

PABLO ROBERTO CAMPOLLO BRACAMONTE



**RECUPERACION DE LA CUENCA HIDROGRAFICA
DE LOS
NACIMIENTOS QUE SURTEN DE AGUA POTABLE
A LA CIUDAD DE CHIMALTENANGO**

GUATEMALA, JUNIO DE 1967.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN CARLOS

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECUPERACION DE LA CUENCA HIDROGRAFICA
DE LOS
NACIMIENTOS QUE SURTEN DE AGUA POTABLE
A LA
CIUDAD DE CHIMALTENANGO



T E S I S

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DE LA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

P O R:

PABLO ROBERTO CAMPOLLO BRACAMONTE

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO:

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, JUNIO DE 1967

JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO:	ING. AGR. JULIO RENE CASTAÑEDA PAZ
VOCAL 1o.:	ING. AGR. MARIO A MARTINEZ GUTIERREZ
VOCAL 2o.:	ING. AGR. ANTONIO SANDOVAL
VOCAL 3o.:	ING. AGR. OTTO SLOWING HERNANDEZ
VOCAL 4o.:	BR. AXEL RAYO MENDEZ
VOCAL 5o.:	BR. NEPTALI MONTERROSO
SECRETARIO:	ING. AGR. CARLOS GUILLERMO ALDANA G.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO:	ING. AGR. JULIO RENE CASTAÑEDA PAZ
EXAMINADOR:	ING. AGR. OSWALDO PORRES GRAJEDA
EXAMINADOR:	ING. AGR. HECTOR ENRIQUE MURGA G.
EXAMINADOR:	DOCTOR RAMIRO FAILLACE DE LEON
SECRETARIO:	ING. AGR. CARLOS GUILLERMO ALDANA G.

Guatemala, 6 de Junio de 1967

Sr. Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. René Castañeda Paz
Ciudad Universitaria, Zona 12.
Ciudad.

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a Ud. para manifestarle que, en cumplimiento de la designación de que fui objeto por parte de la Junta Directiva de esa Facultad, he asesorado al Br. Pablo Roberto Campo Illo B. en la elaboración de su tesis titulada "Recuperación de la Cuenca Hidrográfica de los Nacimientos que surten de agua potable a la Ciudad de Chimaltenango".

En vista de que muchas poblaciones están sufriendo ya las consecuencias de un mal manejo de las cuencas (la escasez de agua), el trabajo presentado por el Br. Campollo viene a constituir un gran aporte para iniciar las actividades de recuperación de cuencas Hidrográficas que no deben postergarse hasta el momento en que la escasez de agua se convierta en un agudo problema cuya solución sea imposible o sumamente onerosa. Considero este trabajo de gran valor por establecer los lineamientos generales que deben seguirse para la recuperación de cualquier cuenca hidrográfica y para las pequeñas cuencas de captación de los nacimientos que surten de agua potable a las poblaciones, en particular.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de Ud. deferentemente.

(f) Fernando Luna Orive
Ingeniero Agrónomo.

DEDICATORIA DE LA TESIS

=====

A la Excelsa Universidad Autónoma de SAN CARLOS

A mi querida casa de estudios, la Facultad de Agronomía

A mis Catedráticos, que contribuyeron con sus esfuerzos
en la enseñanza, a mi formación profesional,

A mis compañeros de promoción y amigos en general

Especialmente: a los habitantes de la ciudad de CHI -
MALTENANGO, como una modesta contribución para
la resolución de uno de sus más ingentes problemas: la
dotación de AGUA.

RECONOCIMIENTO

Deseo expresar las gracias más cumplidas, a mi Asesor Ingeniero Agrónomo Luis Fernando Luna Orive, por su esmerado trabajo de dirección, así como su por empeño y entusiasmo en la elaboración del presente trabajo de tesis.

Mi sincero reconocimiento a la Dirección General de Recursos Naturales Renovables, que a través de la División Forestal, permitió el uso de todos los datos necesarios sobre este particular, en su poder.

A todas las personas que en una u otra forma prestaron su desinteresada colaboración, especialmente al Br. Carlos Zona Soto.

A todos mis invitados aquí presentes, agradeciéndoles la atención que se han servido dispensarme, asistiendo a este acto.

OFRECIMIENTO

Es para mí sumamente satisfactorio ofrecer este ac
to en primer término a DIOS Todopoderoso.

Así mismo, lo dedico con todo mi corazón, a la me-
moría de mi amado Padre José Campollo Monzón, sin cu
yo apoyo moral y material, me hubiera sido bastante di-
fícil terminar mi carrera Universitaria.

Sea éste, un sincero reconocimiento de gratitud, un
carinoso homenaje póstumo, a quien siempre se esforzó por
sembrar en mí la noble simiente de la superación perso-
nal; con el lamento sentido de su ausencia física, pero
con la seguridad de su presencia espiritual en este recin-
to. Que el Señor, lo tenga en la gloria y le conceda la
felicidad eterna !

Me complace también, ofrecerlo a mi Abnegada Ma-
dre, aquí presente, como una sencilla muestra de agradeci-
miento a sus afanes por la coronación de mis estudios y
por la confianza depositada en mí,

Dedicación especial para mi Esposa, en agradeci-
miento al apoyo moral que siempre me ha brindado.

A mis hermanos, sobrinas, tíos y demás familiares
en general.

PRESENTACION

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador.

De conformidad con lo estipulado en los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, me permito el alto honor de presentar ante vuestro ilustrado criterio, el presente trabajo de Tesis intitulado:

"RECUPERACION DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DE LOS NACIMIENTOS QUE SURTEN DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE CHIMALTENANGO"

Al presentaroslo como requisito previo para optar al Título de INGENIERO AGRONOMO, en el grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para patentizar a vosotros, las seguridades de mi alta consideración.

Pablo Roberto Campollo B.

CONTENIDO

PAGINA

I	INTRODUCCION	1
	a) Descripción del Proyecto	5
	b) Antecedentes	10
	c) Justificación	13
II	ESTUDIOS	15
	a) Trabajos de Campo	15
	b) Trabajos de Gabinete	36
III	PLANIFICACION DE LOS TRABAJOS	49
	a) Diagnóstico de la situación	49
	b) Plan de trabajo	53
	c) Calendario de labores	57
	d) Presupuesto	60
IV	RESULTADOS ESPERADOS	61
V	BIBLIOGRAFIA	63

INTRODUCCION

Guatemala, es un país cuya topografía, especialmente en el altiplano, se presenta con grandes fajas montañosas y enormes extensiones de terreno con pendientes prohibitivas para la explotación de cultivos limpios. Desde muy antiguo se ha concentrado en el altiplano guatemalteco gran parte de la población con la idea de procurarse mejor clima, influyendo también la facilidad para adquirir tierras, ya que el valor de la misma es más bajo que el de las tierras de las regiones subtropicales seca y húmeda, en donde la fertilidad de los suelos es mayor. Por otro lado, está de por medio el hecho de que estos núcleos de población tuvieron sus orígenes precisamente en estos lugares y han regresado conservando así los caracteres ancestrales de sus progenitores.

Dichos nucleos se han establecido en forma definitiva en el altiplano, adquiriendo cuando menos una parcela de terreno, dedicándola casi siempre a la explotación de cultivos limpios y hortícolas en menor grado. Lo anterior implica un uso intenso del suelo, que sin el manejo adecuado ni la debida protección, se ha traducido en una degradación del mismo.

Grandes extensiones de terreno con pendientes mayores y menores del 30% han sido deforestados y habilitados para estos cultivos y en un lapso relativamente corto, los suelos se han degradado por la erosión producida por la escorrentía superficial y el pastoreo excesivo, compactando el suelo y reduciendo considerablemente la capacidad de infiltración del mismo. La situación anterior se ha creado como consecuencia de que en las áreas de vocación forestal ó sean las áreas mayores del 30% de pendiente se las ha desprovisto de su cubierta forestal y por otro lado, en

las áreas menores del 30% de pendiente, o sean las de vocación agrícola, donde sí es permisible la instalación de cultivos limpios, no se emplean los métodos adecuados de manejo, en lo que ha conservación del suelo se refiere.

Siendo nuestro país eminentemente agrícola y cuya economía está basada en un 90% en la producción de ésta rama, el complejo régimen de tenencia de la tierra y la elevada tasa de incremento demográfico (3,1%), ha complicado el problema.

Desde hace más de doce años se han venido planificando diversos programas de Reforma Agraria con el fin de solucionar en parte el problema de la tenencia de la tierra, pero por diversas razones que no viene al caso mencionar ninguno se ha llevado a feliz término, además de que lo poco que se ha hecho en cada uno de estos programas, no ha logrado atenuar ni en mínima parte el congestionamiento de la población. Por otro lado, dichos programas no han dado el aspecto forestal, la importancia que se merece. (2)

Nuestro elevado índice de analfabetismo, el alto costo de la vida, el bajo ingreso per cápita, la carencia de vida de comunicación, etc., son otros factores que, a la par de los mencionados anteriormente, forman parte del grupo que incide terminantemente en el problema.

Aparte de ellos, hay que tomar en cuenta que gran parte de las áreas del altiplano contempladas dentro de los límites de las cuencas hidrográficas, son destinadas a la explotación de las especies forestales, las cuales en un 80% aproximadamente son aprovechadas con fines comerciales y de uso propio en forma de

leña y carbón; y en un 20% para madera de aserrío y construcción de pequeñas viviendas rurales, postes, etc.

Talas inmoderadas sin licencia respectiva que en la mayoría de los casos son incontrolables oportunamente, ya sea por la carencia de personal idóneo o por la lejanía de estas áreas, son parte integrante de esta gama de factores que contribuyen a la deforestación excesiva.

Los incendios forestales y los pocos medios disponibles para combatirlos, son causa de la pérdida de especies moderables y de cobertura.

Todos los factores citados anteriormente, amén de otros de menor importancia que sería prolijo enumerar, son la causa principal de que muchas cuencas hidrográficas se encuentren deforestadas, en detrimento de los caudales necesarios para abastecer las poblaciones respectivas, actuando directamente sobre salud de los habitantes, los rendimientos agrícolas, industriales y ganaderos.

La baja capacidad de infiltración de los suelos por las causas señaladas anteriormente, en donde la escorrentía es grave, especialmente en aquellas zonas en donde la precipitación pluvial es mayor de 1500 m. m. anuales, hace que en los meses de invierno los ríos y riachuelos aumenten considerablemente su caudal, duplicándolo o triplicándolo, y por lo mismo, en la época seca, éste baja, llegando a ser casi nulo en algunos. (2).

La erosión hídrica en sus diversos aspectos (la minar, en surcos, canicular, en cárcavas) se presenta con síntomas graves en algunas regiones, siendo la

recuperación de estos suelos sumamente dificultosa y onerosa, contribuyendo así, a su baja productividad.

Pero la gravedad del problema se hace sentir únicamente cuando la situación es crítica y ya es demasiado tarde. Tal es el caso de las continuas reducciones de los caudales en las fuentes que surten de agua potable a las poblaciones.

Muchas de estas fuentes están en vías de agotamiento y los motivos son los mismos; la deforestación y la instalación de cultivos limpios sin seguir métodos adecuados para su explotación.

En el caso particular de la cuenca de los nacimientos que surten de agua potable al municipio de Chimaltenango, toda ella se encuentra sobre pendientes que en un 98% son menores del 30%, es decir, sobre terrenos de vocación agrícola, por lo que estrictamente su recuperación debe seguirse aplicando un buen manejo de suelos.

