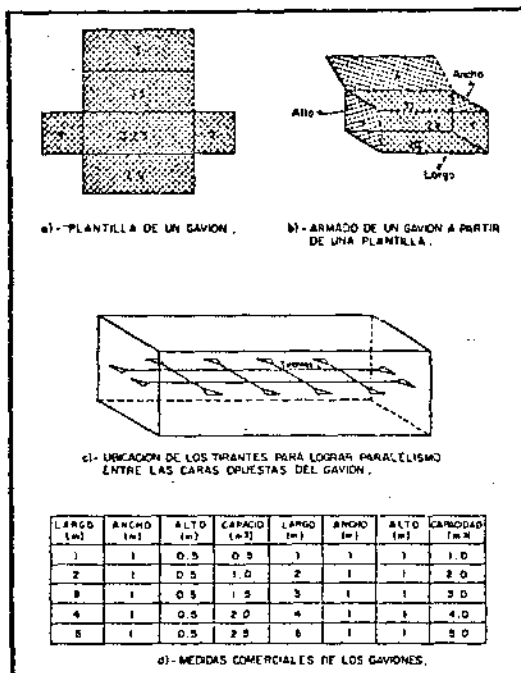


Figura 17 Armado y medidas comerciales de los gaviones.

Afinado de taludes.-

La función del afinado es modificar la pendiente en la cabeza, y taludes de la cárcava para evitar el crecimiento de la misma. El afinado puede ser de proporción de 1:1 según las características del terreno en cuanto a su facilidad de movimiento, es decir, de acuerdo al tipo de material de origen.

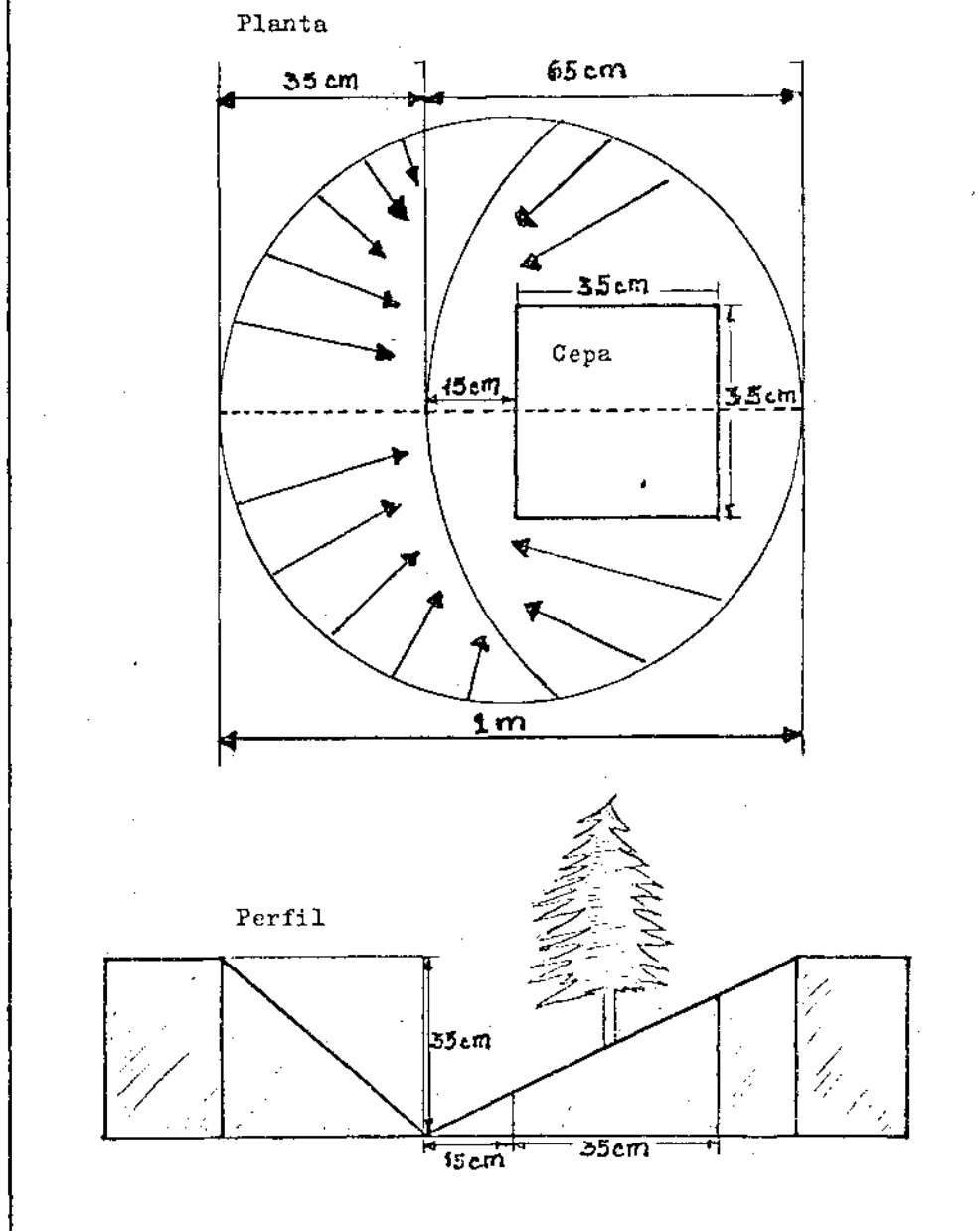
Canales de desviación.-

Son construcciones hechas "aguas arriba" de la cárcava y con sección suficientemente amplia para conducir el escurrimiento del área de captación de forma permanente hacia otros desagües que de ante mano han sido protegidos reduciendo considerablemente la cantidad de agua que con anterioridad confluía.

Machuelos con cunetas transversales.-

La construcción de este machuelo se efectúa sobre la orilla del carril de acotamiento con el fin de detener los escurrimientos generados en los caminos, evitando así sus escurrimientos por el terraplén de la carretera, y evitando de este modo la erosión. Las cunetas transversales sirven para descongestionar y disipar los volúmenes escurridos por la carretera y dirigirlos hacia un punto protegido contra el socavamiento.

Prácticas vegetativas.- Son aquellas que tienen como objetivo establecer en un lugar determinado una cubierta vegetal, a fin de evitar el fenómeno de la erosión hídrica o eólica. Otra de las finalidades de las prácticas vegetativas, es la de dar el uso adecuado a estas superficies, para asegurar su éxito se planean en función a la capacidad de producción del área erosionada.



Sistema español.- Esta práctica es utilizada en zonas con pendiente casi nula con menos del 5% y consiste en excavar un área circular con desnivel hacia el centro partiendo de la periferia y dividiendo esta área en forma circular cargándose a un lado de tal manera que el área de captación sea mayor de un lado con el fin de hacer la cepa para plantar el árbol. Figura 12.

Sistema Grandoni.- Esta práctica consiste en construir zanjas y bordos de tierra en sentido perpendicular a la pendiente. Se adapta a terrenos del 5 al 40% de pendiente.

El bordo debe mantenerse siempre con vegetación para consolidarlo. Este sistema debe tener capacidad para controlar los escurrimientos máximos. Ver figura 13.

Resiembra de Pastizales.- El uso del pasto Kikuyo -- Pennicetum clandestinum utilizado en las cárcavas y en las áreas con pendientes fuertes y además el uso de los pastos Rhodes Chloris gallana y Guinea Panicum maximum como forrajeros en áreas de pastoreo.

B.2.2) Cortinas rompevientos.- Debido a la importancia que tienen las cortinas rompevientos como método de control de la erosión eólica, la explicación de éstas y sus características se hará en el apartado Erosión Eólica en la pág. 30.

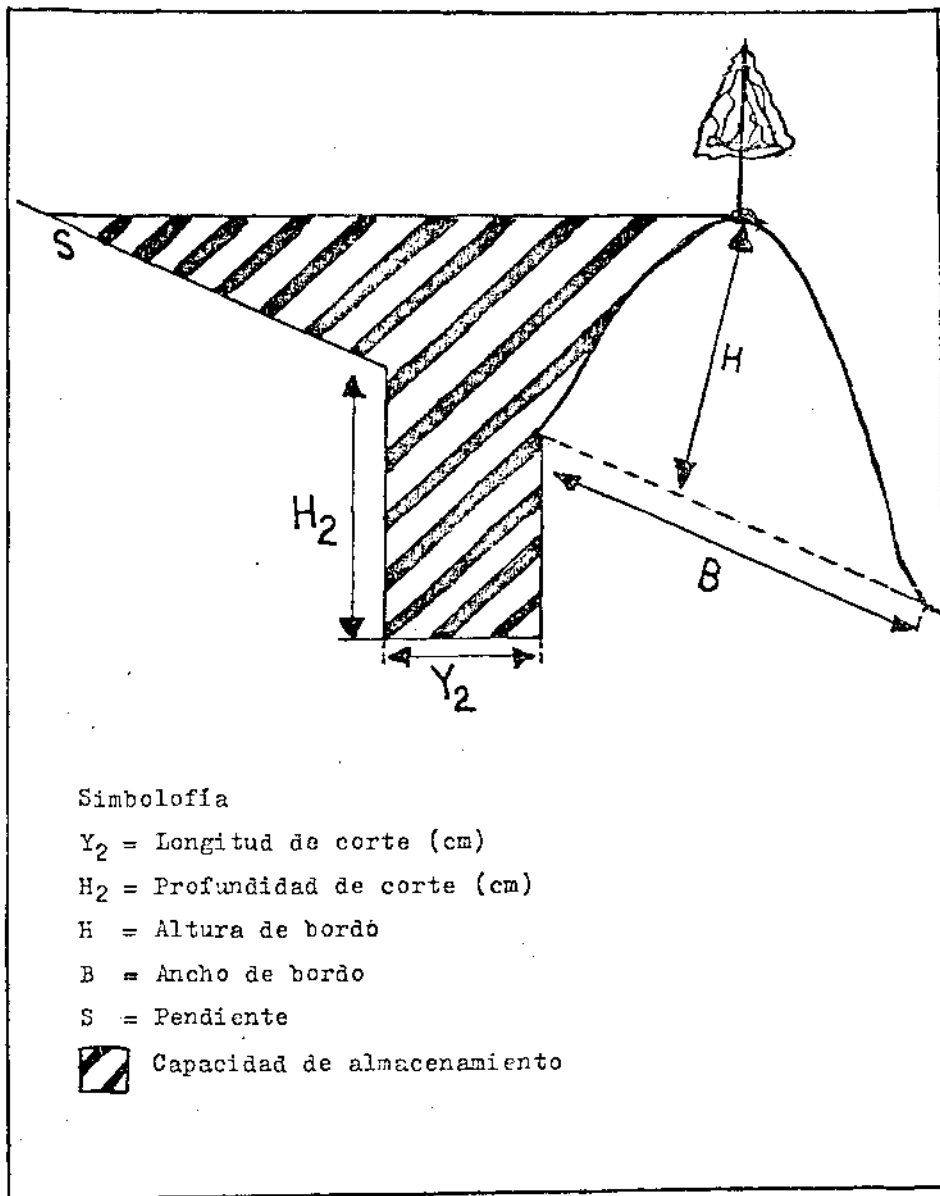


Figura 13. Sistema gradoni o zanja y bordo y sus características.

B.2) Erosión eólica.

La erosión eólica es el proceso de remoción del suelo -- por acción del viento.

Factores implicados en el proceso de la erosión eólica.

Los principales factores que se encuentran involucrados en la erosión eólica son: el clima, el suelo y la vegetación; los cuales, al conjugarse bajo determinadas condiciones, propician o restringen este tipo de erosión.

La erosión eólica se propicia bajo las siguientes condiciones:

Del clima: Escasa precipitación, fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche y vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo.

Del suelo: Areas extensas de exposición, terrenos con superficie casi uniforme y plana, así como suelos secos y --- sueltos.

De la vegetación; Areas con escasa o ninguna cubierta vegetal.

Como puede apreciarse, algunas de las condiciones que favorecen este tipo de erosión son consecuencia unas de otras; por ejemplo, en áreas de baja precipitación generalmente el suelo está seco, lo que a su vez hace que la vegetación sea escasa. Sin embargo, esto no quiere decir que al modificarse uno o varios de los factores no exista erosión ya que esta es la resultante de todos ellos actuando simultáneamente.

Tal es el caso de algunas regiones húmedas de suelos arenosos a lo largo de ríos, lagos y planicies costeras, así como algunas áreas donde la falta de vegetación y presencia de fuertes vientos, provocan graves problemas de erosión.

B.2.1) Formas de la erosión eólica.

Saltación.- La mayoría de las partículas del suelo -- son removidas por saltación, la cual consiste en una serie de saltos sobre la superficie del terreno. Con frecuencia, las partículas de tamaños entre 0.1 y 0.5 mm son transportadas en esta forma.

Los estudios de laboratorio han mostrado que más del 50% del suelo erosionado por el viento se mueve por saltación y el resto se mueve mediante una combinación de las otras dos formas: el deslizamiento superficial y la suspensión.

Deslizamiento superficial.- Consiste en el rodamiento o deslizamiento de las partículas gruesas de suelo a lo largo de la superficie del terreno. Debido a que dichas partículas del suelo son muy pesadas para ser levantadas por el viento, su movimiento se debe al empuje de éste y al impacto de las partículas pequeñas, que son transportadas por saltación. Las partículas del suelo que se mueven en esta forma tienen diámetros entre 0.5 y 1.0 mm. La cantidad de suelo removido por saltación y deslizamiento superficial es proporcional a la velocidad del viento al cubo Zingg et al. (18).

Suspensión.- Las partículas menores de 0.1 mm. pueden ser removidas por suspensión. El movimiento de estas partículas generalmente es iniciado por el impacto de las partículas movidas por saltación.

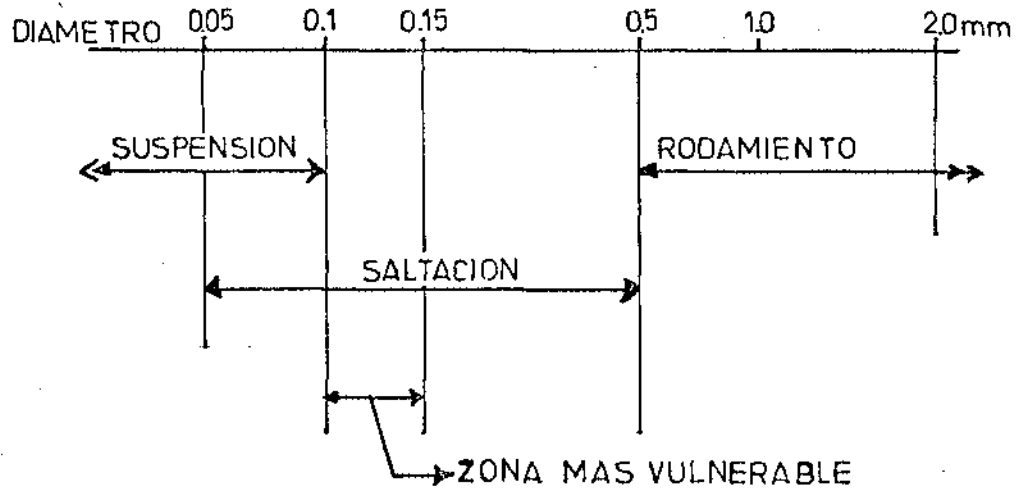


Fig-18 Movimiento del suelo por acción del viento, como una función del diámetro de partículas.