CHIMALTENANGO: Municipio del departamento del mismo nombre, está situado a 54 km. de la ciudad capital, tiene una extensión superficial de 212 km. cuadrados localizado geográficamente a $14^{\circ} 39' 20''$ latitud norte y $90^{\circ} 49' 20''$ longitud oeste, del meridiano de Greenweech. Esta situado a una altura de 1800 m. sobre el nivel del mar, teniendo las siguientes colindancias: al norte con San Martín Jilotepeque, al este con El Tejar y San Juan Sacatepéquez, al sur con San Andres Itzapa y Parramos y al oeste con Zaragoza, Comalapa y San Martín Jilotepeque.

Políticamente está formado por una ciudad, dos aldeas y nueve caseríos. La población total del municipio es de 15372 habitantes, de los cuales 9077

pertenece al área urbana y 6295 al área rural, posee dos industrias principales de hilados y tejidos.

En la rama agrícola Chimaltenango tiene grandes extensiones dedicadas a la producción de cultivos básicos (maíz, trigo, frijol y papas) y en mínima escala arroz y caña, dedicando esta última para la elaboración de panela.

He considerado que la importancia tanto agrícola como industrial de esta cabecera departamental, que es también una zona de desarrollo futuro, así como su elevada tasa de incremento de población -- (2.75%) hacen que la recuperación de ésta cuenca sea imprescindible, evitando con ello, que en un futuro cercano se puedan presentar problemas más graves, necesitándose de fuertes inversiones para nuevas introducciones de agua.

a) Descripción del proyecto.

Para llevar a cabo el presente proyecto de la "Recuperación de la cuenca hidrográfica de los nacimientos que surten de agua potable a la población de Chimaltenango", hay que tomar muy en cuenta la importancia que presenta el hecho de ser una cabecera departamental y sus grandes posibilidades de convertirse en un futuro cercano en una zona de desarrollo, debido a sus condiciones topográficas, sus vías de comunicación, su clima y otra serie de condiciones que la sitúan en envidiables condiciones para el desarrollo agrícola, ganadero e industrial.

La realización del proyecto está encaminada a dotar a Chimaltenango de un caudal de agua muy superior al que actualmente posee, ya que la suficiencia de agua, es una de las condiciones esenciales pa-

ra el desarrollo.

Por las condiciones en que se encuentra situada la cuenca, es decir, por estar situada entre pendientes menores del 30%, la totalidad del área ha sido dedicada a la explotación de cultivos limpios y al pastoreo, sin tomar las precauciones debidas para evitar su degradación; en otras palabras, sin usar sistemas adecuados de conservación de suelos.

La deforestación de la cuenca es total, sin cubierta forestal adecuada el agua de lluvia cae con toda su energía sobre la superficie, cerrando con ello los poros del suelo, produciendo entonces la escorrentía superficial que da lugar a la erosión hídrica en sus diversos aspectos.

Cuando el escurrimiento es rápido por no existir cobertura vegetal ni trabajos de conservación de suelos (acequias, curvas de nivel, terrazas, etc.) no hay infiltración adecuada y como consecuencia el caudal de los nacimientos baja considerablemente, en perjuicio de los habitantes que abastece.

Lo ideal para la recuperación de esta cuenca sería la Reforestación inmediata, pero es el caso que toda la cuenca pertenece a personas particulares, es decir, es de propiedad privada, lo que objeta dicha reforestación, precisamente por la situación que se describe antes de que este situada en pendientes menores del 30%, es decir, en terrenos que son considerados de vocación agrícola y en donde sí es permisible la instalación de cultivos limpios. Esto da lugar, a que la recuperación se planifique siguiendo sistemas de conservación de suelos, lo cual sí es aceptado por los propietarios de los terrenos. A pesar de ello, considero conveniente, asentar aquí el papel que juega el bos

que en el ciclo hidrológico (2), que se resume en lo siguiente:

1. - Intercepta las gotas de lluvia evitando el impacto directo sobre el suelo;
2. - Protege y aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo;
3. - Retarda o reduce la velocidad de la escorrentía superficial, aumentando la infiltración;
4. - Reduce la erosión y por lo tanto la cantidad de sedimentos en el caudal de avenida;
5. - Fomenta la evolución del suelo forestal.
6. - Mantiene la permeabilidad del suelo y por lo tanto aumenta el almacenamiento hídrico en éste, evitando inundaciones en zonas bajas - (2).

Muchísimas experiencias se han realizado, tanto en América como en Europa, para investigar el comportamiento de suelos desnudos y arbolados bajo acción de las lluvias y sus consecuencias (escorrentía y poder erosivo de éstas), habiendo obtenido algunos resultados positivos.

1. Comparando tres parcelas cubiertas de hierba, de bosque y patatas respectivamente, el Dr. Pertierra (3) en Ithaca, Nueva York, refiere que del agua de escorrentía fue 0.2% para la hierba; 0.5% para la del bosque y 88% para la de patatas, de la llovada. (no mencionada el tamaño de las parcelas).

Los arrastres de sedimentos prácticamente fue-

ron nulos para las dos primeras y de 1, 175 kgs en la de cultivo limpio. Agrega, que en los terrenos forestales sin vegetación (con 16% de pendiente), la erosión arrastró 194,7 Ton/Ha/año, de suelo.

II. En Suiza, según las experiencias del profesor Von Hans Burger (3) los acarreos de cuencas desnudas son por lo menos un 70% superiores a los de las cuencas arboleadas.

III. El servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos de Norte América, refiere en muchas de sus experiencias que: en dos parcelas similares en suelos, con un 10% de pendiente una plantada con algodón y la otra de bosque, la pérdida de tierra fue de 11,200 veces mas en el algodón que en el bosque. El terreno con algodón dejó correr 102 veces más agua superficial que el de bosque.

IV. El Ingeniero García Nájera, del Instituto de Investigaciones y Experiencias de Madrid, España, ha llegado a las siguientes conclusiones:

- a) En el monte, la velocidad de la escorrentía, es la cuarta parte de la correspondiente a la ladera desprovista de vegetación.
- b) Respecto a las avenidas e inundaciones, la vegetación forestal actúa como si la lluvia se hubiese reducido a la cuarta parte.
- c) Respecto a la erosión, obra la misma vegetación, aún sin considerar la mayor resistencia del suelo, reduciendo la ener-

gía erosiva a su dieciseisava parte;

VI. El Director General Forestal de Guatemala, en 1964, efectuó una encuesta entre 300 alcaldes municipales de la República. Esta encuesta dió por resultado que mas del 70% informara que el mayor problema que confrontaba el ayuntamiento, era que el caudal de las fuentes de abastecimiento de agua potable, se reducía considerablemente en el final de la época seca (Marzo - Abril). Atribuyen esta reducción a la tala inmoderada de las areas boscosas para la habilitación de tierras para la agricultura o bien para la extracción de leña y carbón (2).

Se trata pues de proporcionar a la cuenca condiciones adecuadas para permitir el escurrimiento lento y mayor infiltración, aumentando con ello el caudal de agua, aplicando métodos de conservación de suelos (curvas de nivel, terrazas, rotación de cultivos, acequías de ladera, cultivo en fajas, canales de desviación, etc) en las áreas cuya pendiente está comprendida del 30% de pendiente para abajo, o sea, en la mayor parte de la cuenca, 127,70 H. a., que son de vocación agrícola.

El resto del área de la cuenca es de vocación forestal, con pendientes mayores del 30%, que será el área a reforestar.

Al dotar a la cuenca de vegetación densa, esto es, cubiertas de plantas, cultivos superficiales permanentes, pastos, arboles, etc. la intercepción del agua de lluvia será mayor y efectiva, el escurrimiento lento y por ende mayor infiltración, logrando con ello incrementar considerablemente el caudal de los nacimientos,

redundando en beneficio de la población.

b) Antecedentes.

En la actualidad el Municipio de Chimaltenango cuenta como ya se dijo anteriormente, con 15372 habitantes, correspondiendo 9077 al área urbana y 6295 al área rural.

El caudal actual según aforo realizado es de 449 pajas que sirven únicamente a los habitantes del área urbana, existiendo para el efecto conexiones domiciliares con su respectivo contador que suman 581 además de 25 servicios públicos. Dicho caudal proviene de 8 nacimientos situados dentro de la cuenca. El tanque de captación general es de concreto con dimensiones de 258 x 150 cms y 200 cms. de profundidad. El sistema de conducción del tanque de captación a la población es por medio de gravedad a través de tubos de hierro fundido y galvanizado de 8 pulgadas de diámetro.

El servicio que se presta va disminuyendo en tiempo, conforme llegan los meses de verano y en los meses más severos, el servicio es de 5 a. m. a las 15 horas, lo que aparentemente indica que las necesidades de agua se encuentran cubiertas adecuadamente, sin embargo, por lo que se verá más adelante, esto no es cierto.

El caudal de agua necesario para la población se ha estimado para los habitantes urbanos solamente, y con base en lo que establecen las normas generales (1) es decir, tomando como base la cantidad de 150 lts/diarios/ por persona como mínimo para cabeceras departamentales. Dentro de esta cantidad, se incluye lo correspondiente a gasto doméstico, industrial, comercial, pérdidas, desperdicios, condiciones clima-

tológicas, etc.

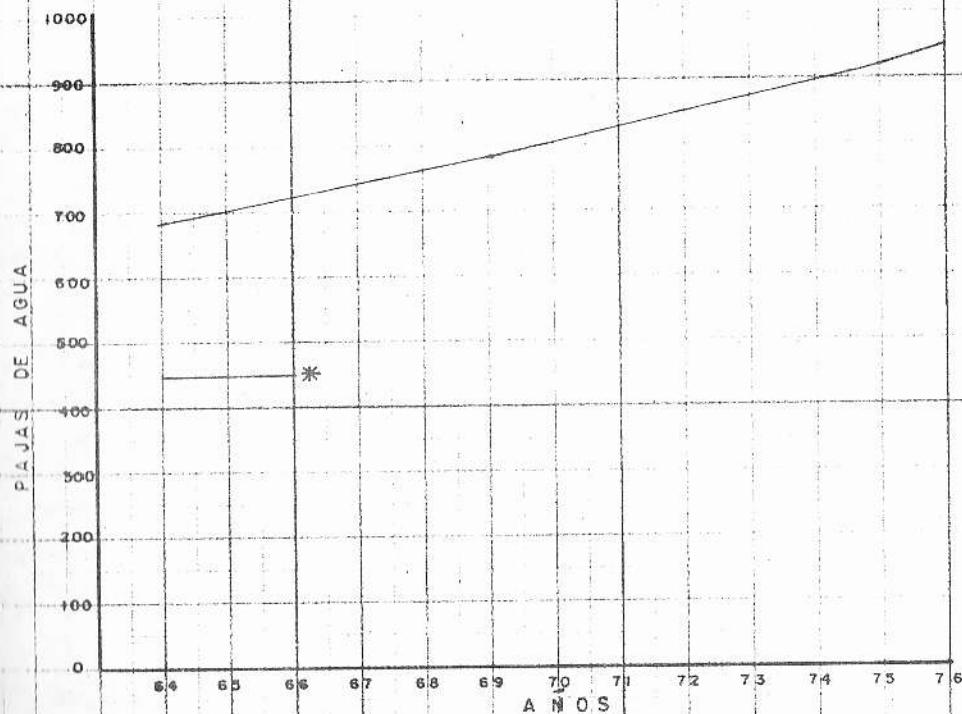
Puede observarse que contando con 9077 habitantes urbanos, actualmente posee un caudal de 449 pajas, lo cual quiere decir que cada habitante goza de 98 lts/diarios en los meses de invierno, que es cuando mas favorablemente se presenta este aspecto. Para obtener 150 litros diarios cada persona urbana, serían necesarias 681 pajas, lo que equivale a decir que para 1964, que fué cuando se levantó el censo de población, había una deficiencia de 232 pajas de agua.

Tomando en cuenta el incremento de población urbana anual, que es de 2.75%, observamos que para el año de 1966 Chimaltenango poseería 9583 habitantes urbanos, los que para satisfacer las mínimas necesidades mencionadas antes, necesitarían de 719 pajas de agua, lo cual agrava la situación, ya que existe a la fecha una deficiencia de 270 pajas, gozando los habitantes de 94 litros diarios cada uno. Comparando esta última cantidad con el cálculo anterior, podemos advertir que año tras año, los habitantes urbanos gozan de menor cantidad de agua per cápita.

Para 1976 o sea, a 10 años plazo, con base en el incremento de población anual, vemos que la población de Chimaltenango en el área urbana ascenderá a 12570 habitantes, que tendrán necesidad de 943 pajas de agua, para satisfacer el requerimiento mínimo de 150 lts diarios por persona, a que se alude anteriormente. (Ver gráfico No. 1).

REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA EL MUNICIPIO DE CHIMALTENANGO POBLACION URBANA

GRÁFICO Nº 1



POBLACION CHIMALTENANGO			
ANO	INCREMENTO ANUAL HABITANTES	POBLACION HABITANTES	NECESIDADES DE AGUA PAJAS
1964		9077	681
1965	250	9327	700
1966	256	9583	719
1967	264	9847	739
1968	271	10118	758
1969	278	10396	780
1970	286	10682	801
1971	294	10976	823
1972	302	11276	846
1973	310	11586	869
1974	319	11907	893
1975	327	12234	918
1976	336	12570	943

BASE: 150 Lts./Hob./dia. (1)

* ABASTECIMIENTO ACTUAL (1999 P.O.U.) TASA DE INCREMENTO ANUAL 2.35%

c) Justificación.

Por las razones expuestas anteriormente, considero que es de suma urgencia la recuperación de ésta fuente de agua. El gráfico de requerimientos de agua, nos da la pauta para pensar que dichos trabajos deben iniciarse en cuanto sea posible, ya que es alarmante la forma en que ha venido mermando el caudal y por otro lado, el aumento de la población en una forma tan determinante, nos proporciona en una forma más objetiva las necesidades futuras de la población urbana.

La acertada planificación de la recuperación de esta cuenta y su consecuente recuperación efectiva, aplicando los trabajos que sean necesarios y convenientes, según las características topográficas y de los suelos (Conservación de Suelos o Reforestación) hará restituir, aumentar y mantener los caudales de agua indis pensables para los habitantes actuales y futuros, dentro de un plazo de 10 años sin que sufran menoscabo.

Como se ha podido observar el caudal de agua aparentemente era suficiente, pero ya hemos visto que en realidad, existe una fuerte deficiencia. Además, la escasez del líquido, repercute ostensiblemente no solo en el aspecto sanitario de la población, sino también en el desarrollo agrícola, ganadero e industrial, y como consecuencia, en la producción y desarrollo de los pueblos.

Finalmente, se recuerda que las poblaciones - se fundaron en regiones donde varias condiciones (el agua, una de las más importantes) eran favorables; al agotarse los nacimientos que las abastecen, los habitantes empiezan a sentirse incómodos y planean su traslado a otros centros urbanos, abandonando la ciudad sin agua. Siendo que las condiciones indispensables para el

desarrollo de una zona son el agua y la energía eléctrica, entre otras, no deben escatimarse esfuerzos para recuperar, conservar y garantizar el continuo suministro de agua, pues en ésta, está cimentada la vida de los pueblos.

II. Estudios

a) Trabajos de campo.

1. - Características generales de los nacimientos.

Los nacimientos de esta cuenca son ocho en total, estando localizados en la parte oeste de la misma, a distancias de 25, 50, 100, 150 y 200 metros entre sí. Existe un nacimiento más que no se toma en cuenta, debido que al estar situado en un nivel más bajo al tanque de captación general, no contribuye a elevar el caudal, por no ser aprovechable.

Tres de los nacimientos están rodeados por una ciénaga, cuya agua escurre hacia los drenes naturales, sin que hasta la fecha se haya aprovechado. El agua de esta ciénaga se une a la del nacimiento situado a más bajo nivel y que se menciona antes, y juntos desaguan en el río conocido como "Yerbabuena".

Considero que el agua que escurre de esta ciénaga hacia el río "Yerbabuena", podría ser aprovechada si en la parte donde aflora, se construyeran dos tanques de captación bastante profundos y con paredes perforadas, para que la mayor parte fuese captada y conducida al tanque de captación general, por medio de gravedad.

Otra forma de aprovecharse, sería que después de unirse al nacimiento situado a mas bajo nivel y que tampoco se aprovecha, se construyera un embalse de concreto reforzado, y se conectara a la tubería de conducción general que va del tanque de captación al de distribución, por medio de tubería del mismo diámetro que esta conducción, ó sea, de 8 pulgadas, de hierro fundido. Esto ayudaría enormemente

a aumentar el caudal y aliviar un poco la situación, ya que según aforo realizado, el arroyo que forman el agua de la ciénaga y la del nacimiento bajo, llevan un caudal de 139.5 pajas.

2. - De la captación.

El tanque de captación es de concreto, con dimensiones de 2.20 m. de largo por 1.20 m de ancho y 1.25 m. de profundidad, a él llega el agua de los ocho nacimientos, por medio de tuberías de hierro galvanizado de diversos diámetros (2, 3 y 5 pulgadas). No se observan pérdidas en el sistema de captación. Podría decirse que las pérdidas están en el agua de la ciénaga y del nacimiento que no se aprovecha.

3. - De la conducción.

La conducción del agua del tanque de captación general al tanque de distribución, se hace por medio de tubería de hierro fundido de ocho pulgadas de diámetro, con una extensión de 7 km; dicha tubería tiene un tiempo de servicio de 14 años, manteniéndose a la fecha, en buenas condiciones.

El agua se mueve en dicha tubería por acción de la gravedad llegando al tanque de distribución con una carga aproximada de 131 metros. En el sistema de conducción no se observan pérdidas, por lo que el caudal entregado sigue siendo el mismo, es decir; de 17.01 lts/seg.

4. - Del caudal.

Los nacimientos denominados "Los Pescaditos", están localizados a una altura aproximada de 2020 metros sobre el nivel del mar, suministrando según aforo

realizado en la época de invierno, 449 pajas de agua. Según aforo realizado al fin del invierno, sorprendentemente se obtuvo un resultado de 732 pajas, que es al que corresponde el dato mencionado antes del caudal entregado. Sin embargo, los demás aforos no han llegado a la cantidad mínima requerida para la población urbana actual, por lo que se estima que las adversas condiciones en que se realizan dichos aforos en el tanque de distribución, podrían dar lugar a error.

Todos los nacimientos están localizados en terrenos de propiedad particular y son accesibles en vehículo por camino de tierra hasta 200 metros aproximadamente de los mismos.

5. - De la distribución

El tanque de distribución es de mampostería con repello de cemento en sus paredes interiores, con dimensiones de 20 metros de largo por 10 metros de ancho y 2.5 metros de profundidad. Se encuentra totalmente cerrado y posee techo de duralita con vigas de madera. El tanque está situado a una altura de 35 metros con respecto al pueblo. El diámetro de la tubería a la salida del tanque, es de 5 pulgadas. El servicio de agua es continuo durante los meses de invierno y discontinuo durante el verano, siendo en este último de 4 a. m. a 15 p. m.

Existe una red de distribución organizada con un total de 581 servicios, de los cuales 556 son particulares con su respectivo contador y 25 públicos.

6. - Calidad del agua.

Se tomaron muestras de agua en los nacimientos "Los Pescaditos", según las condiciones establecidas

para la toma de dichas muestras. El Centro de Investigaciones de Ingeniería, con sede en la Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, llevó a cabo los análisis respectivos, llegando a determinar que bacteriológicamente el agua no es potable (ver informe ---- No. A-7831) y por otro lado, indicar que desde el punto de vista Químico-Sanitario el agua sí es potable (ver informe No. B-1597). De lo anterior se desprende que el agua sí es aprovechable para el consumo humano y que será conveniente utilizar adecuadas cantidades de fluor en el tanque de distribución con el fin de prevenir la caries dental, así como aplicar debido tratamiento bacteriológico por medio de Cloro.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
Ciudad Universitaria Zona 12
Guatemala, C.A.

INFORME No. A-7831

O.T.No. 5519

EXAMEN BACTERIOLOGICO

Interesado: Pablo R. Campollo B	Proyecto: Dependencia:
Muestra captada en: <u>Los Pescaditos</u>	Fecha y hora de captación: <u>9/2/67 13.32</u>
Municipio: <u>Zaragoza</u>	Fecha y hora de llegada a Lab. _____
Departamento: _____	Condiciones de transporte: _____

Caracteres Generales:

Sabor: ----- Substancias en suspensión no hay
 Aspecto: Claro Cloro residual _____
 Olor: Inodoro

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

a) Siembra en agar nutritivo, incubación a 35°C.

Cantidad sembrada	1.0 cc	1.0 cc	0.1 cc	0.01 cc
Número de colonias desarrolladas	INNUMERABLES		INNUMERABLES	

b) Siembras en agar nutritivo, incubación a temperatura ambiente.

Cantidad sembrada	1.0 cc	1.0 cc	0.1 cc	0.01 cc
Número de colonias desarrolladas	INNUMERABLES		INNUMERABLES	

RESULTADO Número de bacterias por cc INNUMERABLES

INVESTIGACION DE COLIBACILO (GRUPO COLI: AEROGENES)

Pruebas Normales	Prueba Presuntiva	Prueba Confirmativa
Cantidad sembrada:	Formación de gas:	Formación de gas:
10.0 cc	+ + + + +	+ + + + +
1.0 cc	+ + + + +	+ + + + +
0.1 cc	+ + + + +	+ + + + +
0.01 cc		
0.001 cc		
0.0001 cc		
RESULTADO Número de coliformes por 100 cc	Mayor de 2400 N.M.P.	

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua no es potable

Guatemala, 14 de febrero de 1967.

Dra. Alba T. de Alner
Jefe de Laboratorio

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
Ciudad Universitaria Zona 12
Guatemala, C. A.

INFORME No. 1597-B

O. T. No. 5519

ANALISIS QUIMICO - SANITARIO DE AGUA

Interesado: <u>Pablo R. Campollo B.</u>	Proyecto: Dependencia:
Muestra captada en: <u>Los Pescaditos</u>	Fecha y hora de captación: <u>9/11/67. 13.32 h.</u>
Municipio: <u>Chimaltenango</u>	Fecha y hora de llegada a Lab. <u>9/11/67 16.50 h.</u>
Departamento: <u>Chimaltenango</u>	Condiciones de transporte: <u>Sin refrigerar</u>

R E S U L T A D O S

1. Aspecto Límpido 2. Color: 5.0 Unidades 3. Olor: Inodora	4. Sabor: Insabora 5. Turbidez: 1.49 unid. 6. p ^H 7.0	7 Temperatura ----- (en momento de la toma) 8. Dureza: 50.0 mg/l
--	--	--

Sustancias	mg/l	Sustancias	mg/l	Sustancias	mg/l
Amoníaco NH ₃	0.004	Floururos F	0.0	Sólidos totales	172.0
Hierro total Fe	0.1	Cloruros Cl	trazas	Pérdida por ignición	84.0
Manganeso Mn	----	Nitritos NO ₂	0.0	Sust. mineral fija	88.0
Cloro Residual	----	Nitratos NO ₃	0.40	Sólidos en suspensión	0.0
Oxígeno consumido		Sulfatos SO ₄		Nitrógenos albuminoi deo.	0.004

OBSERVACIONES:

Desde el punto de vista Químico-Sanitario, la muestra de agua examinada es potable.