Este tipo de movimiento, aunque es de menor importancia cuantitativa que el de saltación, es el más espectacular y fácilmente reconocido. Fig. 18.

B.2.2) Cortinas rompevientos.

Una cortina rompevientos es la alineación de una o más hileras de árboles o arbustos para formar una barrera lo suficientemente alta y densa que se constituya en un obstáculo al paso del viento y aún del polvo.

También reciben el nombre de barreras rompevientos, setos vivos o fajas del alberge, por servir de refugio a cierto tipo de fauna. Figura 6.

Las cortinas rompevientos constituyen una práctica de tipo generalizado para el control de la erosión eólica, esto es, que puede igualmente utilizarse en áreas agrícolas, de pastizales, desprovista de vegetación y en zonas urbanas.

Los beneficios obtenidos con la cortina, son de tres tipos:

1o.- Reduce la velocidad del viento. Esto se logra con el obstáculo que presenta la cortina de árboles al flujo del viento, la reducción de la velocidad es máxima en la zona inmediata a la cortina y aumenta a medida que se aleja de esta protección. A este respecto FAO (5), reporta que los porcentajes de la reducción de la velocidad para cortinas protectoras de árboles de tipo medio, con vientos que soplen perpendicularmente a la barrera, son de 60 a 80% en la parte más cercana a sotavento de esta, y de 20% a distancias equivalentes a 20 veces la altura de la misma; mientras que la reducción es nula -

a. una distancia o sotavento (zona de protección de la cortina) equivalente a 30 o 40 veces la altura de la barrera. La reducción máxima de la velocidad del viento, se obtiene en el área de protección equivalente a cuatro veces la altura de la cortina. Fig. 19.

La altura de la barrera constituye una unidad práctica de medida aplicada a la distancia en que el terreno queda protegido por ésta, si la distancia de protección es de 14 veces la altura, y si esta última es de 6 m. la distancia real de protección será de $14 \times 6 = 84$ m; pero si la barrera tiene una altura de sólo 3m. la distancia de protección será de $14 \times 3 = 42$ metros.

La velocidad mínima para iniciar el movimiento del suelo en casi todos los suelos erosionados está comprendido aproximadamente entre 19 y 24 Km/hora. Una reducción del 50% en vientos de 30 Km/hora, será de 15/Km/hora, eliminando así por completo su efecto erosivo, pero una reducción del 50% de vientos de 80 Km/hora, supondrá una velocidad de 40 Km/hora, que no basta para detener el acarreo de partículas por el viento. Por consiguiente, resulta obvio que la zona de protección de una barrera, se reduce a medida que aumenta la velocidad del viento, lo que exige un espaciamiento menor de la barrera utilizada para combatir la erosión.

2o.- Detener la carga del material acarreado. Al disminuir la velocidad del viento en el área de influencia de la cortina, gran parte del material transportado por el viento se deposita al no existir ya la energía necesaria para mantener un movimiento de las partículas del suelo.

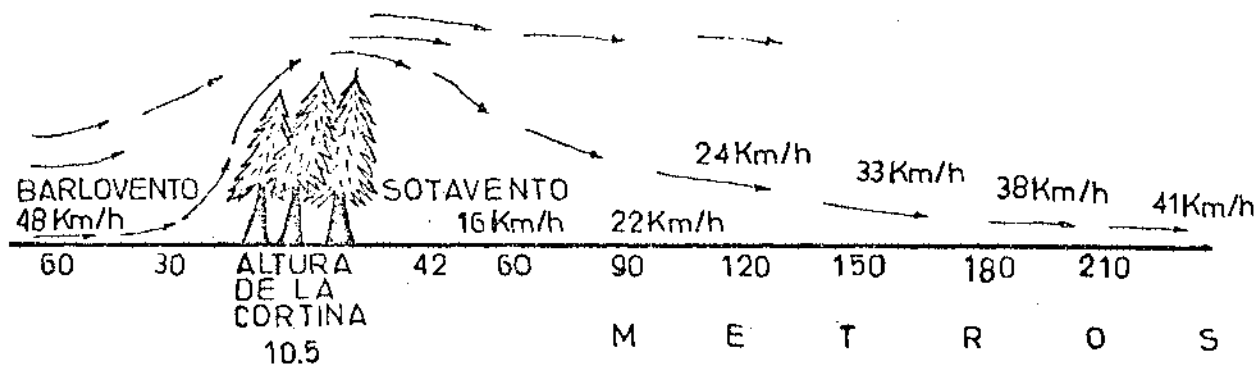


Fig.19 Efecto de la cortina rompevientos en la disminucion de la velocidad del viento.

Como ya se indicó anteriormente, la capacidad de la carga de una corriente de aire es proporcional a su velocidad; por lo tanto, el volúmen de suelo en suspensión o movimiento, disminuye en forma proporcional con la velocidad.

3o.- Proteger el suelo de la acción erosiva del viento. Al reducir la velocidad del viento por un lado, y disminuir el volumen de suelo en movimiento por otro, la cortina rompevientos resulta una práctica muy eficaz en la reducción del potencial erosivo de las corrientes del aire, si se considera que son estos aspectos los principales causantes de la erosión eólica.

Para que los objetivos puedan ser logrados, es indispensable que la cortina funcione al máximo de su eficiencia, para lo cual es importante considerar las siguientes características:

Forma.- Debe procurarse una formación de 4 a 10 hileras de plantas, utilizando conjuntamente árboles y arbustos plantados de forma tal, que permitan un perfil trapezoidal - en el cual los extremos están constituidos por arbustos y a la parte central, por árboles de mayor tamaño.

Altura.- Entre mayor sea la altura alcanzada por la cortina mayor será el área protegida en sotavento y mayor -- el espaciamiento entre cortinas para un eficiente control de la erosión.

Densidad.- La cortina debe ser lo más compacta posible, es recomendable evitar los espaciamientos entre plantas que permitan infiltraciones de aire que formen corrientes -- turbulentas.

La separación entre hileras y entre plantas depende del desarrollo vegetativo de las especies utilizadas y de la porosidad que se desee. Las separaciones más usuales para cortinas son de 1 a 2 metros entre arbustos y de 2 a 3 m. entre árboles.

Se establecen las cortinas en función de la intensidad de los vientos y el cultivo por proteger, debiendo darse dos a tres hileras de árboles cuando es fuerte la intensidad del viento o cuando el cultivo por proteger es muy susceptible a la acción del mismo. Resulta suficiente sin embargo, una cortina sencilla, de una sola hilera, cuando la intensidad es menor o de pretenderse aprovecha al máximo, la superficie afectada por el viento y se aleja de la técnica de conservación, que exige establecer el tipo de cortina requerida tanto para contrarrestar la acción erosiva del viento, como para dar la debida protección a determinados cultivos que por su naturaleza son susceptibles a este fenómeno.

Las cortinas sencillas, son aquellas que se forman con una sola hilera de árboles, bien por su frondosidad propia, o por la poca intensidad de la erosión eólica en el lugar. La distancia entre árbol y árbol, es la que puede formar una cortina lo más compacta posible aún dentro de su sencillez, y ésta puede ser desde 1.50 mts. a 3 mts., dependiendo del diámetro del árbol en pleno desarrollo. Las cortinas compactas y reforzadas son aquellas que se forman cuando menos con dos o más hileras de árboles, alternando la posición de los mismos para llenar los huecos a fin de que no pueda penetrar el viento, es decir, se colocan a "tres bolillos", quedando mucho más resistentes a la acción de los vientos -- aún aquellos de tipo huracanado como los que ocurren en las costas, o bien cuando se desee proteger los cultivos como el algodónero o algún otro fácil de desgranarse al llegar a su madurez.

Especies utilizadas en las cortinas rompevientos.

Las especies que constituyen una cortina rompevientos de acuerdo a su función particular, se clasifican en tres tipos:

Principales: Especies que proporcionan la altura efectiva de la cortina (las de mayor porte).

Secundarias: Especies que se colocan a los lados de las principales y son de menor altura.

Accesorios: Especies arbustivas o matorrales que se establecen en los bordes y entre las filas de las anteriores, con la finalidad de disminuir la porosidad y evitar filtraciones de aire.

Para una adecuada selección de especies, es indispensable considerar las condiciones climáticas del área donde se desean establecer, a fin de que se pueda lograr un buen desarrollo de éstas.

El empleo de cortinas rompevientos para el control de la erosión eólica tiene varias limitaciones, como son:

- El espaciamiento relativamente pequeño exigido para una defensa eficaz, reduce el área cultivable.
- En condiciones de extrema aridez en donde la erosión eólica alcanza mayor peligro, pueden no desarrollarse bien, a menos que cuenten riego suplementario.
- Pueden ser hospederas de plagas de difícil control.

Para que las cortinas rompevientos cumplan eficientemente con los objetivos para los cuales han sido establecidas, es necesario realizar trabajos de protección y conservación que las mantengan en condiciones óptimas de eficiencia durante el máximo período.

Deben ser protegidas contra incendios, mediante la construcción de un cortafuegos de dos o más metros; contra plagas por procedimientos biológicos y químicos y contra el ganado por medio de cercas que impidan su acceso a la cortina.

Una medida de conservación consiste en labores de -- deshierbe y labranza periódica, para evitar la competencia de malezas.

Control de la erosión eólica.- El control de la erosión eólica se lleva a cabo por medio de las cortinas rompevientos.

Las cortinas rompevientos constituyen una práctica -- de tipo generalizado para el control de erosión eólica, esto es, que pueden igualmente utilizarse en áreas agrícolas, de pastizales, desprovistas de vegetación y en zonas urbanas.

Selección de especies para cortinas rompevientos.

Las especies que habrán de utilizarse en las cortinas rompevientos deben reunir una serie de requisitos para que cumplan eficientemente con sus objetivos, los principales se enumeran a continuación.

1o.- Especies adaptadas al clima de la zona.

2o.- Resistentes a la sequía y con un sistema radicular vigoroso de desarrollo vertical y horizontal, de manera que se aproveche al máximo la humedad del suelo.

3o.- De crecimiento rápido y morfológicamente uniforme (troncos rectos, vigorosos y longevos).

4o.- De gran densidad de copa.

5o.- De preferencia utilizar las alineaciones exteriores de la cortina, especies no aceptables por el ganado o espinosas que restrinjan el ramoneo.

6o.- Que conserven, por lo menos, parte del follaje todo el año.

* Cortafuegos: Es una pequeña faja entre los bordes de la cortina y la zona de cultivo, que debe permanecer sin vegetación y residuos de cualquier tipo.

Las principales especies utilizadas como cortinas rompevientos se presentan a continuación.

CUADRO 1 - A Especies utilizadas en las Cortinas Rompe-
vientos.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<i>Populus nigra</i>	Alamo
<i>Salix alba</i>	Sauz
<i>S. babylonica</i>	Sauz Ilorón
<i>S. Humboldtiana</i>	Sauz Tropical
<i>Cupressus arizonica</i>	Cedro blanco
<i>C. Sempervirens</i>	Cedro
<i>C. macrocarpa</i>	Cedro
<i>Juriperus virginiana</i>	Enebro de Virginia
<i>Tamarix articulata</i>	Tamarix
<i>Schinus molle</i>	Pirul
<i>Pinus halepensis</i>	Pino helepo.
<i>P. canariensis</i>	
<i>Pinus virginia</i>	
<i>Quercus robur</i>	Encino rojo
<i>Robinia pseudocacia</i>	Robinia
<i>Ulmus americana</i>	Olmo
<i>U. parvifolia</i>	
<i>Casuaria equisetifolia</i>	Casuarina
<i>Eucaliptus camaldulensis</i>	Eucalipto
<i>Fraxinus viridis</i>	Fresno
<i>Prosopis alba</i>	
<i>Grevillea robusta</i>	Grevillea
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
<i>Delonix regia</i>	Framboyán

En el Proyecto de Conservación de los Suelos de la -
Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote, se utilizarán
las cortinas rompevientos de tipo sencillo, es decir, de --
una sola hilera de árboles de las dos especies recomendadas
por esta zona que son: los de Casuarina (*Casuarina equiseti-
folia*) y Eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*).

A) METODOLOGIA

A.1) Características del Area de Estudio.

La depresión del Colli - Tepopote se localiza al suroeste del Municipio de Zapopan y entre los paralelos $20^{\circ} - 38'$ y $20^{\circ} 44'$ latitud norte y los $103^{\circ} 34'$ y $103^{\circ} 27'$ longitud oeste, y con una altura media de 1,500 m.s.n.m.

Delimitaciones.

La zona de estudio está limitada al norte, noroeste y noreste por la zona de cultivos del Valle Central de Tezistán, al sur por la Sierra de la Primavera, al sureste por el Cerro del Colli y al oeste por el del Tepopote. Fig. 1

Extensión.

La depresión cuenta con una extensión total de 4,338-has. formando el 3.56% de la superficie total del Municipio.

Geología.

La Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote ha sido producida por el movimiento tectónico de las placas que componen al continente, una de las más importantes es la de Cocos y la que influye principalmente en la formación de este tipo de depresión o fallas en nuestro territorio, por lo cual, las hace más susceptibles a la erosión tanto hídrica como eólica.

A.2) Métodos.

El Proyecto de Conservación de los Suelos de la Depresión, se llevó a cabo por medio de muestreos y recorridos de campo y con el apoyo de mapas topográficos y fotografías aéreas, obteniendo las características específicas de la zona de estudio, por lo que se hizo el diagnóstico manejando los diferentes factores de cada comunidad.

CUADO 1

Método Utilizado en el Diagnóstico del Area de Estudio.

A.2.1) Diagnóstico

Factor

Social.- Tecnología tradicional, población, salud, enfermedades y causas, educación y tradiciones, - punto de vista de los campesinos, con respecto a la erosión de sus suelos, uso de la vegetación en la alimentación, uso medicinal y de subsistencia.

Ecológico.- Clima, grupos climáticos, -- distribución de la precipitación y variabilidad, intensidad máxima en 24 hrs., vientos dominantes anuales.

Hidrografía.- cantidad, calidad, necesidades humanas para los cultivos y para el ganado.

Suelos.- Uso actual y potencial del suelo y delimitación de zonas afectadas por la erosión.

Fisiografía.- Factores edáficos, profundidad y textura.

Económico .- Ingresos, poder adquisitivo y fuentes de subsistencia.

Político .- Tenencia de la tierra, avances en los programas regionales (impactos), medidas oficiales - de socorro simiestros y desastres.

Análisis de los factores limitantes.- Los factores limitantes que afectan al uso potencial del suelo son principalmente la Topografía (T1 y T2), uniforme y ondulada respectivamente y la erosión (E) es lo que permite observar una mayor dificultad para hacer uso integral del suelo. Cuadro-6.

La existencia de las 399 cárcavas en el área de estudio es una muestra clara de los daños que está sufriendo el suelo, puesto que se tienen tan solo 3 prácticas de conservación de suelos, 3 presas de piedra, 1 de mampostería y 2 de piedra acomodada, es por esto que es imprescindible realizar este proyecto, con el fin de proteger y regenerar el suelo.