Guatemala, 11 de febrero de 1967

Lic. Irma Zea
Jefe Lab. Químico Sanitario.

- 18 - C
CUADRO No. 1

ELEMENTOS CLIMATOLÓGICOS DE LA REGIÓN DE CHIMALTENANGO

Lat.: 14° 39' 20"

Long. 90° 49' 20"

Altura: 1800 m.

Temperatura Máxima: °C

ENERO	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Media Anual
23.2	23.5	25.8	27.1	27.6	23.6	24.4	23.6	23.5	21.9	22.5	23.6	24.2

Temperatura Mínima: °C

7.2	10.2	9.1	10.8	13.8	13.9	13.5	13.0	12.9	12.3	9.7	9.4	11.3
-----	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	------

Humedad Relativa: %

73	72	76	76	78	85	84	83	86	85	85	79	80
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Precipitación: m. m.

3	1.5	0	1.5	75.5	331	114	177	255	95	11	1	1066.0
---	-----	---	-----	------	-----	-----	-----	-----	----	----	---	--------

Días de Lluvia.

2	2	0	2	8	22	12	17	23	12	6	1	107
---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	---	---	-----

Velocidad y Dirección del Viento. km/Hora

99.0	23.0	23.0	20.0	16.0	15.0	16.0	18.0	17.0	16.0	21.0	23.0	19.0
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: OBSERVATORIO NACIONAL

2. - Características Generales de la cuenca.

La cuenca hidrográfica de los nacimientos "Los Pescaditos" que abastecen a la población de Chimaltenango, se encuentra localizada geográficamente a $14^{\circ} 39.5'$ latitud norte y $90^{\circ} 52'$ longitud oeste. Políticamente está ubicada en el Municipio de Zaragoza en el departamento de Chimaltenango, a una distancia de 7 km, de esta cabecera departamental.

Tiene una extensión de 1,2847 km. cuadrados (128,47 H. a.) y el perímetro de la misma es de 4.9 kilómetros. Su forma hidrológica corresponde a una figura de "Pera", según clasificación al respecto.

a) Características Ecológicas.

La cuenca se encuentra situada dentro de los límites ecológicos de la zona Montano Bajo Tropical Húmeda (Holdrige) sobre elevaciones que van de 2000 metros sobre el nivel del mar. La precipitación anual de esta zona es de 1066 m. m. (Ver cuadro No. 1 Observatorio Nacional de los elementos climatológicos)

La formación vegetal de la cuenca es de algunas especies de Fagáceas y Cóniferas.

Según el mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, basado en el sistema de Thornwaite (5) y de acuerdo con la posición geográfica de la cuenca, el carácter del clima es el siguiente: Semicálido con invierno benigno, húmedo con vegetación natural de bosque con invierno seco. (B^bBi)

b) Aspectos demográficos de la cuenca.

Según el censo efectuado, dentro de la cuen

ca viven 199 personas. Se llevó a cabo esta investigación con el objeto de conocer y reducir el índice o potencial de destrucción de las plantaciones y trabajos. A los moradores deberá instruírseles para que ellos sean los "guardianes" de la cuenca.

Además nos sirvió el censo para conocer la mano de obra disponible para llevar a cabo los trabajos de recuperación de la cuenca, se estima que las 54 personas hombres mayores de edad en disponibilidad de trabajar en el proyecto, sean suficientes; pero en el caso de necesitar mayor cantidad, ésta podría contratarse en las poblaciones vecinas que son inmediatas a la cuenca. Se puede estimar que la mano de obra, no presenta problema alguno.

c) Estudio del suelo.

Los suelos de la cuenca de Chimaltenango corresponden a la serie de suelos "Cauqué" (Cq) (4), los cuales son profundos, bien drenados, desarrollados en un clima húmedo seco sobre ceniza volcánica, pomácea, firme y gruesa. Están asociados a los suelos Guatemala y Tecpán, pero ocupan un relieve más ondulado que éstos y no son de textura tan pesada como los suelos Guatemala, pero si un poco más que los suelos Tecpán.

La textura es franco-arcillo-arenosa, siendo su estructura de tipo granular fina y granular suave y cúbica.

Estos suelos se encuentran en una región que está densamente poblada y la mayoría del área se cultiva con maíz y frijol y en menor cantidad trigo, con resultados de bajo rendimiento y erosiones de tipo laminar en grado moderado.

Tomando en cuenta de que se encuentran en una región densamente poblada y de que los suelos son adecuados para la producción y preparación de granos y plantas de forraje, parece que la industria lechera podría expandirse grandemente, lo cual debe tomarse en cuenta, al considerarla una zona de desarrollo futuro.

La productividad de estos suelos puede aumentarse y mantenerse a un alto nivel, introduciendo rotaciones y usando mejores métodos de cultivo o de conservación de suelos (curvas a nivel, cultivo en fajas, etc.) para convertir el producto de la tierra, en productos para el mercado.

En ésta área, toda operación agrícola deberá hacerse en curvas a nivel, construyendo canales para desviar el exceso de agua, las áreas de mas pendiente deberán usarse para bosque, cultivos permanentes o pastos.

Perfil del suelo: Cauqué franco

1. - El suelo superficial a una profundidad de 15 cm. es franco o franco-arcillo-arenoso friable, de color café muy oscuro. La estructura es granular fina y la reacción es de mediana a ligeramente ácida, con un pH alrededor de 6.0.

2. - El suelo inmediato al superficial, a una profundidad de 35 cm. es franco-arcilloso-arenoso, friable, café oscuro. La estructura es granular suave y la reacción es de mediana a ligeramente ácida, con un pH alrededor de 6.0.

3. - El subsuelo a una profundidad alrededor de 75 cm. es franco-arcilloso firme, friable, de color ca-

fé a café obscuro. La estructura es cúbica poco desarrollada y la reacción es de mediana a ligeramente ácida, con pH alrededor de 6.0

4. - El suelo más profundo, a 110 cm. es franco-arcilloso, duro, de color café amarillento obscuro, que es pómez parcialmente descompuesta e incluye algunos fragmentos de pómez sin modificación.

5. - El substrato es pómez gruesa, cementada, de color casi blanco. En algunos lugares ésta se encuentra sin modificar y en otros está parcialmente descompuesta. Las excavaciones, como los cortes de los caminos en este material, mantienen sus lados verticales por muchos años.

En los cortes profundos es visible una sucesión de erupciones volcánicas y períodos de formación de suelos, es común ver tres suelos, fósiles o enterrados en un corte de menos de 10 metros de profundidad. En la mayoría de los lugares estas capas son concéntricas o paralelas con el terreno superficial actual, pero en otros casos, es evidente que el relieve local fué alterado.

Variaciones é inclusiones.

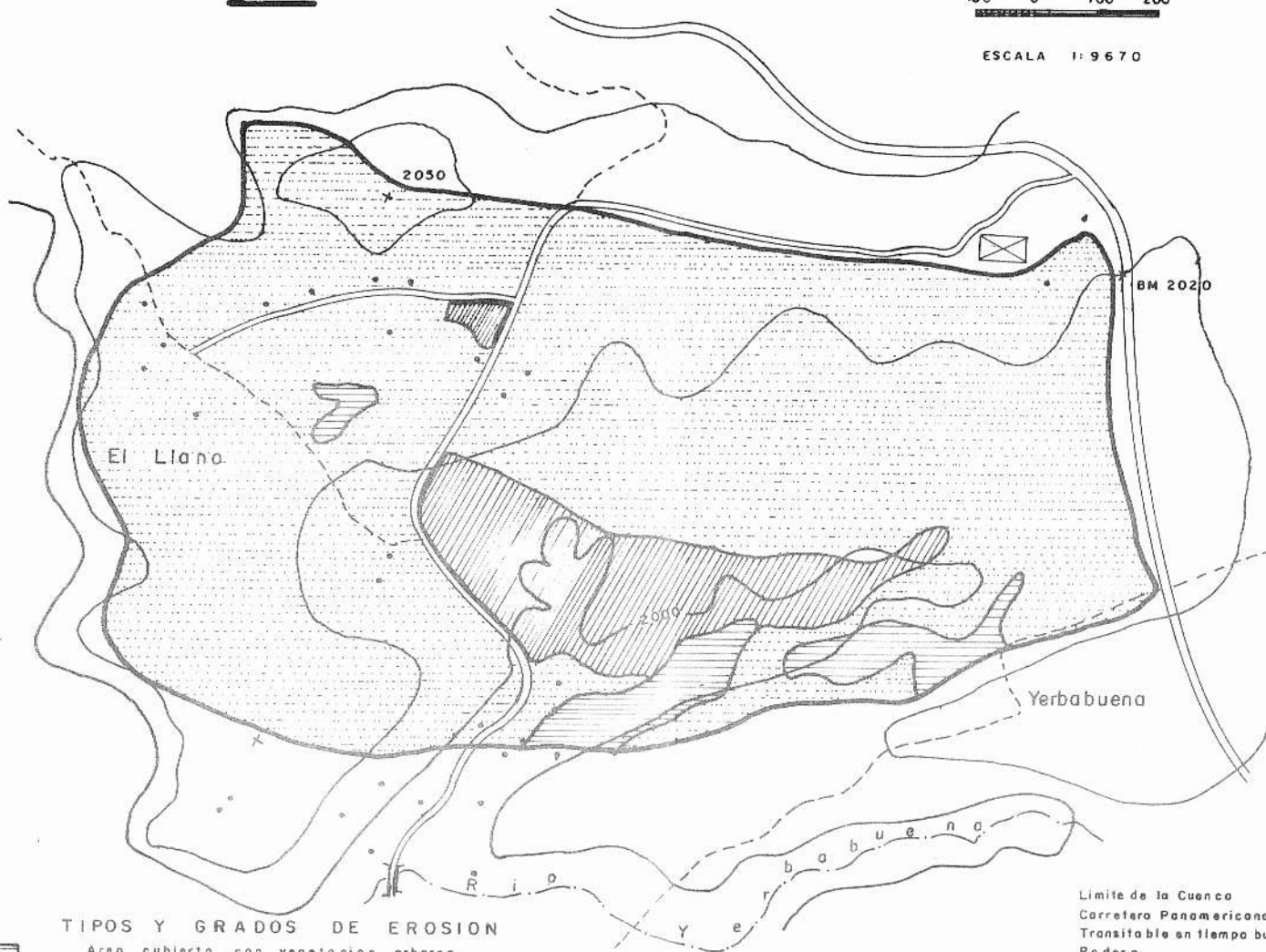
En ciertos lugares la ceniza volcánica esta intemperizada a una profundidad de 3 metros. Gran parte está seriamente erosionada y el suelo superficial está en las capas 3 y 4. Las zanjas son comunes. Muchas areas pequeñas casi planas de suelos Guatemala, están incluídas en los suelos Cauqué. (4).

Erosión: En la mayor parte del area de la cuenca, o sea el area que se dedica a la explotación de cultivos limpios (109.07 H. a.) existe erosión de tipo laminar en grado moderado.