Clasificación de las Cárcavas.- Para la mayor comprensión, se acostumbra clasificar las cárcavas según su tamaño y el área que drenan, de la manera siguiente:

- Cárcavas pequeñas, aquellas cuya profundidad es menor de un metro.

- Cárcavas medianas, aquellas cuya profundidad es mayor de 1 a 5 metros.

- Cárcavas grandes, aquellas cuya profundidad es mayor de 5 metros.

De acuerdo con el tamaño del área drenada, o sea de la cuenca de captación, éstas se clasifican en la forma siguiente:

- Cuenca pequeña, cuando la superficie de drenaje es menor de 2 hectáreas.

Cuadro 6. Factores y parámetros para la clasificación de tierras según su capacidad de uso (Uso potencial).

GRUPO DE FACTORES	CLAVE	FACTORES	UNIDAD DE DESCRIPCIÓN								
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
CLIMA	C	Deficiencia de agua (precipitación media anual en mm)	mm.	mayor de 800	500-800	300-600	400-800	300 a 400*	300 a 400*	100-300	menor de 100
	I	Exceso de agua hídrica	inundaciones	siempre	Inundaciones ocasionales	Frecuentes inundaciones que afectan moderadamente los cultivos	Frecuentes inundaciones que afectan severamente los cultivos	Las inundaciones permiten el desarrollo de pasturas con limitaciones leves	Las inundaciones permiten el desarrollo moderado de pastos	Las inundaciones permiten el desarrollo ocasional de cultivos pastos	Son terrenos que permanecen inundados más de 60 días
EROSIÓN	E	Erosión	centímetros	0-10	Menor erosión con pérdida de 0 a 25% del horizonte A, y/o menor en los horizontes inferiores	Como I, pero con pérdida del 25 a 75% del horizonte A, y/o con erosión moderada	Como I, pero con pérdida del 75 a 100% del horizonte A, y/o con erosión profunda	Como I, pero con pérdida del 0 a 20% del horizonte B y/o terreno en formación	Como I, pero con pérdida del 30 a 60% del horizonte B y/o con erosión continua	Como I, pero con pérdida del 60 a 100% del horizonte B y/o con erosión continua y/o con erosión profunda	Como I, pero con pérdida del 100% del horizonte B y/o con erosión profunda y/o con erosión profunda y/o con erosión profunda
TOPOGRAFÍA	T1	Topografía (Terrenos con pendientes suaves)	%	0-2	2-5	5-10	10-15	15-25	25-40	40-100	mayor de 100
	T2	Topografía (Terrenos con pendientes moderadas)	%	0-2	2-5	5-10	10-15	15-25	25-40	40-100	mayor de 100
SUELO	S1	Profundidad efectiva del suelo	cm.	mayor de 100	50-100	35-50	25-35	15-25	10-15	menor de 10	menor de 10
	S2	Profundidad del suelo fértil	cm.	mayor de 100	50-100	35-50	25-35	15-25	10-15	menor de 10	menor de 10
	S3	Permeabilidad en la superficie	centímetros	1-10	La permeabilidad interfiere con las labores agrícolas al 5 a 10% del área se encuentra cubierta	La permeabilidad interfiere con las labores agrícolas en 10 a 25% del área	La permeabilidad interfiere con las labores agrícolas en 25 a 50% del área	La permeabilidad interfiere con las labores agrícolas en 50 a 75% del área	La permeabilidad interfiere con las labores agrícolas en 75 a 100% del área	La permeabilidad interfiere con las labores agrícolas en 100% del área	La permeabilidad interfiere con las labores agrícolas en 100% del área
	S4	Solididad	mm. hor./mm.	0-2	2-4	4-8	8-15	mayor de 15	mayor de 15	mayor de 15	mayor de 15
	S5	Suavidad	P.S.I	menor de 10	10-15	15-20	20-30	mayor de 30	mayor de 30	mayor de 30	mayor de 30

* Condiciones de los otros factores.

- Cuenca mediana, si la superficie de drenaje varía -
de 2 a 5 hectáreas.

- Cuenca grande, en el caso de la superficie de drena
je sea mayor de 5 hectáreas.

A.2.2) Materiales.

Los materiales que se utilizaron para realizar el - proyecto de conservación de los suelos en la depresión de - los Cerros del Colli - Tepopote en Zapopan, son:

- Mapas topográficos de la depresión con escala de 1:50,000.
- Fotos áreas con escala de 1:50,000 y 1:35,000.
- Estacas.
- 1 cinta métrica de 25 mts.
- Clisímetro.
- Pala.
- Bolsas de 2 Kg. de capacidad.
- Etiquetas de embarque.
- Grayón de tinta negra.

A) DIAGNOSTICO.Factor Social

El área de estudio de la Depresión entre los Cerros del Colli - Tepopote, abarca parte de cuatro ejidos, los --cuales son: el de Jocotán, San Juan de Ocotán, La Venta del Astillero y el de la Primavera.

Tecnología Tradicional.- En esta área se siguen ---practicando los métodos tradicionales de tiro por animales--para labrar la tierra y el cuamil, sembrando a base de aza--dón y coa.

El conocimiento de las distintas formas tradiciona--les de la tierra, en la depresión nos presenta de una mane--ra más real de vida actual, de los campesinos, del área y --los adelantos en cuanto al manejo y siembra de sus parcelas y por supuesto de los beneficios que obtienen, utilizando --dicha tecnología.

Población

En el área se tiene una población aproximada de ---30,000 habitantes, distribuidos en cada uno de los ejidos,--que abarcan la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopo--te.

En San Juan de Ocotán se tienen 10,000 habitantes,-Jocotán 8,000, La Venta del Astillero 8,000 y por último la Primavera con 3,500 habitantes, se tiene una tasa de creci--miento del 7.6% anual y con 638 ejidatarios.

La tasa de emigración es del 85% es decir, de cada 100 personas en edad para trabajar salen 85 a residir a -- otros lugares.

La emigración es poca, ya que apenas un 20% estima al ampliarse los ejidos y al abrir nuevas zonas residenciales, como es el caso del ejido de la Primavera.

Los movimientos de la población de emigración e inmigración, afectan directamente al cuidado y manejo de las tierras, pues los ejidatarios que les dan uso teniendolas en un buen estado de producción aceptable, abandonan sus tierras, quedando estas osciosas por causa de la emigración de éstos, movidos por la idea de salir a otros lugares en busca de un mejor trabajo y bienestar para sus familias, presionando por la falta de apoyo y pocos beneficios obtenidos por la cosecha limitada.

El bajo rendimiento está influido por inadecuado manejo y protección contra la erosión, tanto hídrica como eólica, ya que al tener tan solo tres tipos de obras de -- conservación de suelos como son: Una presa de mampostería y dos presas de piedra acomodada, éstas son insuficientes para reducir los daños por los tipos de erosión mencionadas.

Será de gran trascendencia en todos los factores -- tanto social, ecológico y económico el que se motive a los campesinos a seguir trabajando sus tierras, para disminuir la emigración que afecta directamente a las tierras de uso agropecuario y forestal, para que no queden abandonadas, -- protegiendolas contra el fenómeno de la erosión, brindando les apoyo para superar los obstáculos que se presentan con créditos oportunos, asistencia técnica, tomando muy en cu

ta el establecimiento de las prácticas de conservación de los suelos, que aquí se proyectan y dándoles precios justos a las cosechas.

Planear debidamente el crecimiento de los núcleos habitacionales sin dejar a un lado la importantísima función que tiene el suelo como proveedor de nuestros alimentos.

Salud.- Se tiene un Centro de Salud Comunitario en San Juan de Ocotán, para dar asistencia médica y hace falta uno por cada ejido restante, y ampliar los servicios médicos de socorro dentro del área de estudio, pues la incidencia de las enfermedades intestinales por parásitos es muy alta, debido a la mala higiene, por falta de agua potable y baja educación nutricional, por ésto, es urgente que se hagan campañas de orientación a la población a cerca de las enfermedades que pueden contraer con los malos hábitos, claro está, antes que todo se promoverá la adquisición del agua potable y de drenaje, ya que sin estos servicios es muy difícil disminuir estos niveles en la incidencia de dichas enfermedades; otras enfermedades que se presentan son las de la sangre y nerviosas.

Educación y Tradiciones.- La educación en general se tiene un bajo nivel de preparación, pues en su mayoría son personas que se han dedicado a las actividades del campo, y se tiene dificultad para asistir a la escuela, ya sea a la primaria, como a los siguientes niveles, aunque se nota un gran ambiente de superación.

La facilidad de comunicación que se tuvo con los ejidatarios, dió como resultado el que se puedan organizar para colaborar con la realización de las Prácticas de Conserva---

ción contenidas en este proyecto, especialmente para la Depresión de Los Cerros del Colli - Tepopote.

Uso de la Vegetación.- Se observó que se tienen varios usos de las plantas, tanto árboles y arbustos y de tipo herbáceo que aquí se desarrollan , las cuales se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO-2. USO DE LA VEGETACION EN EL AREA DE ESTUDIO .

P L A N T A		U S O
Quelite	<u>Amarantus hibridus</u>	Alimentación
Verdolaga	<u>Portulaca oleracea</u>	"
Nopal	<u>Opuntia fuliginosa</u>	"
Pino	<u>Pinus oocarpa</u>	Construcción y Combustible.
Roble	<u>Quercus magnolifolia</u>	"
	<u>Cletra mexicana</u>	"
Huizache	<u>Acacia farneceana</u>	"
Tepame	<u>Acacia Penátula</u>	"
Salvia	<u>Hyptis alvida</u>	Medicinal
Arnica	<u>Arnica montana</u>	"
Vegetación en General		Apicultura

La vegetación es un factor importante en la vida del hombre, tanto por el uso variado que éste le da, como el papel que juega en el equilibrio ecológico del área de estudio, por lo que, su mantenimiento y regeneración es imprescindible, es por esto que deben realizarse las prácticas vegetativas que se proyectan en este trabajo.

Factor Ecológico.

El Clima.- El clima que se tiene en el área de estudio es del tipo Awo(w)(e)g, según la clasificación Köppen modificados para la República Mexicana por E. García (7).

Este clima corresponde al grupo de los climas cálidos-con temperatura media anual de 22° C. y la del mes más frío-18° C., el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias -- en verano, con un cociente P/T (Precipitación Total Anual en mm. sobre la temperatura media anual en °C) 43.2.

La precipitación media anual de la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote, es de 866.9 mm., su distribución y variabilidad, se observa en el cuadro 10.

La intensidad máxima en 24 hrs. es de 105.5 mm. Cuadro 10.

La dirección de los vientos dominantes es de Oeste a Este, presentandose en Febrero y Marzo con una velocidad promedio de 40 Km/hr.

Es importante conocer las características del clima para establecer las prácticas de conservación.

Hidrograffa.- La falta de agua en el área, es debido a que se han realizado pocas obras de captación como son: ollas de agua y jagüeyes, en el recorrido realizado se observaron dos ollas de agua, una mediana y otra grande y una represa - ubicada en los predios cercanos a la población de la Venta del Astillero las primeras, y de San Juna de Ocotán la segunda. Es muy importante también la construcción de este tipo de obra de captación de agua in situ, complementando así-

CUADRO 10

LLUVIA (EN MILIMETROS DE ALTURA O LTS/MT²)

M E S	PROMEDIO MENSUAL		MES MAS LLU- VIOSO		MES MENOS LLUVIOSO		LLUVIA MAXIMA EN 24 HORAS.		
	AREA RURAL ZAPOPAN	AREA METRO POLITANA.		AÑO		AÑO	MM	DIA	AÑO
ENE.	14.3	14.3	98.7	1931	0.0 (VRS)		54.9	24	1980
FEB.	3.2	6.5	28.5	1895	0.0 (VRS)		25.8	05	1941
MZO.	4.7	7.0	71.0	1888	0.0 (VRS)		25.2	23	1941
ABR.	4.7	12.1	63.4	1959	0.0 (VRS)		28.9	18	1959
MAY.	25.5	27.4	240.6	1963	0.0 (VRS)		49.0	31	1951
JUN.	168.3	176.4	454.0	1894	35.8	1955	69.7	30	1932
JUL.	229.4	273.4	409.5	1958	86.4	1943	105.5	09	1930
AGO.	194.2	232.8	384.0	1960	22.0	1912	65.7	17	1936
SEP.	149.0	148.4	328.3	1935	44.9	1948	58.6	15	1922
OCT.	47.2	59.8	186.0	1890	1.1	1940	59.4	06	1923
NOV.	15.7	18.5	195.4	1885	0.0 (VRS)		52.2	12	1930
DIC.	10.7	14.4	163.3	1925	0.0 (VRS)		52.6	13	1963
ANUAL	866.9	985.1	1297.1	1958	568.0	1897	105.5	JUL.9.	1930

el manejo de la cuenca que delimita la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote, llevándose a cabo con las obras y prácticas de conservación recomendadas en este trabajo.

El agua es de buena calidad para uso humano y agropecuario, lo que permite tener una buena planeación a corto plazo, para el establecimiento de obras de infraestructura, para el abastecimiento de agua en toda el área, para esto se tienen cuatro pozos distribuidos en toda la Depresión, pudiéndose abrir otros tres para satisfacer las necesidades.

El agua como elemento esencial para la vida del hombre y de los seres vivientes es de vital interés, el conocimiento de los puntos principales de abastecimiento de las mismas, y la realización de obras de captación de agua in situ y las prácticas de conservación en la depresión para controlar las 399 cárcavas existentes, disminuyendo los daños por erosión hídrica y retener una mayor cantidad de agua por infiltración y aumentar los mantos freáticos de donde se obtendrá el agua suficiente para la satisfacción de las necesidades humanas, animales y de la vegetación.

Las prácticas de conservación ayudan a que el suelo retenga la mayor cantidad de agua, la cual beneficia a la formación de mantos freáticos y una cantidad de humedad abundante para los cultivos.

Los suelos.- Los suelos del área de la Depresión Colli - Tepopote, tienen un uso variado debido a sus características físicas como son: Origen del Suelo, Clasificación del Suelo, Fisiografía, Vegetación, Ganadería, Fauna Silvestre.

Origen del Suelo.- El material madre que dió origen a los suelos de Zapopan es del tipo de rocas ígneas extrusivas formadas por los grandes movimientos volcánicos en la edad -

Cenozoica del período terciario, ubicándose esta zona en la provincia geológica del Eje Volcánico, la cual divide prácticamente la parte norte de la del sur del País.

Las rocas extrusivas que se encontraron en el área de estudio son: Pomex y Riolitas.

Las rocas extrusivas se componen básicamente de Feldespatos del tipo de la Ortoclasa, Plagioclasa, además del Cuarzo, Hornblenda y micas.

Clasificación de los Suelos.- La depresión del área de estudio tiene suelos regosoles según la clasificación de la FAO - UNESCO, los cuales son jóvenes, profundos con texturas sueltas o arenosas, claros, pobres en Materia Orgánica.

Al conocer las características del suelo, nos dará una idea mejor a cerca del manejo que se les debe dar y la dificultad o facilidad que se puede tener, para el establecimiento de las prácticas de conservación proyectadas.

Fisiografía.- La depresión que delimitan los Cerros del Colli - Tepopote, forma parte de las zonas accidentadas del Municipio de Zapopan, y se tiene una fisiografía muy diferente a las demás, que consta de lomeríos, bajos y pendientes fuertes por el cambio brusco de la topografía en los límites de la Depresión con el Valle Central de Toluca al norte y la Serranía de la Venta que forma parte del Bosque de la Primavera al sur.

Factores Edáficos: La Profundidad y la Textura.

Los suelos en la Depresión del Colli - Tepopote, se consideran suelos profundos, con una profundidad mayor de

1 metro, con texturas gruesas y sueltas franco-arenosas, lo que favorece al establecimiento de las Prácticas de Conservación del Suelo.

Vegetación.- La vegetación de la depresión de los Cerros del Colli - Tepopote, está constituida por vestigios de árboles pertenecientes a la clasificación de Pino y Encino y al bosque del clima templado - frío.

Sus principales representantes son: *Pinus occarpa* y *Pinus michoacana*, *Cornuta*, *Quercus magnifolia*.

Esta área que corresponde a la Depresión delimitada -- por los Cerros del Colli - Tepopote, está muy perturbada se encuentran en ella elementos de matorral subtropical.

Acompañan al bosque de Pino y Encino, los árboles menos frecuentes que son: *Clethra mexicana*, *Arbutus glandulosa*, *Quercus castanea*, *Quercus viminea*, en lugares húmedos, en -- hendeduras abiertos entre la Serranía tenemos *Oreopanax Xalapensis* y *Leucothoe* sp.

La perturbación fuerte que se tiene en el área de la Depresión es debida principalmente a la deforestación por la tala inmoderada de los árboles, por el pastoreo excesivo y la quema de los pastos, malezas, pues se ha practicado esto desde los primeros pobladores del área hasta la actualidad, es por ello que es de mucha importancia concientizar a los campesinos, para que cambien el manejo de sus tierras y adopten las nuevas prácticas aquí proyectadas, con el fin de conservarlas en buen estado de cantidad y fertilidad.

En el estrato arbustivo, que comprende al tipo de vegetación secundaria en los lugares talados o terrenos abandonados

dos se establecen:

Acacia farnesiana (huisache), Acacia pennatula (tepa--
me), Hyptis albida (salvia), Hiptis rhytidea, Eysenhardtia -
polystachia (varaduz), Opuntia fuliginosa (nopal).

Ganadería.

Se tiene una actividad notable a nivel de ganadería en
cuanto al número de cabezas, las cuales se muestran en el si
guiente cuadro.

Cuadro 3. Tipos de ganado y cantidad existente en el área -
de estudio.

Tipo de ganado.	Bovino	Porcino	Caballar	Caprino
No.de Cabezas	570	500	150	200

Cuadro 4. Uso del ganado en la producción de alimentos.

Tipo de ganado	Bovino		Porcino	Caprino	
Producto	Carne	Leche	Carne	Carne	Leche
No.de Cabezas	310	260	500	150	50

Se utilizan los métodos de manejo de estabulado y pastoreo, para el ganado porcino se utiliza el método de chiqueros (Porquerizas). En aves se tienen instalaciones adecuadas para protegerlas del frío y el calor, teniendo una cantidad de 20,600 aves, productoras de carne y huevo.

Se tienen buenas perspectivas en cuanto al desarrollo de la ganadería, pudiendo aumentar el número de cabezas de los distintos tipos de ganado y de las aves en un 90% -- más, ya que hay espacio suficiente y facilidad de conseguir los insumos necesarios para su explotación técnica y racional.

Es de gran interés el tener un conocimiento real de la cantidad y tipo de ganado con que se cuenta en la Depresión, ya que la ganadería es una actividad tradicional que influye de gran forma en el bienestar, económico y al desarrollo integral de los campesinos y pequeños propietarios -- al ser explotada de manera racional, protegiendo las zonas arboladas y de pastoreo, al utilizar los métodos de manejo apropiados para esta actividad.

Fauna Silvestre.- Se observó muy poca fauna silvestre pues da la impresión de no haber existido fauna en esta área, debido a la influencia humana por perturbación existente por la caza ilegal, el excursionismo recreativo de -- los habitantes de la Ciudad de Guadalajara y otros lugares, además de los incendios forestales fuertes frecuentes han -- alejado a la mayoría de la fauna nativa, se tiene la existencia de las siguientes especies:

Cuadro 5. Fauna silvestre existente en el área de estudio.

Phylum Vertebrata

Clase Amphibia.

Orden Urodela

Familia Plethodontidae:

Orden Anura

Familia Bufonidae:

Bufo spp. "Sapos".

Familia Ranidae:

Rana spp. "Ranas".

Clase Reptilia.

Orden Sauria

Familia Taidae:

Seloporus microlepidotus y otras

Especies "Lagartijas".

Clase Aves.

Orden Falconiformes

Familia Cathartidae:

Caragyps atratus "Zopilote".

Familia Accipitridae:

Buteo platypterus "Gavilán".

Familia Falconidae:

Falco sparverius "Halconcillo".

Orden Strigiformes

Familia Strigidae:

Striix prlata "Lechuza blanca".

Orden Galliformes

Familia Phasianidae:

Coliunus virginianus "Codorniz común".

Familia Columbidae:

Zenaidura macroura "Huilota".

Clase Mamalia

Familia Didelphidae:

Didelphis marsupialis "Tlacuache".

Orden Insectivora

Familia Talpidae:

Scalopus inflatus "Topo".

Orden Rodentia.

Familia Sciuridae:

Sciurus nayaritensis "Ardilla".

Familia Muridae:

Ratus mexicanus "Ratón común".

Familia Cricetidae:

Microtus mexicanus "Ratón del campo".

Orden Carnívora.

Familia Canidae:

Canis latrans "Coyote".

Familia Mustelidae:

Mephitis macroura "Zorrillo listado".

Phylum Invertebrata

Clase Arachnida

Subclase Artorogastros

Orden Escorponideos vivíparos, Alacranes ó Escorpiones.

Orden Solpugas

Subclase Hologastros

Orden Araña

Género Lactrodectas "Viuda negra"., es venenosa.

Familia Carabidae:

Orden Coleoptera: Escarabajos Corredores y Pinacates.

Familia Coccinellidae:

Orden Coleoptera "Catarinitas".

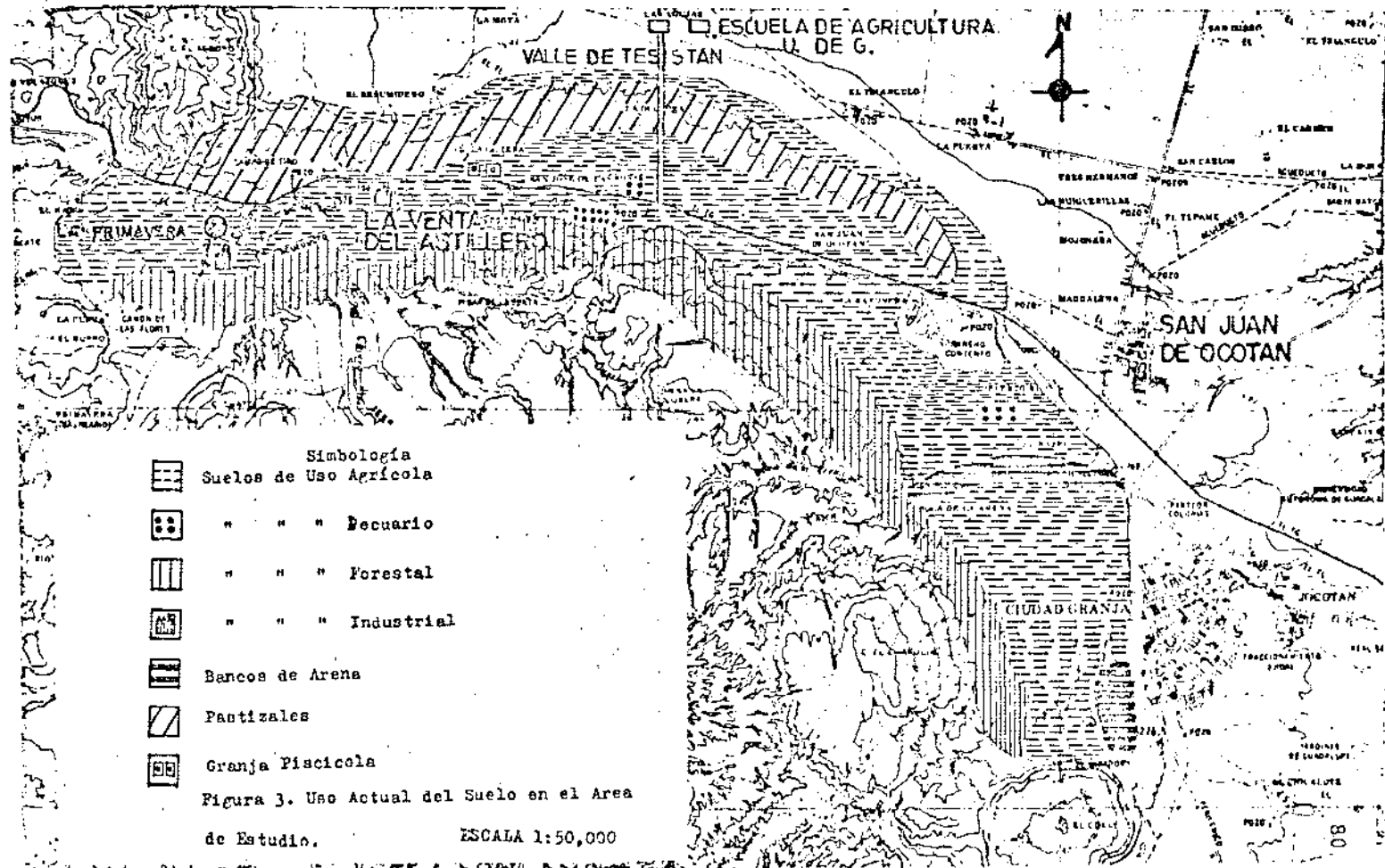
La trascendencia que tiene el que se proteja a la fauna silvestre, es muy grande ya que el equilibrio ecológico del medio ambiente depende en gran parte de la existencia de esta, además de ser una fuente de alimento para los campesinos del área de estudio.

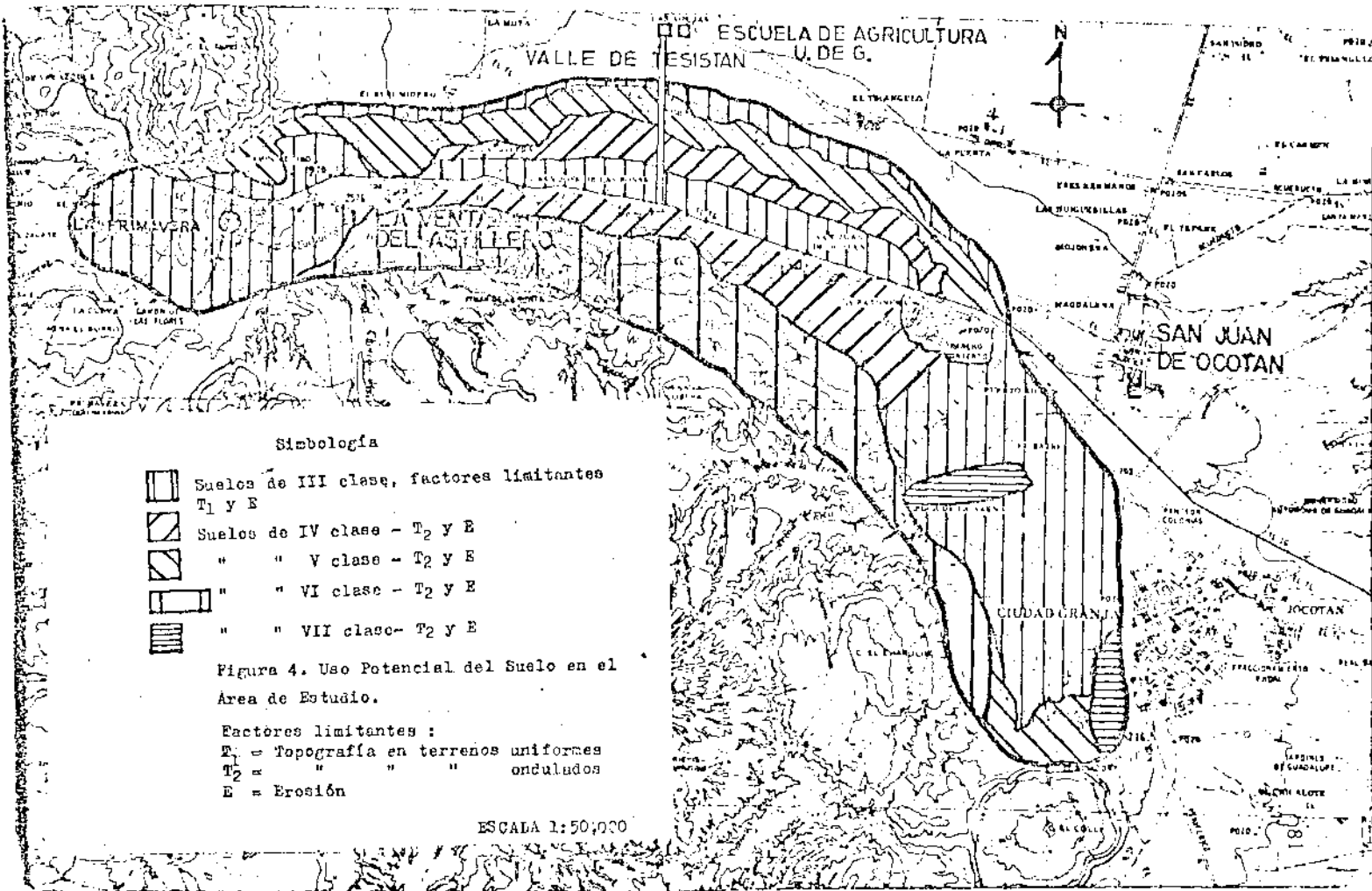
La existencia de algunas especies como la rata, ardilla y los topos influyen mucho en el proceso de la erosión del suelo, al hacer sus madrigueras, que al comunicarse con otras provocan socavaciones y derrumbes.

Uso Actual del Suelo.- Los diferentes usos que tiene el suelo en la actualidad son: Agrícola, Pecuario y Forestal e Industrial. Fig. 3.

Uso Potencial.- Los suelos de la depresión del Colli Tepopote tienen una clasificación por su capacidad de uso de III, IV, V, VI, VII clase, Cuadro 6. Los factores limitantes que se muestran en el cuadro son tomados en cuenta para la clasificación de los suelos de uso potencial. Fig.4

El uso actual y potencial de los suelos de la Depresión de los Cerros del Colli- Tepopote, es importante conocerlo ya que nos presenta el tipo de uso que se le da al suelo y la capacidad de ampliar aún más las actividades Agropecuarias e Industriales que se desarrollan en el área, sin dejar de tomar en cuenta el estado físico y ecológico -





de los suelos con el fin de establecer las prácticas de conservación donde sea necesario para obtener un mejoramiento en ambos factores.

Factor Económico.