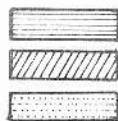


100 0 100 200

ESCALA 1:9670



TIPOS Y GRADOS DE EROSION



Area cubierta con vegetacion arborea NO EXISTE EROSION	5.92 Has
Area cubierta con pastizales y monte bajo NO EXISTE EROSION	13.48 "
Area dedicado a cultivos limpios EROSION TIPO LAMINAR, GRADO MODERADO	109.07 "

MAPA N° 1

Limite de la Cuenca	—
Carretera Panamericana	—
Transitable en tiempo bueno	—
Rodero	—
Vereda	—
Rio	—
Casos	—
Puente	—
Campo Deportivo	—
Area de la Cuenca	—

128.47 Has

El área que se encuentra cubierta con vegetación arbórea, (5.92 H. a.) no presenta síntomas de erosión, como tampoco en el área cubierta con pastizales y monte bajo (13.48 H. a.) (Ver mapa No. 1 Tipos y Grados de Erosión).

La erosión que se presenta en los terrenos dedicados a la explotación de cultivos limpios, se debe a que siendo éstos considerados como de vocación agrícola la por tener pendientes menores del 30% de desnivel, no se aplican métodos de conservación de suelos. Sabido es que los cultivos limpios no protegen el suelo y al estar ausente la conservación de suelos, da como resultado la situación descrita anteriormente.

Para evitar erosiones severas en el futuro, es conveniente y necesario que las explotaciones estén dirigidas con métodos de conservación de suelos.

En el área dedicada a pastizales es conveniente establecer barreras vivas, con cultivos permanentes, árboles frutales, etc. para ayudar a proteger los nacimientos, ya que tratándose de un potrero, es natural que el pisoteo y la ciénega que se encuentra en dicha área, contribuyan a la degradación del suelo.

Dentro de los estudios del suelo están contemplados los análisis físico-químicos que deberán hacerse a las muestras del suelo obtenidas, tomando una muestra por cada parcela como mínimo y las que sean necesarias en las parcelas que presenten características diferenciales. La apertura de calicatas nos facilitará el estudio del suelo, y los datos de ellas obtenidos con los informes del análisis de las muestras, nos darán la pauta para la elaboración del Mapa Agrológico, de suma importancia en la ejecución del plan de trabajo, ya que por dicho Mapa estaremos en condiciones de aconsejar

el método de conservación de suelos a aplicar en cada parcela y el cultivo que será conveniente instalar, por las condiciones prevalecientes del suelo.

3. Tenencia de la tierra:

Todos los terrenos que forman parte de la cuenca, son de propiedad particular, con 128, 47 H. a. de extensión que forman 58 parcelas correspondientes a 56 propietarios distintos. La extensión promedio de la parcela es de 1.21 H. a.

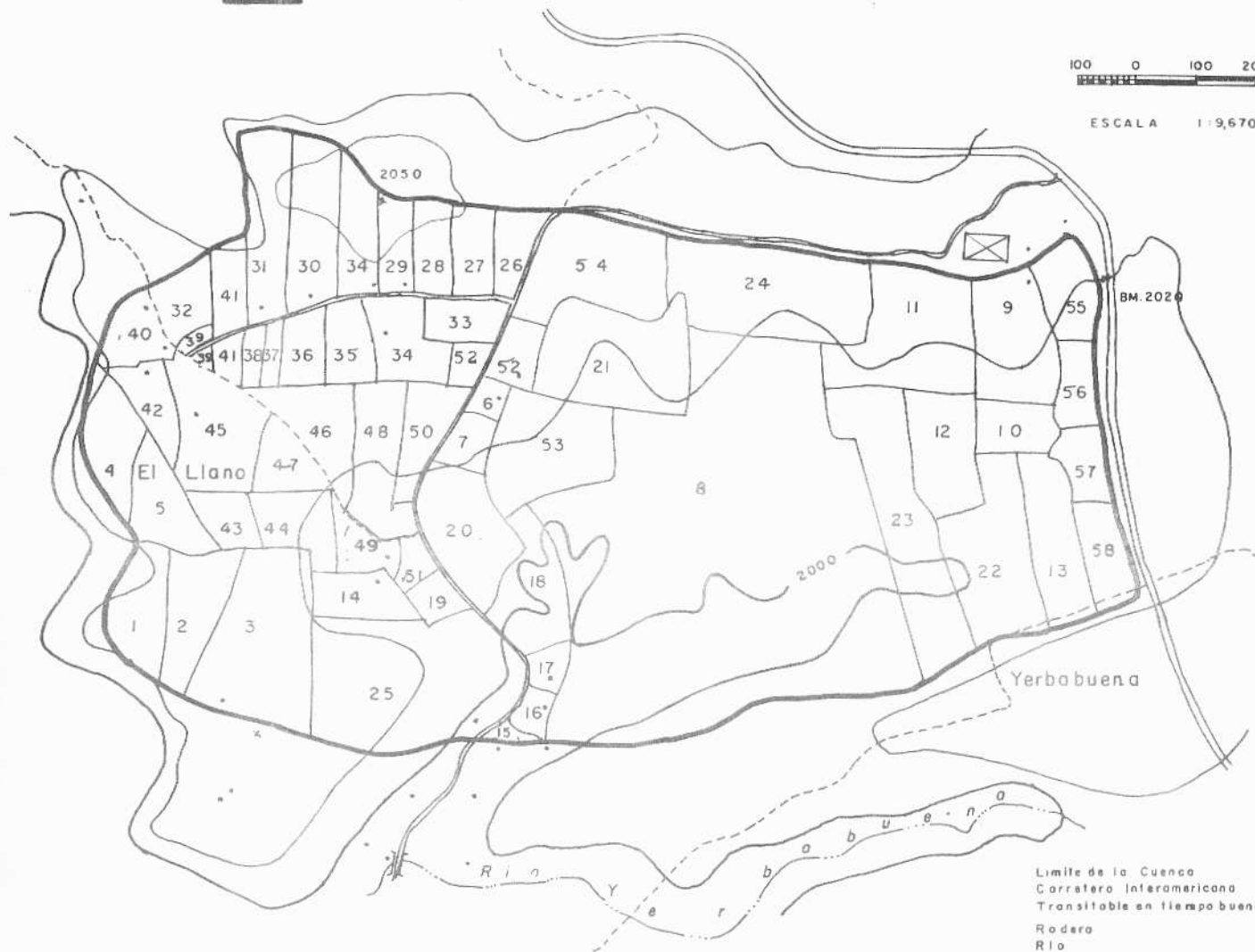
Casi en la totalidad de las parcelas se cultiva Maíz en su mayor porcentaje y frijol y trigo en menor cantidad, así como algunas veces papa, arveja y avena.

A continuación puede observarse la lista de propietarios y arrendatarios de dichos terrenos, así como el mapa catastral correspondiente. (Mapa No. 2).



100 0 100 200

ESCALA 1:9,670



C A T A S T R O

MAPA Nº 2

Limite de la Cuenca
Carretero Interamericana
Transitable en tiempo bueno
Rodero
Rio
Casas
Veredo
Puede
Campo Deportivo
Area de la Cuenca

128.47 Has.

LISTA DE LOS PROPIETARIOS DE LOS TERRENOS DENTRO DE LA CUENCA

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1.- Fidel García | 30.- Lauro Girón |
| 2.- Herederos de Manuel Porras | 31.- Eugenio Santos |
| 3.- Custodio García | 32.- Juan Figueroa |
| 4.- Ricarda Rodas | 33.- Fca. "El Tesoro" ** |
| 5.- Pedro Marroquín | 34.- Fabián Girón |
| 6.- Silvio Marroquín | 35.- Angel Santos |
| 7.- Pedro Guzmán | 36.- Sebastián López |
| 8.- Vidalia Porras * | 37.- Ramón Tichoc |
| 9.- Juan Rodríguez | 38.- Froilán Marroquín |
| 10.- Bartolomé Arana | 39.- Plinio Figueroa |
| 11.- José Ichaj | 40.- Timoteo Tichoc |
| 12.- Antonio Argueta | 41.- Socorro Junay |
| 13.- Rufino Pérez | 42.- Coronación Ramírez |
| 14.- Anselmo Marroquín | 43.- Froilán Marroquín |
| 15.- Miguel Figueroa | 44.- Senaido Arana |
| 16.- Gilberto Girón | 45.- Angel Santos |
| 17.- Gregorio García | 46.- Camilo Arana |
| 18.- Lucía García | 47.- Joselino Figueroa |
| 19.- Rogelio Marroquín | 48.- Mariano Marroquín |
| 20.- Claro Marroquín | 49.- Julio Junay |
| 21.- Rodrigo Marroquín | 50.- Mercedes Marroquín |
| 22.- Manuel Pérez | 51.- Alejandro Marroquín |
| 23.- Octaviano Pérez | 52.- Deodoro Marroquín |
| 24.- Claro Santos | 53.- German Santos |
| 25.- Juan Marroquín | 54.- Brígido Marroquín |
| 26.- Remedios Arana c | 55.- Silvestre Samol |
| 27.- Antonio Arana | 56.- Víctor Samol |
| 28.- Jesús Pérez | 57.- Eugenia Samol |
| 29.- Isabel Miranda | 58.- Rosendo Samol |

* la única propietaria que no vive dentro de la cuenca, residiendo en el Municipio de Zaragoza.

** no pudo obtenerse el nombre de los propietarios verdaderos.

Para los efectos de la realización del presente proyecto se cuenta con la lista de los propietarios de las parcelas, lo cual simplifica las labores para la campaña de extensión y los trabajos correspondientes, y a que con el Mapa Catastral (No. 2) y la lista de los propietarios, será más fácil trabajar (Ver lista de propietarios).

El conocimiento del Régimen de Propiedad y su distribución dentro de la cuenca, tiene suma importancia, por cuanto que tratándose de terrenos particulares, deberá darse énfasis a la campaña de extensión, para señalar como ya se dijo antes, la importancia de los trabajos a realizar para la Recuperación de la cuenca.

4. Usos de la tierra.

Como puede apreciarse en el Mapa No. 3 de Usos de la Tierra, el área de la cuenca está dedicada en un 98% a la explotación de cultivos limpios o cárpidos, en una extensión total de 109.07 hectáreas.

Al área cubierta con pastizales y monte bajo corresponden 13.48 hectáreas, en la cual se asientan los nacimientos.

Al referirse al Mapa No. 2 Catastral, podrá apreciarse que en esta área están comprendidas las parcelas Nos. 8, 15, 16, 17, 18 y una parte de la 23.

El área cubierta con especies forestales es la menor, correspondiéndole 5.92 hectáreas comprendidas dentro de las parcelas Nos. 8, 22, 23, 16, 35, 36 y 46.