Ingresos.- Los ingresos son medianos y tendientes a ser altos por el gran movimiento comercial que se está -- realizando con el área; pues, aunque los precios de los productos de consumo básico están en constante elevación, el -- salario se va ajustando a este movimiento, el descontrol -- que existe es el que se elevan estos mucho antes que el -- ajuste salarial. Situación que se viene presentando desde -- hace varios años afectando el poder adquisitivo del salario en lo que respecta a los campesinos en el ciclo primavera -- verano de 1982, se tuvieron pérdidas grandes por falta de -- lluvias desde 60 a 90%, por lo cual sus ingresos fueron bajos aunque algunos aseguraron sus cosechas, pero otros no -- todo esto en contra de la economía familiar por lo que es -- importante mejorar y aumentar de una manera concreta el nivel de producción de las tierras, trabajándolas debidamente con los insumos y créditos suficientes adquiridos oportunamente, y así como una buena protección del cultivo y de las mismas tierras, estableciendo las obras de Conservación, -- que se recomiendan en este trabajo especialmente por esta -- área que corresponde a la Depresión de los Cerros del Colli Tepopote; así mismo pugnar por defender el poder de adquisición y aumentando los precios de garantía del maíz, y otros productos pecuarios como leche, carnes, etc., incluyendo -- principalmente las personas que trabajan en las diferentes -- empresas o industrias que están establecidas en el área, -- que se organicen y pidan el ajuste salarial suficiente y -- justo, haciendo lo mismo, los trabajadores del campo, por -- medio de las centrales obreras y campesinas.

Es interesante hacer notar los fenómenos económicos que dentro de la Depresión se realizan, las cuales determinan el bienestar y el bajo de nivel de vida de los campesinos y a la vez influye de manera decisiva en la realización de las prácticas de la conservación de la importancia económica que se tenga dentro del área en la producción de alimentos y productos maderables.

Comercialización.- El nivel de comercialización es buena ya que se cuenta con vías de comunicación importantes, una de ellas es la Autopista de Guadalajara-Nogales que abarca el área de estudio de manera que todas las actividades económicas son llevadas a cabo con una rapidez aceptable, esto permite un mayor movimiento por lo que se puede preveer un buen desarrollo de las actividades comerciales, aprovechando su cercanía a la Ciudad de Guadalajara.

El área de la Depresión de los Cerros del Colli -Teopote pueden aprovechar su cercanía a Guadalajara debido a la explosión demográfica que requiere de una mayor producción de bienes teniendo posibilidades industriales tales como:

- Empaque y conservación de carne de bovino y porcino.
- Industrialización de esquilmos animales.
- Industrialización de esquilmos agrícolas.
- Producción de alimentos balanceados para ganado.
- Producción de ácidos industriales.
- Producción de la harina de pescado y esquilmos ganaderos.
- Producción de maquinaria y equipo agrícola.
- Producción de máquinas y herramientas.
- Producción de máquinas automáticas.

Explotación de las áreas forestales.- Las áreas arboladas han sido taladas intensamente de forma irracional - junto con los incendios frecuentes que se presentan causado por la necesidad, de obtener mayor rendimiento en pastos para el ganado. Los pobladores ejidatarios al quemar los pastos y malezas en zonas arboladas como en la de cultivos es importante orientar a los pobladores y a la gente que llega a excursión o a visitar éstas áreas. Lo que significa cuidar y mantener el bosque para el bienestar de la población que allí residen y los visitantes, a los primeros sustituyendo su práctica tradicional de que quema de pastos por un pastoreo técnico, y el uso de pastos forrajeros como son: - el pasto Güinea, Rhodes, etc., y la tala para sacar la leña por el uso de combustible a base de petróleo, gas, disel y dando un manejo mejor al bosque, teniendo el apoyo técnico de la secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos SARH, por medio de sus guardias forestales, para que se establezcan métodos silvícolas para su mejor explotación sin llegar a perturbarlos, y a los segundos dar a entender la trascendencia que tiene el bosque para el mejor estado ecológico del medio y de sus paisajes para el esparcimiento y descanso beneficiando a todos.

El cuidado y la explotación del bosque es una responsabilidad que debe ser tomada en cuenta por todos, tanto por los habitantes de las zonas arboladas como de los excursionistas, por lo que el conocimiento del estado ecológico y del uso actual y potencial de estas áreas es importante para cambiar la acción negativa que se tiene contra el bosque.

La comercialización de la madera y productos forestales será posible solo con la explotación racional del bosque.

que utilizando dichos métodos silvícolas y cuidandolo con el fin de dar el uso debido a éstas zonas en la Depresión y mantener un buen estado ecológico y elaborar el nivel de vida de los campesinos, ejidatarios y pequeños propietarios.

Al llevar a cabo estas medidas se tendrá un sector que ha estado improductivo, el forestal, actividad económica ya que ha estado en abandono por lo que es importante impulsar tal actividad, apoyado a la vez con las prácticas de conservación proyectadas en este trabajo.

El tipo de actividades comerciales e industriales que se llevan a cabo en la Depresión de los Cerros del Colli-Tepopote, son muy diversos por lo que se tiene una gran capacidad de desarrollo en todos los aspectos. Razón de más para que se tome en cuenta la protección de los suelos, dada la importancia que tienen la producción agropecuaria y pudiendo explotar las áreas forestales.

Economía.- La población económicamente activa (P.E.A.) existentes en la Depresión de los Cerros del Colli Tepopote, que es de 30,000 habitantes el 26% trabajan con remuneración de sus servicios de esta, el 17% se dedica a actividades agropecuarias.

Existe una gran dependencia dentro del área pues el 74% (tres cuartas partes de la población), viven o se mantienen con los sueldos de la restante, dentro de este grupo de dependientes se incluyen los menores de edad, las amas de casa y los estudiantes.

Del total de la población activa 7,800.00, el 17% se dedica a actividades agropecuarias o sea 1326 trabajan en la agricultura y la ganadería, el sector industrial. Cuadro 7.

CUADRO No. 7

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR RAMA DE ACTIVIDAD			
RAMA DE ACTIVIDAD	1983	ABSOLUTA	%
Agricultura y Ganadería		1,326	17
INDUSTRIAS:			
Del petróleo		8	0.1
Extractivas		55	0.70
De transformación		1,787	22.91
Construcción		1,048	14.44
Electricidad		19	0.25
Comercio		897	11.50
Transporte		230	2.95
Servicios		1,617	20.73
Gobierno		245	3.14
No Especificadas		370	7.28
T O T A L :		7,800	100.00

Del análisis por sectores se deducen las siguientes conclusiones:

- Las personas dedicadas a las actividades agropecuarias han venido disminuyendo en 1960 el sector primario absorbió el 44.52% y para 1980 el 17%, es decir en 20 años disminuyó un 71.72% su participación.

- El sector industrial se mantiene dinámico dado -- que aumentó su participación en un 800% en 20 años analizados.

- El sector terciario comercial fue dinámico también al aumentar en más de 1.5% su personal laborable en el período 1960-1980.

- La tradición es la principal barrera que impide - que las mujeres se desemvuelvan libremente en alguna actividad renumerada, sin embargo, cada vez es mayor el número -- que desempeña labores fuera de su hogar, así se tiene que - de la población activa el 20.47% es de sexo femenino y el - 79.53% de sexo masculino las actividades preferenciales de- las primeras son las domésticas y las comerciales; en cuan- to, la de los hombres son agropecuarias e industriales.

En cuanto a las edades se encontró que la mano de - obra es más abundante entre los 15 y los 39 años en los hombres y para las mujeres se localiza entre los 15 y 24 años.

- Capital invertido.- A la fecha del último censo - (1980) había un capital invertido de \$ 450'931,000.00 en -- los establecimientos industriales correspondientes un promedio de 9'018,620.00 por unidad industrial.

- Salarios mínimos.- El municipio de Zapopan se en- cuentra comprendido en la zona económica # 47 de la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, dicha Comisión ha establecido- para esta zona un salario mínimo general de 583.00 y para -- los trabajadores del campo el de 500.00 que regirán en el -- año de 1983. Esta zona es la que tiene el salario más alto - de los 5 que componen el Estado de Jalisco.

Al conocer la economía interna de la Depresión, se - observó la grande dependencia que existe en cuanto al porcen- taje de la Población Económicamente Activa con relación a la -- que no trabaja, es decir, además de las personas no aptas para trabajar, existen otras que no tienen trabajo, siendo aptas para ello están en condiciones para realizar alguna actividad y corresponde al 20% del total de la población.

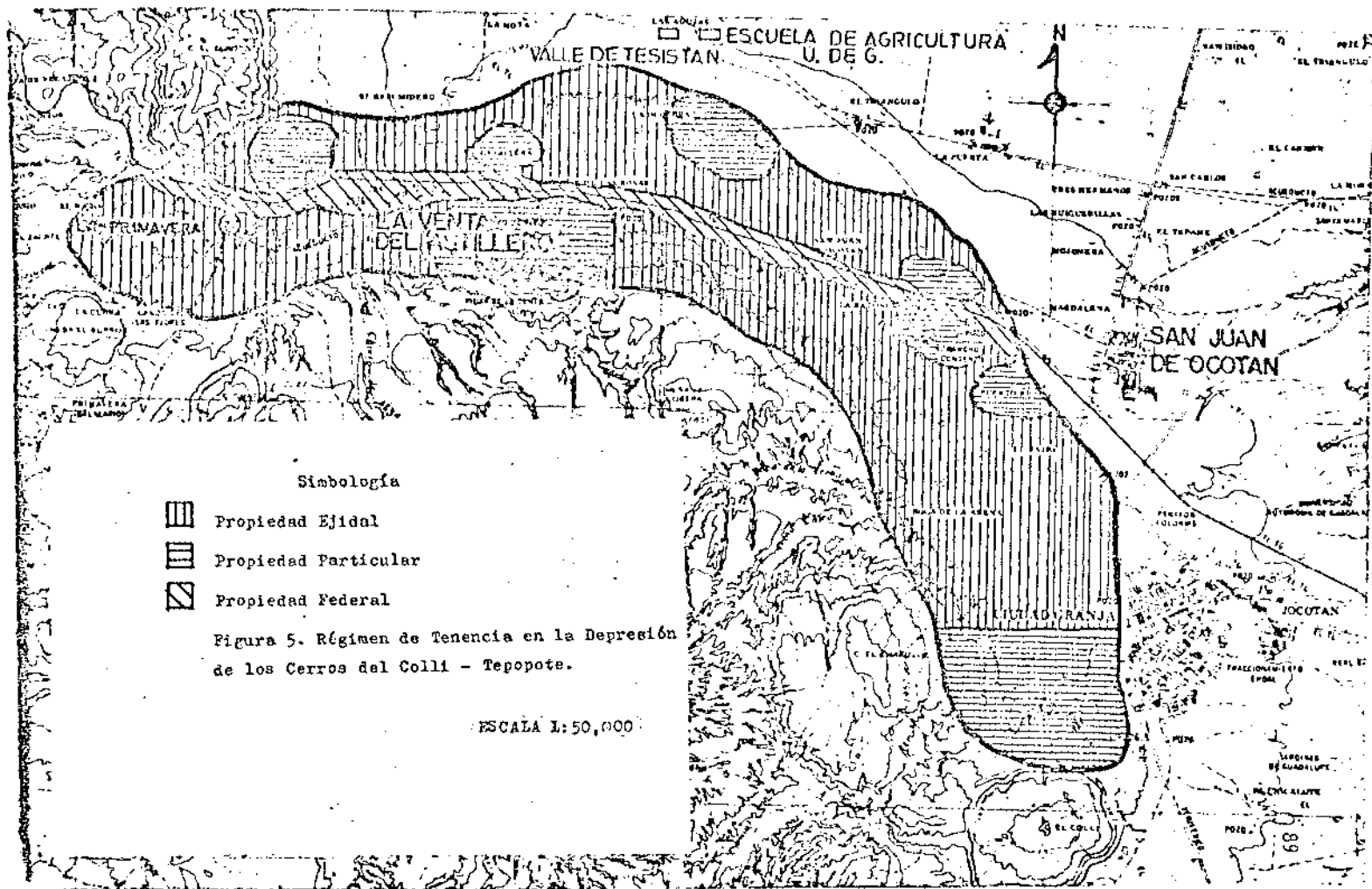
La falta de actividades en el campo limita bastante a la población del área, conseguir empleo en otras actividades y al llevar a cabo las obras de conservación de Suelos en la Depresión, se dará empleo a un gran número de personas.

Factor Político.

Tenencia de la Tierra.- En el área de estudio que corresponde a la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote, se tiene un gran porcentaje de suelo con un régimen de tenencia de tipo agrícola ó ejidal que es del 80% que son 3253.5 has. del total que son 4338 has. a la propiedad privada o pequeña propiedad corresponde el 20% que son 867.6 has. y el 5% restante que son 216.9 has. de propiedad federal. Lo que respecta a la seguridad de la tenencia se notó que hay un buen ambiente en la seguridad de la tenencia de la misma, se hace notable el uso actual que se tiene y la buena disposición por parte de los ejidatarios por hacer las prácticas de conservación que en este trabajo se proyectan.

La seguridad en la disposición de la tierra, es un aspecto muy importante para que haya más interés de parte de los campesinos, en llevar a cabo este tipo de trabajos con el fin de proteger sus terrenos de las pérdidas que sufren por erosión. Fig. 5

Programas Regionales.- En cuanto a los programas regionales, para el mejoramiento de las técnicas de manejo de las tierras y protección de los cultivos se notó que si hay un avance bueno debido a la disposición de asistencia técnica y Recursos Hidráulicos, y a su vez por el Distrito de Temporal # 1, ubicado en Zapopan, y en la Zona # 4.



En cuanto a la protección contra la erosión hídrica y eólica que afecta a los suelos de la Depresión de los Cerros del Colli-Tepopote, ésta es muy poca, no obstante la importancia de este aspecto tan trascendental en la vida de los campesinos como se ha mencionado se tienen tan sólo tres prácticas de conservación; dos presas de piedra acomodada y una de mampostería, las cuales son insuficiente para el control de la erosión.

Es importante proponer y pugnar porque se realicen este tipo de obras en esta área para mantener las tierras en un estado óptimo de fertilidad protegiéndola contra los fenómenos erosivos causados por la lluvia y el viento. Los cuales hacen que se pierda estando sin proteger debido al gran abandono y perturbación ecológica que se tiene en éstas, repercutiendo en la faja de productividad y a su vez en el deterioro del nivel social de los campesinos.

Medidas Oficiales de Socorro.- Son muy escasas las medidas oficiales de socorro en el área, de la Depresión ya que no es una zona donde no hay altos riesgos y peligros, es por ello que no se encuentran brigadas de rescate y primeros auxilios. Por la cercanía a la Ciudad de Guadalajara y a la cabecera municipal que es de Zapopan, se tiene el servicio de las instituciones encargadas de dar ayuda y apoyo en caso de desgracia o tragedias a suceder como son: La Cruz Verde, Roja y el cuerpo de bomberos y rescate.

La adquisición de despensas por medio del Desarrollo Integral de la Familia DIF, Jalisco se dan desayunos, despensas, leche nutritiva para las personas de todas las edades complementando su alimentación.

Este tipo de beneficio son muy pocos lo que hace difícil utilizarlos para llevar a cabo este proyecto.

La existencia de los centros de servicio médicos y de socorro, cada día es más cercano en toda la Depresión, ya que se construirán a corto plazo, por medio de la Secretaría de Salubridad. Y el apoyo de brigadas de parte de las instituciones de Asistencia Social y de socorro, tales como el Desarrollo Integral de la Familia en Jalisco DIF, la Cruz Roja de Guadalajara, Cruz Verde en Zapopan, la Unidad de Bomberos de Guadalajara y su estación en Zapopan, es de gran ayuda a los ciudadanos, tanto campesinos y trabajadores en general, lo que da un ambiente de bienestar notable en toda el área y una disposición positiva de parte de los ejidatarios por superar todo tipo de problemas que se presentan como el que nos ocupa en este trabajo, el control de los daños por erosión hídrica y eólica.

B) Observaciones generales.

Los recorridos de campo y las entrevistas personales con los campesinos, autoridades gubernamentales y ejidales realizadas en el área de estudio correspondiente a la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote, en el Municipio de Zapopan, Jalisco., nos permite hacer notar la gran falta de apoyo y organización de parte de las autoridades tanto del gobierno como ejidales, las primeras encargadas de dar la asistencia técnica en materia de conservación de los suelos y no únicamente en materia de lo que respecta a manejo y protección de los cultivos como se ha venido haciendo desde hace mucho tiempo, dejando al margen la protección del suelo contra la erosión tanto hídrica y eólica, es muy importante tomar en cuenta este aspecto de la protección de los suelos, ya que sin suelo no se puede tener el desarrollo normal de los cultivos trascendiendo en la vida social de los campesinos al llevar a cabo su control y ayudando de alguna forma a la restauración y mantenimiento del buen estado ecológico del área de la Depresión elevando a su vez su nivel económico y político.

Las segundas o sea las autoridades ejidales que son las encargadas de organizar y motivar a los propios ejidatarios a que participen de manera activa con el fin de poder llegar a dar soluciones a la problemática que les aqueja como es el caso del establecimiento de las obras y prácticas de conservación que en este trabajo se recomienda así como otros problemas comunes muy importantes como son: la falta de agua, redes de drenaje, alumbrado público, servicios médicos, escuelas a nivel primario, secundario y técnico.

La falta de interés e indiferencia que se sintió entre los campesinos para participar en la solución de la pro

blemática tiene sus raíces en las malas administraciones pasadas de las autoridades ejidales, pues se ha dado mal uso de los fondos económicos y poco apoyo y preferencia para la solución de la problemática del ejido.

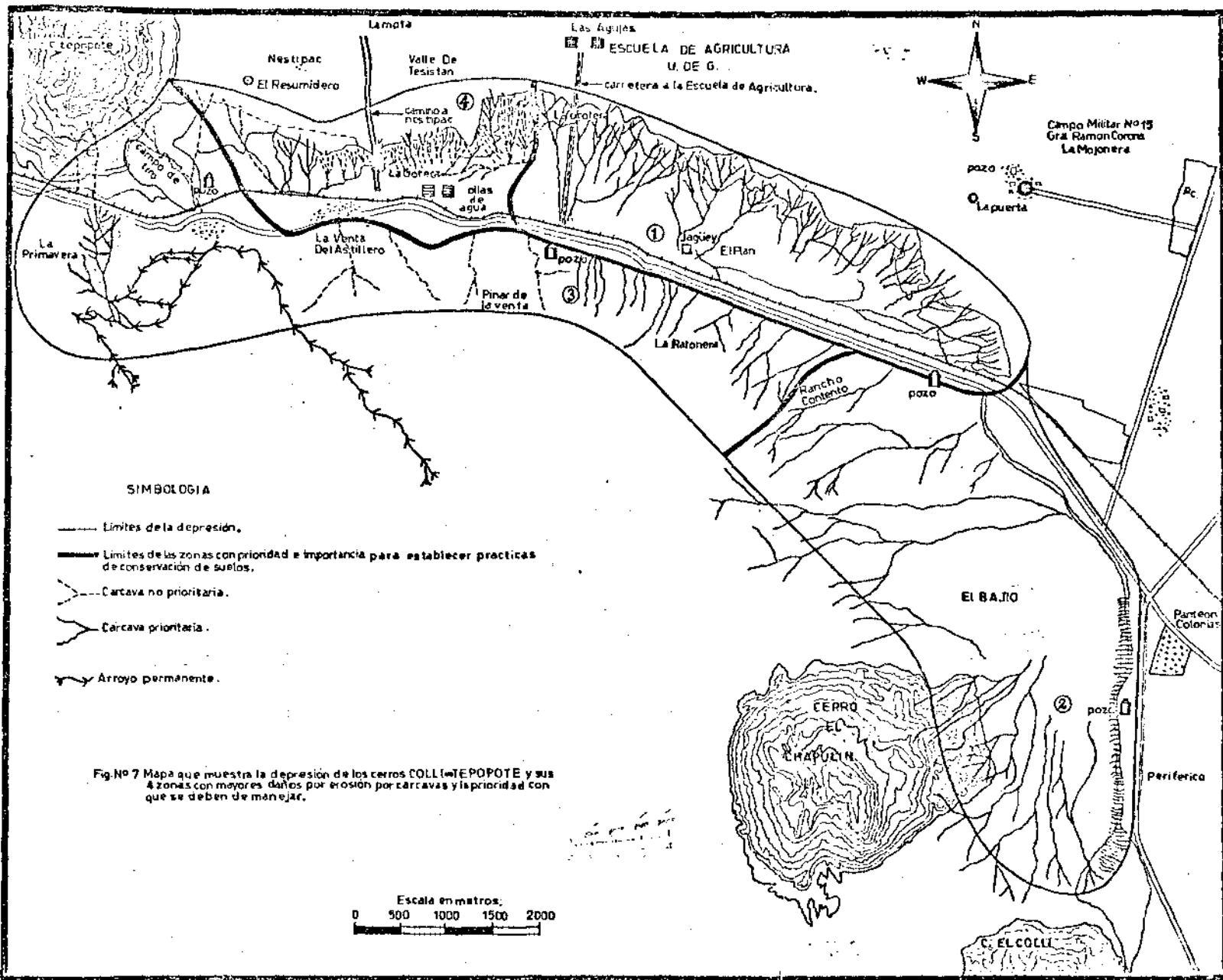
Así mismo se puede ver que hay una gran falta de información y orientación en cuanto a la protección de los -- suelos contra el fenómeno de la erosión teniéndose grandes-- pérdidas de suelo provocada por la lluvia y los vientos -- principalmente, es por ello que es de gran importancia llevar-- a cabo las obras y prácticas de conservación de los suelos-- ya mencionados tomando en cuenta la buena disposición a co-- laborar en la realización de este proyecto y a la vez las - características Edafológicas, Climáticas y Fisiográficas -- del área de estudio, y además, el Uso actual y Potencial -- del Suelo, Fig. 3 y 4 y Cuadro 6.

Delimitación de las zonas prioritarias.

La delimitación de las zonas prioritarias en la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote, Fig. 7, se hizo en base al efecto que tienen los daños por erosión hídrica y eólica, sobre las parcelas de uso agrícola pecuario y forestal de tal manera, que se tienen cuatro zonas prioritarias, por orden de importancia de las cuales la número 1 se ha tomado como ejemplo para realizar el cálculo de las prácticas proyectadas a nivel general en la Depresión. Fig. 8

Los resultados obtenidos en los trabajos de campo -- son los siguientes:

Se encontraron 399 cárcavas en total en toda la Depresión.



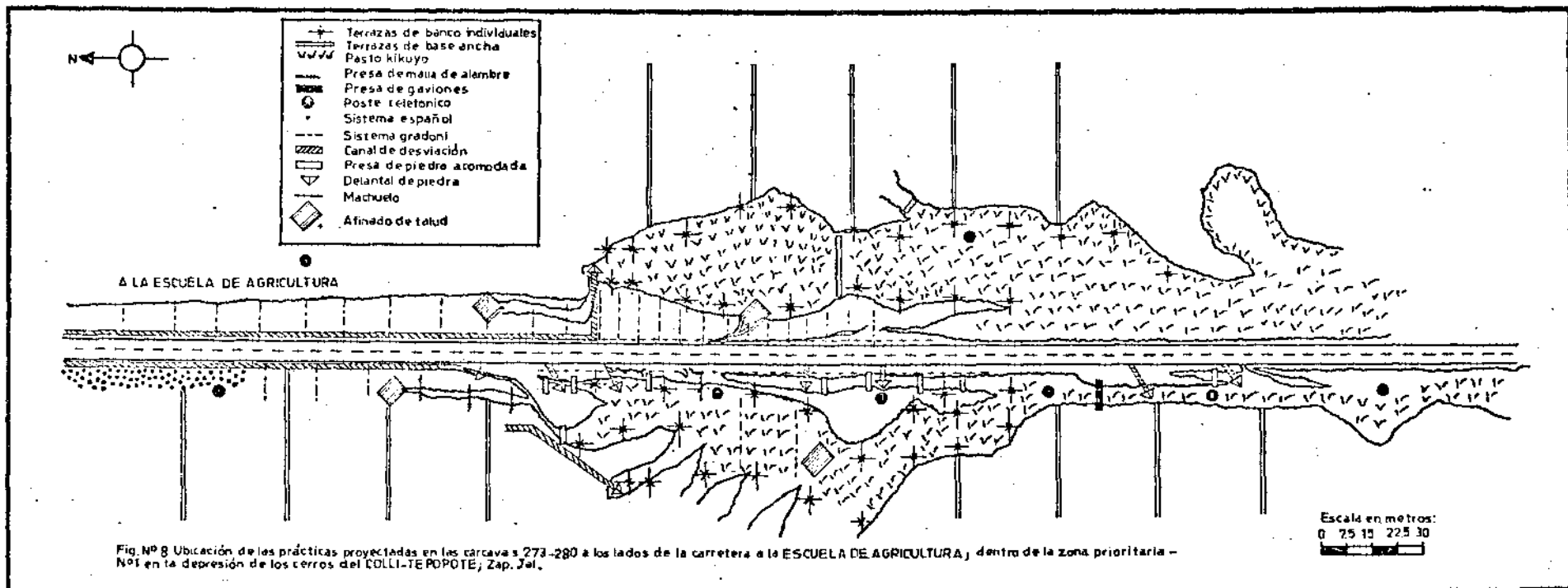


Fig. Nº 8 Ubicación de las prácticas proyectadas en las cárcava s 273-280 a los lados de la carretera a la ESCUELA DE AGRICULTURA, dentro de la zona prioritaria - Nº1 en la depresión de los cerros del COLLI-TEPOPOTE, Zap. Jal.

Escala en metros:
0 75 150 225 300

La clasificación de estas cárcavas es la siguiente: en primarias, secundarias y terciarias, Cuadro 8 de las 399 cárcavas existentes, 237 son de importancia primaria porque afectan directamente las zonas de uso agrícola, pecuario y forestal, las construcciones habitacionales, cercanas a los núcleos de población, instalaciones pecuarias e industriales, redes de luz, teléfono, caminos, carreteras, vías de ferrocarril, por lo que su control es urgente realizarlo a corto plazo.

Las cárcavas secundarias son 154 y ejercen un daño indirecto a las zonas e instalaciones nombradas y que son afectadas por las primarias sin dejar de ser importante su control a mediano plazo.

Las terciarias son 8 y afectan menos que las anteriores ya que están estabilizadas, aún así es importante hacer las prácticas proyectadas para que el control de la zona sea integral y la protección de los suelos del área de estudio en general.

La Clasificación de las Cárcavas por su área de drenaje y profundidad es la siguiente:

Las cárcavas con un área menor a 1 ha. y a un metro de profundidad son: 58 y se clasifican como chicas.

Las cárcavas con una área de drenaje entre 1 y 5 has. con una profundidad entre 1 y 5 m. son: 287 y son clasificadas como medianas.

Las cárcavas con una área de drenaje mayor de 5 has. y una profundidad mayor de 5 mts. son de 56 y se clasifican como grandes.

La clasificación por Orden de Importancia es la siguiente:

Cuadro 8.

Clasificación de las cárcavas existentes en el Area de Estudio.

Tipo	No.	Observaciones
1as.	237	Controlar a Corto Plazo
2as.	154	Controlar a Mediano Plazo.
3as.	<u>8</u>	Controlar a Largo Plazo.
T O T A L :	399	

Cuadro 9.

Clasificación por el Area de drenaje y profundidad.

Tamaño	No.
Chicas	58
Medianas	285
Grandes	<u>56</u>
T O T A L :	399

Prácticas de Conservación Proyectadas.- Las prácticas que proponen implantar son las que se mencionan en la parte de prácticas de conservación de suelos, en el tema Efectos y Formas de la Erosión dentro del capítulo de Revisión de Literatura.

C). Cálculo de las prácticas proyectadas.

Cálculo de las prácticas de conservación de suelos proyectadas en la zona No. 1 de la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote en Zapopan, Jalisco.

La zona No. 1 tiene 125 cárcavas de las cuales 100 son prioritarias y deben controlarse a corto plazo. Figura 9.

Cuadro 11. Cárcavas pertenecientes a la zona No. 1 en las cuales se proyectaron y calcularon las prácticas siguientes:

Cárcava	No.	Prácticas proyectadas	Jornales	Costo
273-280	1	Presa de gaviones de - 40.4 m ³ .	11	\$ 37 471
	10	Presas de piedra acomodada de 285 m ³ .	72	251 250
	3	Presas de malla de alambre de 14 m ² .	4	57 402
	1	Machuelo de 850m. con cunetas transversales de 25 m. de largo a cada 25 m.	51	30 394
	1	Canal de desviación de 375m. distribuido en todas las cárcavas.	12	50 212
	1	Zanja y bordo o sistema gradóni de 375m. para todas las cárcavas con 175 árboles para reforestación.	27	29 000