El conocimiento del uso actual de la tierra es de vital importancia para la correcta selección de las

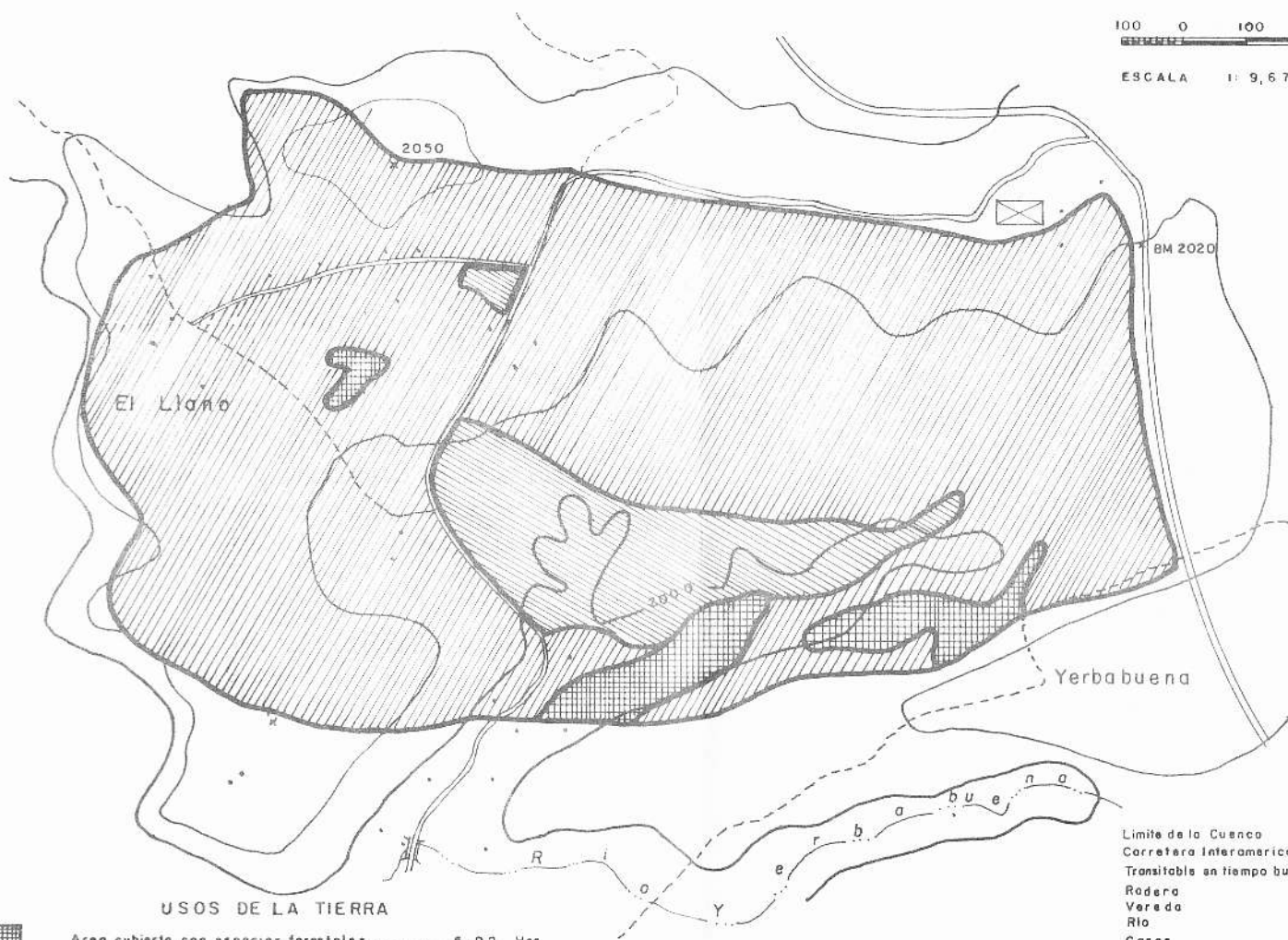
áreas a tratarse por medio de métodos de Conservación de Suelos o Reforestación artificial.

La mayoría de las parcelas cultivadas se localizan sobre pendientes menores del 30% (áreas de vocación agrícola). Los cultivos se llevan a cabo siguiendo los métodos tradicionales y empíricos de nuestro medio, es decir, que éstos se practican sin emplear ningún método de Conservación de Suelos ni alguna práctica agronómica.



100 0 100 200

ESCALA 1: 9,670



USOS DE LA TIERRA



Area cubierta con especies forestales.....5.92 Has



Area cubierta con pastizales y monte bajo.....13.48 "



Area dedicada a cultivos limpios.....109.07 "

MAPA Nº 3

Límite de la Cuenca
Carretera Interamericana
Transitable en tiempo bueno
Rodero
Vereda
Río
Casas
Puente
Campo Deportivo



Area de la Cuenca 128.47 Hs.

El cultivo del maíz que ocupa la mayor superficie del área total de la cuenca, se hace bajo el sistema natural de milpas, sembrando en surcos paralelos a la pendiente. Esta práctica antitécnica acelera el proceso de la erosión hídrica, llegándose como consecuencia a una baja progresiva de la capacidad fértil de los suelos. De esta manera, los rendimientos de maíz por unidad de superficie, así como la de los otros cultivos existentes, es poco significativa económicamente, para las personas que los explotan

5. Estudios Forestales.

Para llevar a cabo el Estudio Forestal del área de la cuenca, ésta se dividió en cuatro (4) sectores de estudio (Ver Mapa No. 4) de acuerdo con su accesibilidad, su porcentaje de vegetación, especies forestales dominantes, codominantes y suprimidas, clases de cultivo, grados y tipos de erosión, topografía y desnivel.

Las características más importantes de la vegetación en el área se resumen en el cuadro No. 2.

La cubierta forestal que existe es en su totalidad de crecimiento natural. Esta cubierta ocupa dentro de la cuenca una extensión superficial de 5.92 H. a. (Ver mapa No. 3)

La formación vegetal se localiza sobre pendientes comprendidas entre el 30% y 45 %.

La composición de éstos bosques de acuerdo con las especies forestales que los integran, así como su densidad relativa de población por hectárea, es la siguiente:

Familia Conífera:

Pinus tenuifolia (pino candelillo)	31%
Pinus pseudostrobus (pino triste)	22 %

Familia Fagáceas:

Quercus oocarpa (roble)	27%
Quercus inignis (Encino)	14%

Otras especies:

Alnus juralensis (Aliso)	Cupresus lusitánica (Cipres)
Salix chilensis (Sauce)	Aralia humilis (Tronador)
Craetegus mexicanus (Manzanilla etc.)	6%
	100.00%

Nota: Estas densidades se basan en el cuadro No. 2

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS FORESTALES

Cuadro No. 2

Sector	Principales Especies Forestales y su % relativo	Pendiente	Regeneración Natural	Aprovech. de las Especies	Estado Fitosanitario	Cubierta de monte bajo	Extens. Aprox. del Sector	Edad Bosque
A-1	No existe vegetación arbórea	0-15%	_____	_____	_____	_____	32 Ha.	_____
B-2	Pinus tenuifolia 12 % Quercus occarpa 10 % Alnus juralensis 3 %	0-45%	Escasa	Leña Carbón Construc. pequeñas	Bueno	Escasa	25 Ha.	20 a 35 años
C-3	Pinus tenuifolia 30 % Pinus Pseudotr. 30 % Quercus cocarpa 10 % Quercus insignis 10 % Alnus juralensis 2 % Cupresus lusitánic. 1 %	0-30%	Regular	Leña Construc. Pequeñas	Bueno	Escasa	47 Ha.	35 a 40 años
D-4	Quercus occarpa 20 % Quercus insignis 10 % Alnus juralensis 5 % Pinus tenuifolia 2 % Otras: Sauce Tronador Manzanilla	0-30%	Escasa	Leña Carbón	Bueno	Escasa	24 Ha.	20 a 30 años

La cubierta forestal de la cuenca se puede clasificar como bosque muy entresacado sin regeneración natural, aunque es de hacer notar que en ello influye el hecho de que la mayor parte del área está comprendida dentro de pendientes del 0% al 30%, que son terrenos de vacación agrícola que no poseen vegetación arbórea (Ver Mapa No. 5 Declividad).

Puede apreciarse que las especies forestales dominantes pertenecen a las familias Coníferas y Fagáceas, las cuales forman algunos rodales mixtos con especies de Pinus y Quercus. Las demás especies son de menor significancia.

6. -Estudio Socio-Económico.

Se realizó el estudio Socio-Económico de la población dentro de la cuenca, con el fin de tener una idea más exacta de sus hábitos, forma en que viven, si dependen exclusivamente del producto de esas parcelas, etc.

No es posible obtener informaciones fidedignas de los propietarios, ya que de todos es sabido que nuestros campesinos son reacios a proporcionar esa clase de informaciones, pensando en probables contratiempos, basados en experiencias políticas anteriores. A pesar de ello, sí es posible afirmar que la mayor parte depende en un 75% de la venta de los productos que obtienen, utilizando par

te de éstos para su propia manutención. Una escasa minoría es propietaria de otros terrenos fuera de la cuenca.

Dentro de la cuenca viven 58 familias, en igual número de parcelas formando un núcleo de 199 personas, de los cuales 108 son mayores de edad; de estos últimos 54 son de sexo masculino y 54 del sexo opuesto. El tiempo promedio que tienen de vivir en estos terrenos es de 12 años y la edad promedio es de 25 años. La mayoría de los propietarios son originarios de lugares vecinos dentro de los cuales pueden mencionarse Puerta Abajo, Zaragoza, San Andres Itzapa, Ixhuatán, Acatenango y Cautique.

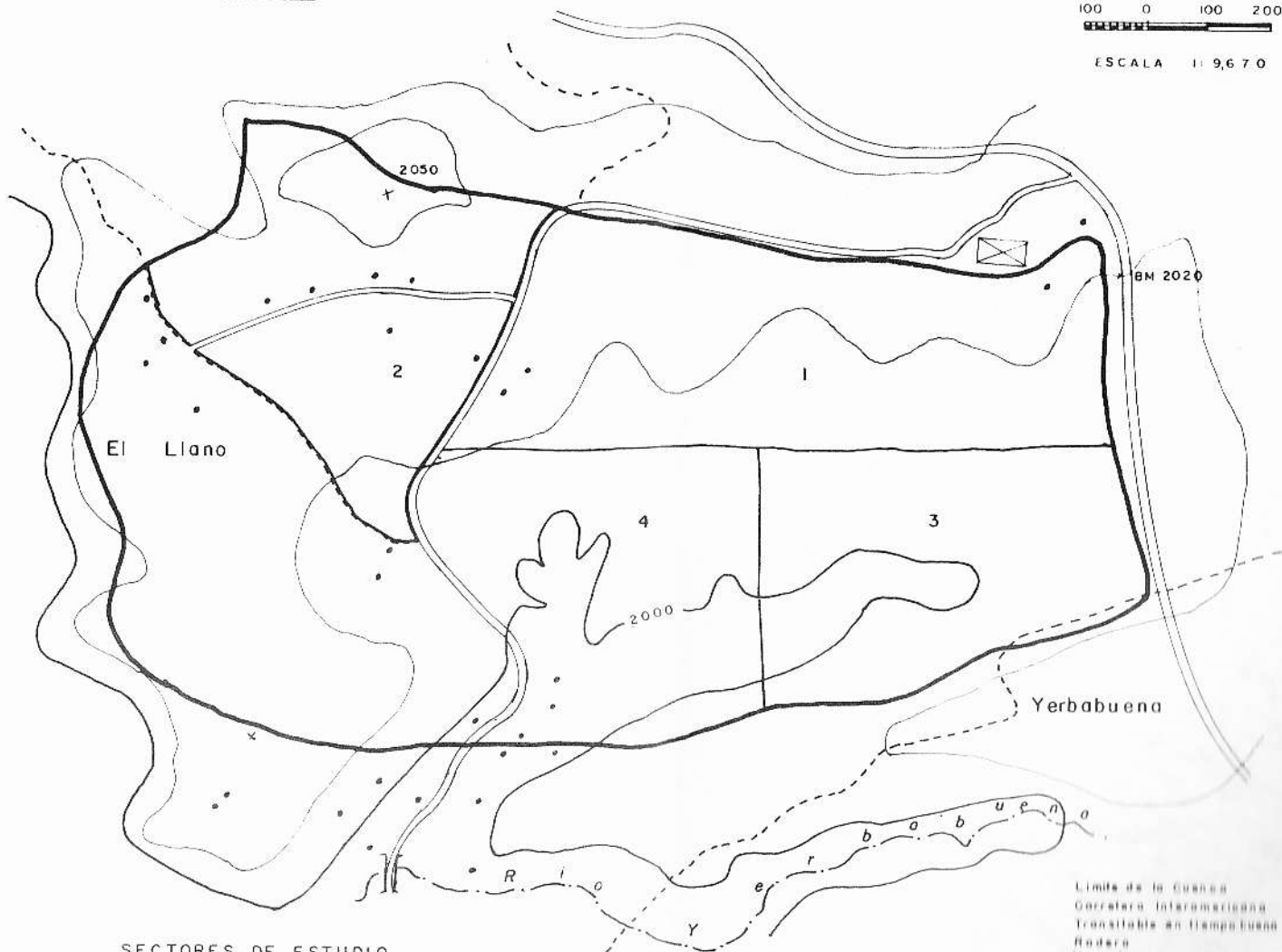
La clase de vivienda es rústica, la mayoría de adobe, teja de barro y piso de tierra. El cultivo agrícola, fuente principal de sus ingresos económicos, es el maíz. Los rendimientos del maíz, según informaciones obtenidas en el campo, oscilan entre 8 y 10 quintales por manzana. Según pláticas informales con algunos propietarios estarían anuentes a colaborar con el fin de llevar a cabo trabajos para elevar el potencial de producción de sus tierras. De lo anterior se desprende de que pueden obtenerse resultados muy satisfactorios en la Campaña de Extensión. Puede ayudarse a subir el nivel de vida de éstos campesinos, plantando árboles frutales adaptables al medio ecológico y que tengan alta demanda en el mercado nacional.