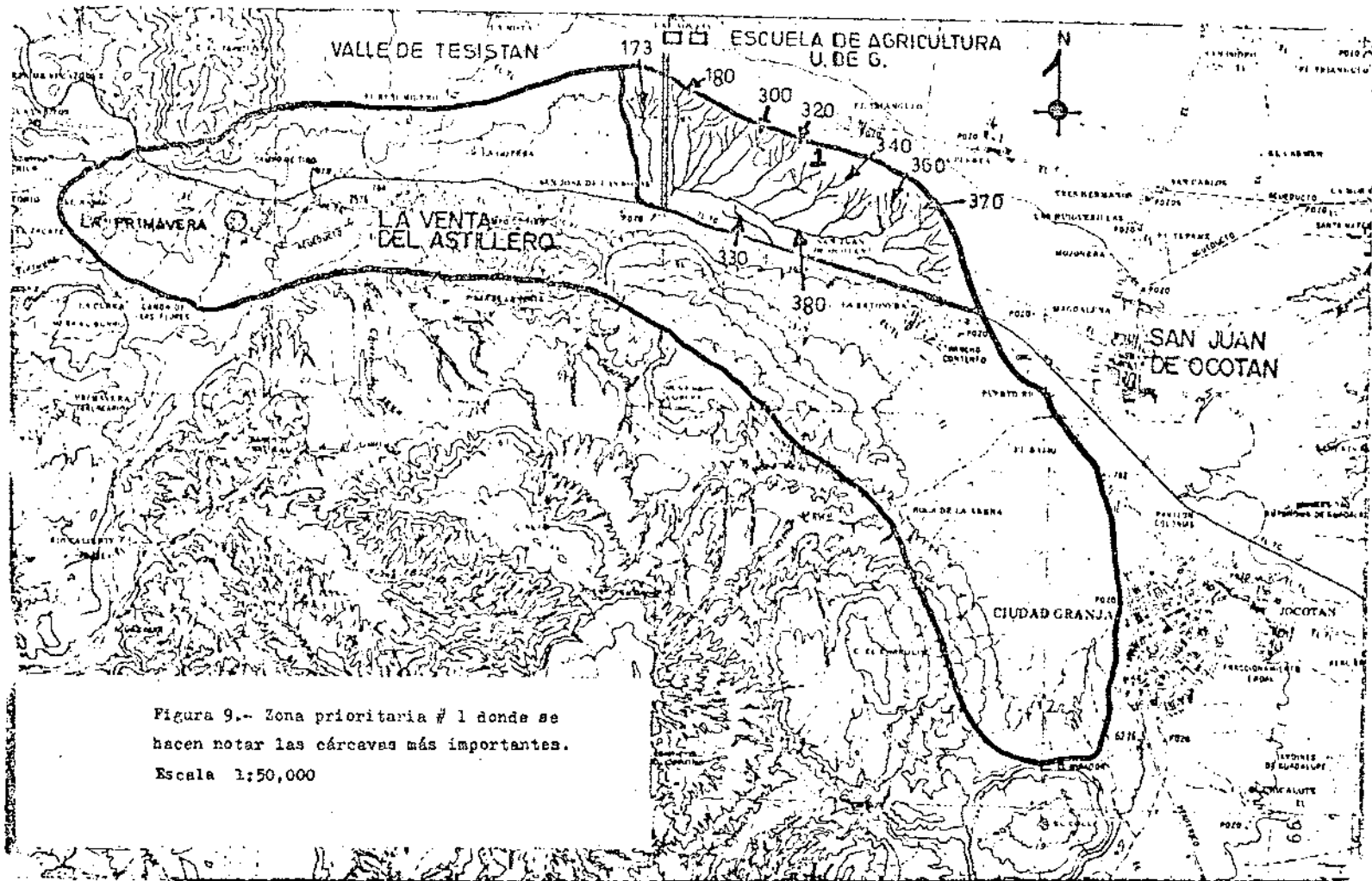


Figura 9.- Zona prioritaria # 1 donde se hacen notar las cárcavas más importantes.
 Escala 1:50,000

Cuadro 11. Continuación...

Cárcava	No.	Prácticas proyectadas	Jornales	Costo
	80	Terrazas de base ancha.	67	\$ 155 814
	750	Terrazas individuales.	10	84 100
	70	Arboles para reforestación con sistema español.	5	9 660
	1	Afinado de talúdes 1:2 con 3 000m ³ . en terrazas y cárcavas.	133	33 314
	1	Pasto Kikuyo <u>Pennisetum clandestinum</u> 10 Kg/ha.- por 10 ha.	30	191 889
			422	\$940 506
				\$2'602 657
281-300	1	Sistema gradoni con 1000 m. con reforestación y 500 árboles.	100	122 670
	80	Terrazas de base ancha.	67	155 814
	300	Terrazas bancales individuales.	5	30 000
	1	Surcado al contorno de 30 ha.	7	55 000
	1	Afinado de talúdes 1:2 de 300 m.	125	68 624
	1	Pasto Kikiyo 10 Kg/ha.- en 5 ha.	15	70 000
	1	Canal de desviación con impermeabilizante de 200 m.	7	20 000

Cuadro 11. Continuación...

Cárcavas	No.	Prácticas proyectadas	Jornales	Costo
	18	Presas de piedra acomodada de 144 m ³ .	<u>55</u>	<u>\$ 313 374</u>
			381	\$ 835 482
			\$1'369 918	
301-320	29	Presas de piedra acomodada de 1 450m ³ .	367	1'889 167
	1	Sistema gradoni con reforestación de 1 500 m. y 750 árboles.	150	163 560
	70	Terrazas de base ancha.	57	145 375
	700	Terrazas bancales individuales.	9	99 498
	1	Surcado al contorno con 20 ha.	8	50 000
	1	Afinado de talúdes 1:2- de 300 m.	25	68 624
	1	Pasto Kikuyo 10 Kg/ha. 7 ha.	24	99 498
	1	Canal de desviación de- 300m. con impermeabilizante.	<u>10</u>	<u>30 000</u>
			650	2'545 722
			\$2'497 403	
321-340	24	Presas de piedra acomodada de 1 320m ³ .	342	1'889 278
	1	Sistema gradoni con reforestación y 500 árboles.	100	122 670

Cuadro 11. Continuación...

Cárcavas	No.	Prácticas proyectadas	Jornales	Costo
	200	Terrazas de base ancha.	55	\$ 73 232
	500	Terrazas bancales individuales.	8	56 500
	1	Surcado al contorno con 25 ha.	6	42 021
	1	Afinado de talúdes 1:2 con 2 500 m ³ .	25	68 624
	1	Pasto Kikuyo 10 Kg/ha.- 7 ha.	24	99 498
	1	Canal de desviación de 100m. con permeabilizante.	3	10 000
			563	\$2'361 823
			\$2'461 417	
341-360	5	Presas de piedra acomodada con 100m ³ .	25	217 620
	1	Sistema gradoni de 350m con reforestación 175 - árboles.	27	29 000
	150	Terrazas de base angosta.	40	92 106
	250	Terrazas bancales individuales.	4	21 000
	1	Afinado de talúdes 1:2 con 2 250m ³ .	13	34 312
	1	Pasto Kikuyo 10 Kg/ha. 5 ha.	20	90 000
	1	Canal de desviación de 100m con impermeabilizante.	3	10 000

Cuadro 11. Continuación...

Cárcavas	No.	Prácticas proyectadas	Jornales	Costo
	1	Surcado al contorno de 25 ha.	6	\$ 42 000
			138	\$ 536 038
			\$ 487 077	
361-399	31	Presas de piedra acomoda da 869.55m ³ .	218	\$1'893 294
	2	Presas de malla de alam bre 14m ² .	12	45 000
	1	Sistema gradoni con -- 2000m, y 1000 árboles - para reforestación.	200	245 340
	120	Terrazas de base ancha.	100	210 000
1000		Terrazas bancales indi viduales.	20	160 000
	1	Afinado de talúdes 1:2	32	150 000
	1	Pasto Kikuyo 10Kg/ha.7ha.	24	99 448
	1	Surcado al contorno con - 50 ha,	20	125 000
	1	Canal de desviación de -- 800m con impermeabilizante.	25	80 000
	11	Cortinas rompevientos con 1000 m, de largo con 5 500 árboles.	171	440 000
			889	\$3'304 082
			\$ 3'197 732	
		Sub-Totales:	\$12'616 204	10'523 653
		<u>TOTAL</u>	23'139,857	

100 Cárcavas controladas con \$ 4 815 prácticas de conservación de suelos., con un costo total de \$ 23'139 857 y un total de jornales de \$ 3 043, incluyendo los materiales, teniendo un costo para estos de \$ 12'616 204 y \$ 10' 523 653 - respectivamente.

La Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadajajara, al colaborar con la realización de este proyecto -- aportará la mano de obra.

Al deducir la aportación del costo total de diferencia es de 10'523 653 la que será aportada por otras instituciones, ejidatarios y particulares.

RELACION BENEFICIO - COSTO

Teniendo en cuenta que el problema erosivo sobre la zona # 1 y el área adyacente es muy fuerte, ha sido necesario proyectar estas prácticas de conservación para evitar -- que la cuantiosa inversión de las obras de infraestructura -- que se van amenazadas como son: las redes de teléfono, la carretera que va a la Escuela de Agricultura son de gran importancia, además se pierde gran cantidad de suelo cultivable -- cuyo valor es incalculable, de tal modo que si comparamos el elevado costo de las obras en peligro con la pequeña inversión necesaria para afectar las prácticas de control, se observa que estas son sumamente costeables.

Comparación de costos.-

1 km.de carretera construida	\$ 15'000 000
1 Km.de tendido telefónico	750 000
	<hr/>
	\$ 15'750 000

Considerando que la longitud de la vía de acceso es aproximadamente 2 Km., el costo de la inversión en peligro -- es de \$ 31'500 000.

El control de las prácticas proyectadas en toda la zona # 1, tienen un costo de \$ 23'139 857. Lo cual es sumamente redituable, además de los grandes beneficios ecológicos, económicos políticos y sociales para el área de estudio en general.

MANTENIMIENTO Y CONTROL DE LAS PRACTICAS

- 1.- Deshierbar las áreas reforestadas en sistema gradoni y en sistema español, efectuándose cuantas veces sea necesario, hasta que el arbolado tenga una altura dominante sobre las malezas. Haciendo dos intervenciones - al año, la primera a mitad del período de lluvias y la segunda al final del mismo.

Jornales	Costo
7	\$ 4 200

- 2.- Limpiar las zanjas del material depositado, para que mantengan estas su capacidad calculada de captación de agua, haciéndolo una vez al año, antes del período de lluvias.

Jornales	Costo
5	\$ 3 000

- 3.- Revisión de las condiciones del bordo y las cunetas -- transversales antes del período de lluvias.

Jornales	Costo
1	\$ 600

- 4.- Revisión de las presas durante el período de lluvias, - para verificar que no existen minaciones peligrosas de agua y derrumbes.

Jornales	Costo
1	\$ 600

+ En el caso de que existan daños, efectuar los res-
pectivos y convenientes arreglos a cada obra.

Jornales	Costo
1	\$ 600

Control y prevención de factores que pongan en pe-
ligro de daño a las obras de conservación durante el perío
do de estabilización en la Zona # 1.

Factores	Acción
a) Roedores (Tuzas, Topos, Ardillas).	Cebos envenenados con fós- foro de zinc en líquido o en pasta de harina de maíz.
	Jornales Costo
	48 \$ 28 800
b) Hormigas.	1.- Colocar protectores de plástico en el tallo - de los árboles.
	Jornales Costo
	12 \$ 7 200
	2.- Poner insecticida en - los hormigueros.
	Jornales Costo
	12 \$ 7 200
c) Fuego	1.- Platificar con los ejida tarios de los terrenos adyacentes a las prác- ticas, para hacerles - saber la importancia -

de la obra y los beneficios que les proporciona, con el fin de - que al realizar sus labores no la destruyan, principalmente al hacer la quema de residuos vegetales, lo hagan en forma controlada.

- 2.- Eliminar material orgánico acumulado en una faja circunvecina de - 10m. a la zona de las obras de conservación.

Jornales	Costo
<u>16</u>	<u>\$ 16 000</u>

T O T A L E S: 103 \$ 68 200

Con el apoyo de la Escuela de Agricultura de la - Universidad de Guadalajara, la mano de obra será aportada por esta Institución.

C.1) Factibilidad del Proyecto.

Los factores que se toman en cuenta para determinar el porcentaje de factibilidad, para llevar a cabo las obras de conservación recomendadas en este proyecto, para los Sue los de la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote, Zapopan, Jal. Son los siguientes:

- Economía.- Se tiene una economía entre los ejidatarios baja, esto es, sus ingresos apenas son suficientes para sus necesidades básicas sin poder disponer la mayoría de sus ingresos, para realizar las obras de conservación -- proyectadas en este trabajo, se cuenta con un porcentaje -- del 25%.

- Material.- Se tiene poca dificultad para conse -- guir algunos de los materiales como son los más importantes: piedra laja, y bola, y por ello se cuenta con un 85%.

- Nivel de Educación.- Se tiene un nivel de educa -- ción baja, ya que las labores del campo y la necesidad de -- obtener ingresos económicos limitan los campesinos para -- asistir a las escuelas aún la más básica es la primaria. Al tener buena aceptación en las prácticas de conservación de -- suelos entre los campesinos del área de estudio, su bajo ni -- vel de preparación no limita su participación directa, en -- la construcción de las mismas, para esto se cuenta con un -- 95%.

- Mano de Obra.- Se cuenta con la mano de obra sufi -- ciente, teniendo buena disposición de los campesinos y de -- sus hijos, para ayudar a realizar este proyecto es de 85%.

- Seguridad de la Tenencia de la Tierra.- Se ha observado que en cuestión de la tenencia de la tierra hay un buen ambiente, en cuanto a su disposición, pues no se registraron problemas por su tenencia a litigios, por ello es que se cuenta con un porcentaje de 95%.

- Capacidad de Organización.- La capacidad de organización se ve obstaculizada por la falta de comunicación y relación personal entre las autoridades ejidales y los propios campesinos, dado al ambiente e indiferencia y desconfianza de estos, por dichas autoridades, por lo que tiene un 30% en este factor.

Se tiene tomado en cuenta estos factores, que la factibilidad, para llevar a cabo este trabajo es del 69%.

VI.- CONCLUSIONES

- 1.- El total de cárcavas encontradas en la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote son 399.
- 2.- Las 4815 prácticas que se calcularon son requeridas para controlar 100 cárcavas prioritarias que se encuentran en la Zona # 1. las cuales son de 12 tipos diferentes.
- 3.- El control de las cárcavas restantes en toda el área de estudio que son 137 se logra con el establecimiento de estas prácticas llevando a cabo el cálculo correspondiente, obteniendo así los altos beneficios que trae consigo, la protección de los suelos de la Depresión de los Cerros del Colli - Tepopote.
- 4.- Es de gran importancia la participación directa en la realización de este proyecto, de las diferentes instituciones a las cuales afectan los daños por erosión, en la depresión como son: La Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos SARH, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas SAHOP, Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT, Teléfonos de México TELMEX, Ferrocarriles del Pacífico FCP, Secretaría de Urbanización y Ecología SEDUE; todo esto por la gran extensión que abarcan estos daños afectando gran número de obras diferentes y de uso común, por lo que es necesario hacer del conocimiento de estos daños causados por la erosión por cárcavas a cada una de estas instituciones, para que tomen medidas de protección y mejoramiento de estas obras.

- 5.- El uso de los pastos que se proyectan en este trabajo es con el fin de proteger el suelo y regenerar la ecología del área de estudio y el mejor aprovechamiento de las zonas de pastoreo.
- 6.- Los pastos usados son los siguientes: el pasto Kikuyo Pennisetum clandestinum, se utiliza en control de cárcavas como práctica vegetativa, para amortiguar los daños por la caída de lluvia y su escurrimiento, trayendo consigo la disminución de pérdidas de suelo por erosión hídrica y el mejoramiento ecológico del área.
- 7.- Los pastos Guinea Panicum maximun y Rodnes Chloris gayana, se utilizan como pastos forrajeros en zonas de pastizal para pastorear el ganado, obteniendo un beneficio con la existencia de pastos con buenos rendimientos.
- 8.- Las condiciones ecológicas del área de estudio es -- apropiada para el establecimiento de estos tres tipos de pastos.
- 9.- La factibilidad de poder llevar a cabo este proyecto es del ~~89~~ 89.0% lo cual, nos indica que es posible llevar a cabo los objetivos propuestos.



A P E N D I C E

LOCALIZACION EN LA REPUBLICA

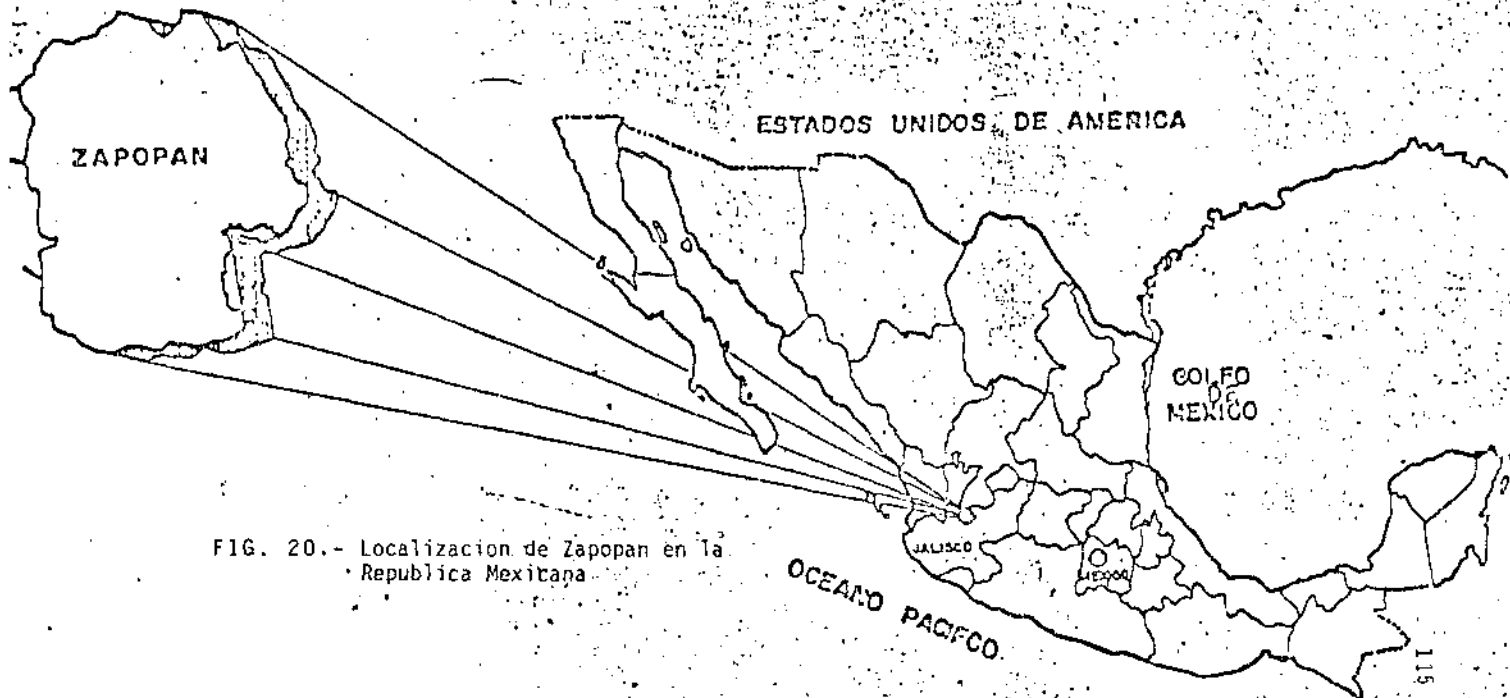


FIG. 20.- Localizacion de Zapopan en la Republica Mexicana

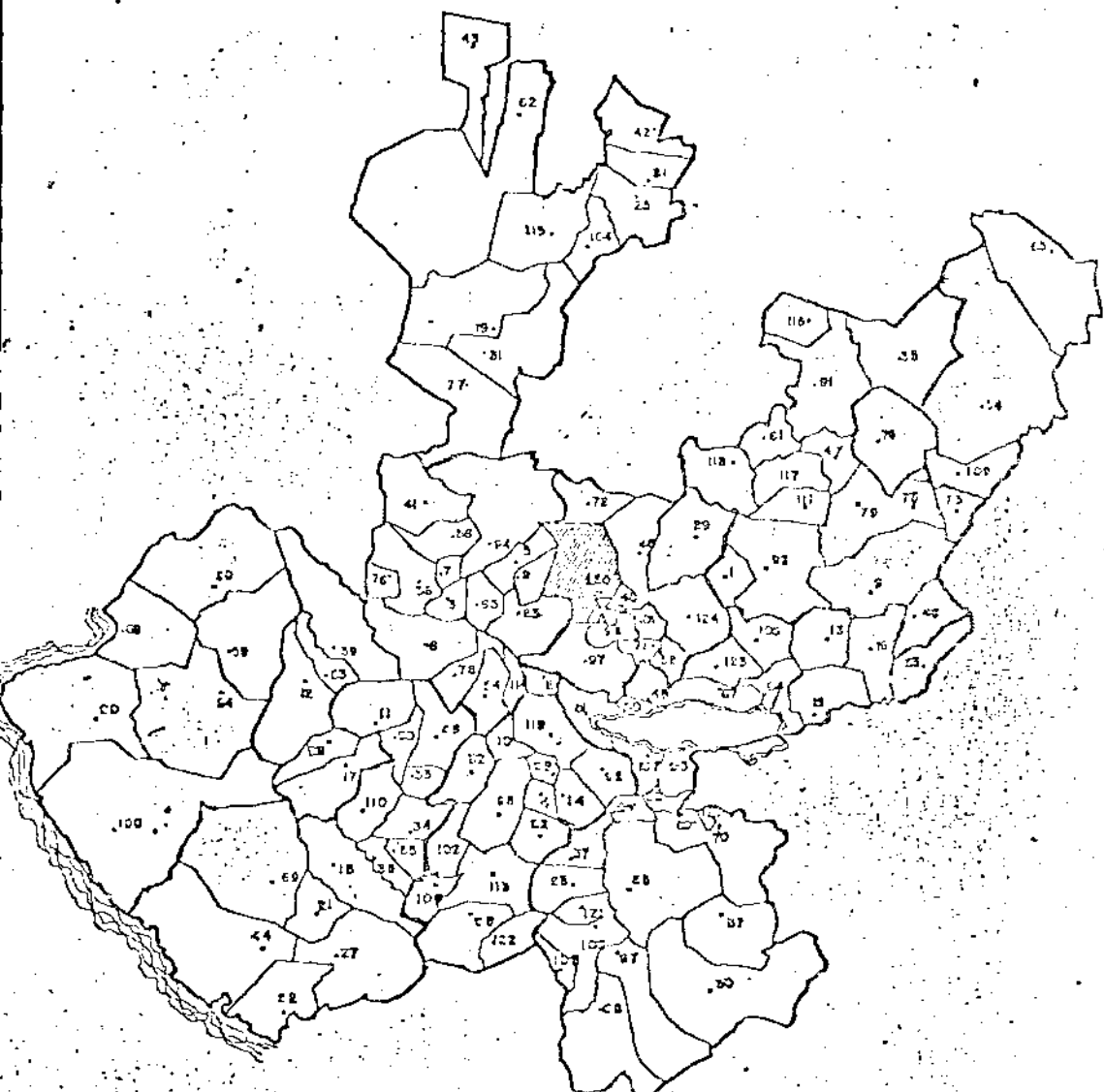


Fig. 21.- Localización de Zapopan en el Estado de Jalisco.



Figura 22. Pasto Kikuyo Pennisetum clandestinum.

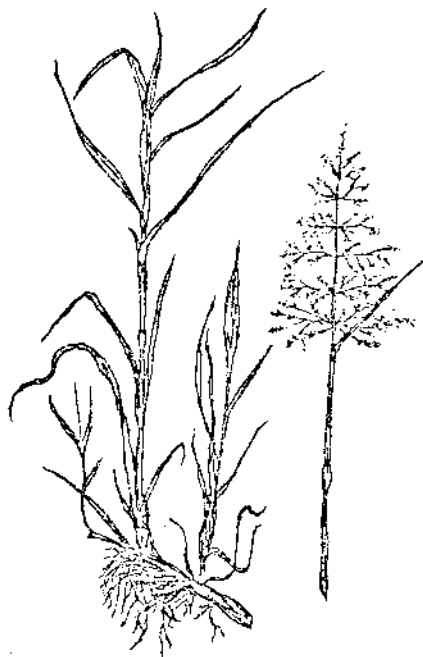


Figura 23. Pasto Guinea Panicum maximum.

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>TRACTOR J.I.</u>	Hoja No. _____
	Modelo: _____	Calculo: <u>ING. L.A.N.O.</u>
OBRA:	Datos Adic.: _____	Revisó: <u>ING. J.P.S.I.</u>
		Fecha: _____

DATOS GENERALES.

Precio adquisición:	\$ <u>4,155,000.-</u>	Fecha entrega:	_____ años
Equipos adicionales -		Vida económica (VE):	<u>5</u> años
<u>BORDERO</u>	<u>320,000.-</u>	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
<u>LLANTAS</u>	<u>575,351.80</u>	Motor:	<u>DIESEL</u> cc <u>160</u> HP
Valor inicial (Vi):	\$ <u>3,899,648.20</u>	Factor operación:	<u>0.70</u>
Valor residual (Vr):	<u>10</u> % = \$ <u>389,964.82</u>	Potencia operación:	<u>112</u> HP op
Tasa interés (i):	<u>26</u> %	Coefficiente atenuación (K):	<u>0.06</u>
Primo seguros (s):	<u>3</u> %	Factor mantenimiento (M):	<u>1.0</u>

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	$D = \frac{V_i - V_r}{VE}$	$= \frac{3,899,648.20 - 389,964.82}{5 \times 2,000}$	$=$ \$ <u>350.96</u>
b) Inversión:	$I = \frac{V_i - V_r}{2 Ha}$	$= \frac{3,899,648.20 + 389,964.82(0.26)}{2 \times 2,000}$	$=$ \$ <u>278.82</u>
c) Seguros:	$S = \frac{V_i + V_r}{2 Ha}$	$= \frac{3,899,648.20 + 389,964.82(0.03)}{2 \times 2,000}$	$=$ \$ <u>32.17</u>
d) Almacén (A):	$A = KD$	$= 0.06 \times 350.96$	$=$ <u>21.05</u>
e) Mantenimiento (M):	$M = MD$	$= 1.0 \times 350.96$	$=$ <u>350.96</u>
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA:			\$ <u>1,033.96</u>

II.- CONSUMOS.

a) Combustibles: E = e Pe			
Diesel:	$E = 0.20 \times$	<u>112</u> HP op. \times \$ <u>19.0</u> /ll.	$=$ \$ <u>425.6</u>
Gasolina:	$E = 0.24 \times$	_____ HP op. \times \$ _____ /ll.	$=$ _____
b) Otras fuentes de energía:			
c) Lubricantes: L = a Pe			
Capacidad cartón:	$C =$	<u>19</u> litros	
Cambios aceite:	$\pm:$	<u>100</u> horas	
$a = C/1 + \frac{0.0035}{0.0030}$		<u>112</u> HP op. $=$ <u>0.562</u> /hr.	<u>98.94</u>
$L = 0.562$ l/hr \times \$ <u>170</u> /ll.			
d) Llantas: $L = \frac{V_L}{Mv}$ (valor llantas)			
Mv (vida económica)			
Vida económica: $Mv =$	<u>2000</u> horas		
$L = \frac{575,351.80}{2000}$			$=$ <u>287.6759</u>
SUMA CONSUMOS POR HORA:			\$ <u>812.21</u>

III.- OPERACION.

Salarios: S	$=$ \$ <u>794.20 \times 1.6094</u>	$=$ <u>1,278.18</u>
operador:		
Sal/turno-prom:	$=$ \$ <u>1,278.18</u>	
Horas/turno-prom: (H)	$H = B$ horas \times <u>0.75</u> (factor rendimiento) $=$ <u>6</u> horas	
Operaciones O = $\frac{S}{H}$	$=$ \$ <u>1278.18</u> /horas	$=$ \$ <u>213.03</u>
SUMA OPERACION POR HORA:		\$ <u>213.03</u>

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 2,054.20

B I B L I O G R A F I A

- 1) BENNETT, H.H 1939. Soil Conservation. M.C. Grawhill, -
New Yor Kandlondín.
- 2) COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 1977. Manual de Conservación
del Suelo y Agua, Etit. C.P. Chapingo, Méx. 584 pp.
- 3) CURIEL BALLESTEROS, A. 1982. Notas sobre la Conserva -
ción del Suelo en México. Escuela de Agricultura de la -
Universidad de Guadalajara. Inedito Las Agujas, Municipi -
pio de Zapopan, Jalisco, Méx. 25 pp.
- 4) DIRECCION GENERAL DEL SUELO Y AGUA. 1982. Memorias --
- 1977-1981. En el Distrito de Temporal # 1 en Zapopan, -
Jalisco, México, D.G.C.S.A.S.A.R.H.
- 5) FAO. 1963. Soil erosion by water; some measurements --
for it's control on cultivated lands. Agricultural De -
velo pment Paper 81.
- 6) FLORES, M. A.J., Bromatología Aniaml, 2a. Edición, Edi -
torial Limusa, México 1980.
- 7) GARCIA, E. 1973. Modificación del sistema de clasifica -
ción de los climas por Köppen para la República Mexica -
na. Instituto de Geograffa, UKAM. Méx.
- 8) HUDSON, N.W. 1973. Soil Conservation. Cornell Univer -
sity. Press. Ithaca, N.Y. 32 pp.
- 9) ORTIZ, V.B.; ORTIZ, S.C.A. 1980. Edafología. Cap.VII, -
XI. Universidad Autónoma de Chaíngo, Méx.

- 10) RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Edit. Limusa Wiley, México, 432 pp.
- 11) RUIZ, F.J.F. 1976-77. Evaluación de cinco tipos de Secciones Transversales de Terrazas. Tesis. M.C. del C.P.-Chapingo, Méx. "En Preparación".
- 12) SCHWAB, G.O.; KENNETH, K.B., FREVERT, R.K. & EDIMINISTER T.W. 1971. Elementary soil and engineering Second Edition, John Wiley & Sons., pp 316.
- 13) SMITH, D.D. y WISCHMEIER, W.H. 1962. Rainfall erosión. Advances in Agronomy 14: 109-148.
- 14) TOVAR, S.J.L. 1980. Uso del Agua bajo Condiciones de Temporal y Riego. Cuaderno del Departamento de Suelos en la Universidad Autónoma de Chapingo.
- 15) TRUEBA, C.A. 1976. Reincorporación de Terrenos a la Producción Inedito, C.P. Chapingo, Méx.
- 16) TRUEBA, C.A. 1981. Evaluación de la eficiencia de cuatro prácticas Mecánicas para reducir las pérdidas del Suelo y Nutrimientos por Erosión Hídrica en Terrenos Agrícolas de Temporal. Tesis de M.C. Publicadas por la D.G.C.S.A. y la S.A.R.H.
- 17) ZAMORA MONSALVO, N.C. 1981. La Erosión del Suelo y sus Métodos de Control Aprobados. Tesis Licenciatura. Ing. Agrónomo, Escuela de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, Méx. 127 pp.

- 18) ZINGG, A.W., CHEPIL, W.S. y WOODRUFF, N.P. 1965. Sediment transportation mechanics: wind erosion and transportation. Journal Hydraul. Div. Proc. Am. Soc. Civ. Eng. Vol. 91. Paper 4261.