El ofrecimiento de estas especies frutales, puede tener dos consecuencias favorables inmediatas, en primer lugar los campesinos accederán a prestar su colaboración cediendo sus terrenos para llevar a cabo los trabajos de recuperación, y por otro lado, a corto plazo, podrán contar con otra fuente de ingresos para mejorar su status económico, con la venta de los productos en el mercado.



100 0 100 200

ESCALA 1: 9,6 7 0



SECTORES DE ESTUDIO

Nº (1)	Area	33.19 Has
" (2)	"	22.73 "
" (3)	"	20.87 "
" (4)	"	51.58 "
		<u>128.47 "</u>

MAPA Nº 4

Límite de la Cuenca
 Carretera Interamericana
 Transitable en tiempo húmedo
 Rodero
 Vereda
 Río
 Casas
 Puente
 Campo Deportivo
 Área de la Cuenca

128.47 Has.

7. Vías de Comunicación.

La accesibilidad de la cuenca se puede calificar de buena, ya que la misma está atravesada por la antigua carretera a Occidente que es de tierra. Por medio de ésta carretera se puede llegar perfectamente hasta el asiento de los nacimientos. De la cabecera departamental a la cuenca se conduce por la carretera Interamericana hasta el kilómetro 61. El resto de la cuenca es transitable en vehículos de doble transmisión por caminos de cuarto orden. Se estima que en este sentido no se presentarán problemas. Únicamente requiere el paso de una motoniveladora o tractor de oruga D-4 con cuchilla, para un pequeño arreglo del camino.

b) TRABAJOS DE GABINETE

Comprenden la evaluación y cálculos de los trabajos de campo que se han detallado y son los siguientes:

1. - Cálculo de las necesidades de agua.

Tomando como base lo establecido por Fuentes y Orozco (1) sobre las necesidades mínimas de agua por habitante dependiendo de la calificación de la población (Aldea, Municipio, Departamento, etc) se tiene que para cabeceras Municipales se estiman 150 litros/habitante al día como mínimo; y tomando en cuenta el incremento de población urbana anual, se han calculado las necesidades de agua para el municipio de Chimaltenango.

El incremento de la población se determina por medio de la fórmula siguiente:

$$I = \frac{2 (P_t - P_o) \times 100}{n (P_t + P_o)}$$

en donde:

Po= población urbana en 1950

Pt= población urbana en 1964

n= # de años de 1950 a 1964

2= constante.

Con base en dicho incremento, que es de 2.75% y en los requerimientos mínimos por habitante al día, se elaboró el gráfico No. 1 de requerimientos a diez (10) años plazo, el cual puede darnos la idea más clara de los problemas que se confrontarían en los años futuros, de no afrontar el panorama actual en forma dinámica y definitiva.

2. - Area total de la cuenca.

La cuenca fué delimitada en el campo sobre mapas cartográficos, dicha delimitación se afinó posteriormente por medio de Aerofotografías determinando las alturas de agua y la línea divisoria de la escorrentía. El área total se midió por medio de Planímetro. Es de hacer constar que en este caso no interesa mucho una determinación exacta del área por medio de Teodolito, ya que lo importante en sí es el tratamiento que se dará al área al contar con la aceptación del propietario. En el caso de reforestación, sí interesaría el área exacta a Reforestar, para el cálculo del número de plantas a producir y sembrar.

3. - Elementos climatológicos.

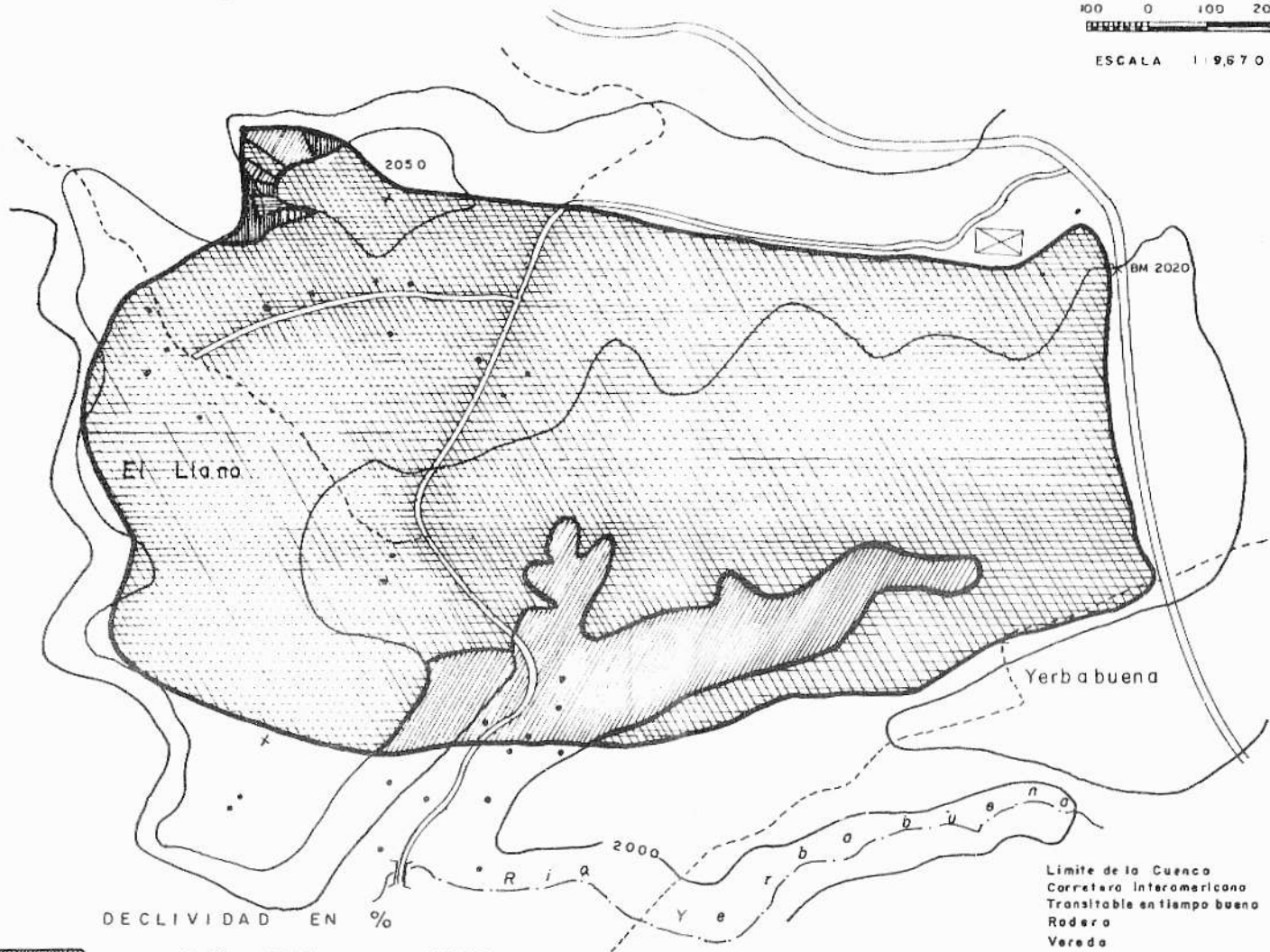
Se elaboró el cuadro de los elementos climatológicos de la región, con base en los datos proporcionados por el Observatorio Nacional. No habiendo estación en el Municipio de Chimaltenango, se han tomado los datos correspondientes a la estación de El Tejar (Ver cuadro No. 1.)



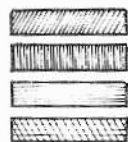
100 0 100 200

ESCALA 1:9,670

ESCALA 1:9,670



DECLIVIDAD EN %



16 % — 30 %

31% — 45 %

46 % mas

0% — 15 %

1434 Has

0.63 "

0.14

113.36

MAPA N° 5

Limite de la Cuenca
 Carretera Interamericana
 Transitable en tiempo bueno
 Roder a
 Vereda
 Rio
 Casas
 Puente
 Campo Deportivo
 Area de la Cuenca



128.47 Has.

4. - Sectores de Estudio.

Para facilitar los trabajos de campo, el área de la cuenca se dividió en cuatro sectores de estudio identificándolos con números arábigos en orden ascendente y con base en las características que se detallaron anteriormente. (Ver Mapa No. 4)

5. - Mapa catastral.

Se elaboró el mapa catastral con base en los datos correspondientes obtenidos en la propia área de la cuenca. No existiendo un plano adecuado del área con los límites de las propiedades, dicho mapa - está elaborado con mojones indicados por los propios propietarios. Los límites de la cuenca se establecieron en mapa cartográfico a escala 1:2500 midiendo su extensión por medio de Planímetro, chequeando los límites con Estereoscopio, para más exactitud.

6. - Pendientes.

Se elaboró el mapa de áreas mayores y menores del 30% de pendiente (Mapa No. 5) en el cual - pueden observarse los terrenos con pendientes de 0-15% de 16-30%, de 30-45% y mayores de 45%. Para el efecto se llevó a cabo un estudio clinométrico en el campo, reforzando dicho estudio con el del mapa cartográfico, siguiendo por medio de compases la abertura de las curvas a nivel. El objeto de estas determinaciones fué situar las áreas menores del 30% de pendiente al calificarlas como de vocación agrícola y mayores del 30% de pendiente, como de vocación forestal.

7. Estudio de la erosión.

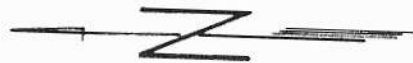
Los caminamientos preliminares por el área de la cuenca permitieron efectuar un estudio exhaustivo de la forma en que se encontraban afectados los terrenos en lo que a grado y tipo de erosión se refería. Con base en dicho estudio, se delimitaron las áreas erosionadas y no erosionadas en mapa a escala 1:2500. Posteriormente fueron localizadas dichas áreas en mapa a escala 1:5000. (Ver Mapa No. 1).

8. Usos de la tierra.

Con base en la clase de cultivos de las diferentes parcelas, se localizaron éstas en el mapa respectivo, así podrá observarse en el Mapa No. 3 el área cubierta con especies forestales, área cubierta con pastizales y monte bajo y el área dedicada a cultivos limpios, individualmente planimetradas.

9. Area Verde

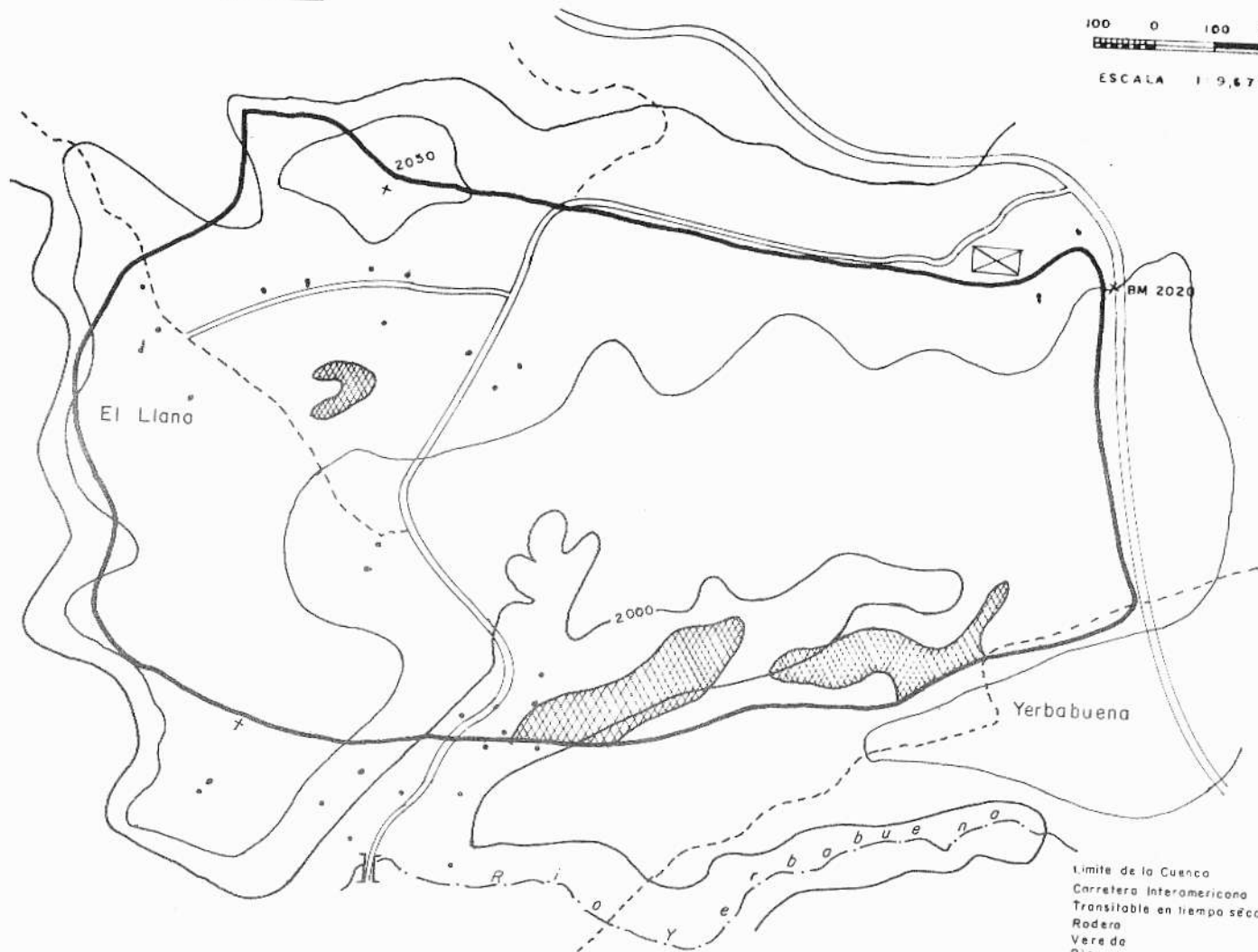
Identificada como tal la que está cultivada con especies forestales y trasladada a mapa a escala 1:5000. Siendo esta área mínima se considera de importancia poseer su extensión y localización en forma individual, apreciando mejor así, la total falta de protección de cubierta forestal de dicha cuenca, como podrá observarse en el mapa No. 6



100 0 100 200



ESCALA 1:9,870



MAPA Nº 6



AREA VERDE = 5.92 Has.

limite de la Cuenca
Carretera Interamericana
Transitable en tiempo seco
Rodero
Vereda
Rio
Casas
Punto
Campo Deportivo

Area de la Cuenca 128.47 Has.

10. Drenajes superficiales.

El estudio preliminar del drenaje puede apreciarse en el Mapa No. 7. Este drenaje fué delimitado sobre fotografía aérea tomada a 20, 000 pies de altura y a escala 1:40, 000. En forma sucinta se describe el drenaje como de forma arbórea regularmente integrado de lo cual se deduce que la pendiente es uniforme en la mayor parte del área de la cuenca. El drenaje no sigue la dirección de la cuenca de sur a norte sino que se encuentra localizado de oeste a sureste y se va agudizando en la unión de las vertientes, las cuales van sedimentando las partículas erosionadas de las vertientes menores.

El drenaje parcial de las vertientes menores también tiende a seguir la conformación general de todo el conjunto pero en forma más simplificada. El drenaje de toda la cuenca es en general drenaje de invierno el cual es paralelo entre sí y convergente en todos los casos hasta su desembocadura en el río Yerba buena.

11. Clasificación Agrológica

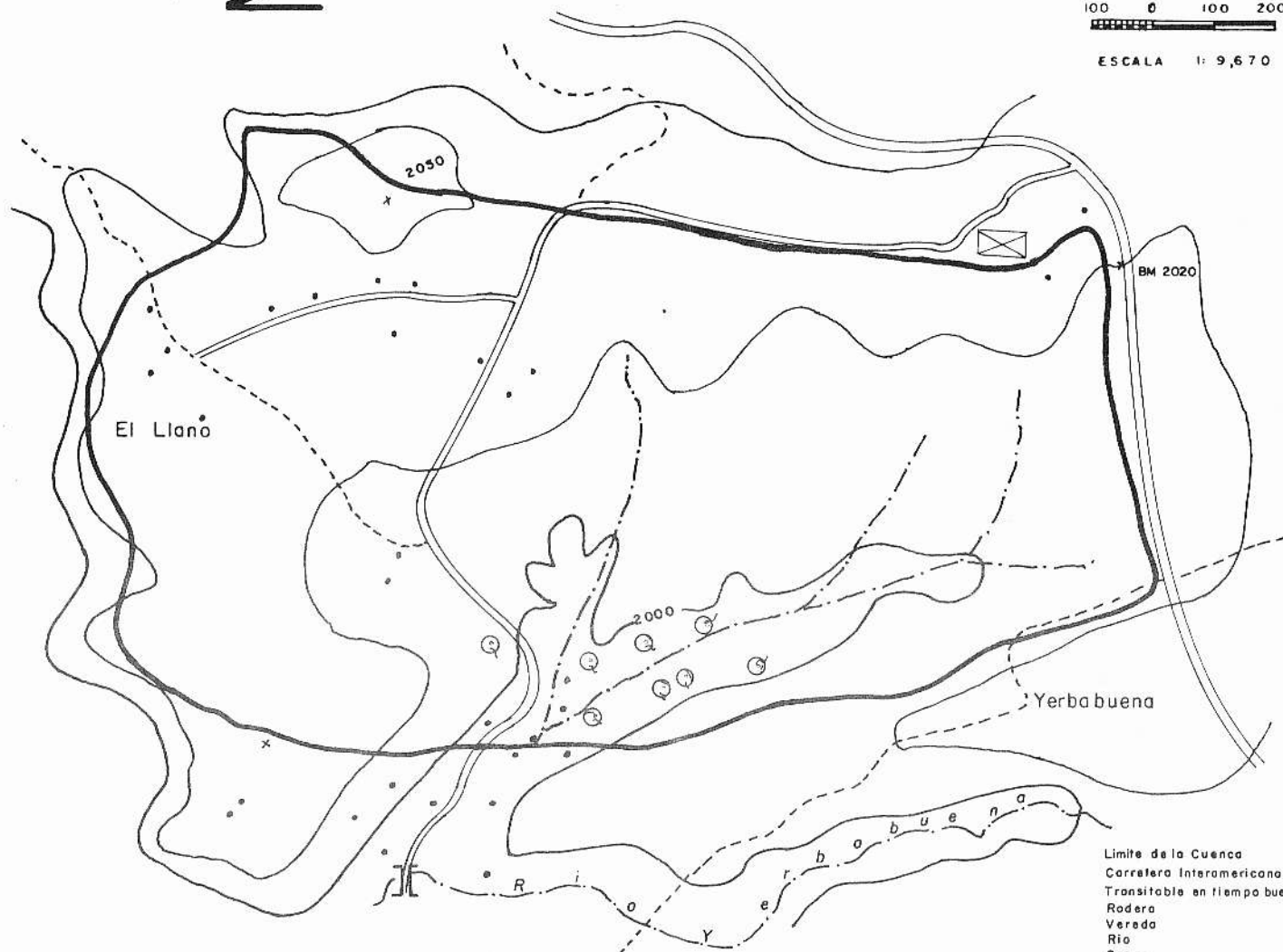
Se llevó a cabo el mapeo agrológico de los terrenos de la cuenca, con base en la capacidad de uso y necesidades de manejo de los terrenos, así como de las características particulares en lo que se refiere a textura del suelo, profundidad efectiva, permeabilidad, reacción del suelo, contenido de materia orgánica, grado de pendiente, tipo y grado de erosión y usos de la tierra.

La investigación de las características particulares a que se refiere el párrafo anterior, es de suma importancia por cuanto sirve para aclarar la capacidad de uso que tiene cada terreno y sus necesidades de manejo.



100 0 100 200
METROS

ESCALA 1: 9,670



DRENAJES SUPERFICIALES

MAPA Nº 7

Limite de la Cuenca
Carretera Interamericana
Transitable en tiempo bueno
Rodera
Vereda
Rio
Casas
Punto
Campo Deportivo
Drenaje
Nacimientos de Agua



Area de la Cuenca 128.47 Has.

Basándose en esos datos, se llevó a cabo la agrupación de los terrenos de la cuenca en clases con capacidades de uso similares; éstas son las llamadas clases agrológicas, las cuales sirven para ordenar la selección de alternativas de uso y de manejo que mejor se adapten a las características de cada parcela, con el fin primordial de aumentar el caudal de agua de los nacimientos.

Dentro de la cuenca se encontraron cuatro clases agrológicas a saber: II III IV y VI predominando abundantemente la clase II como podrá observarse en el mapa de Clases Agrológicas.

Localización de las clases agrológicas.

La Clase II se encuentra en las siguientes parcelas:

Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 21, 24, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56 y 57.

Parte de los Nos. 13, 23, 8, 18, 20, 58

Ocupa una extensión de: 104, 53 H. s. s.

La Clase III comprende:

Parte de la parcela No. 8

Ocupa una extensión de: 0, 38 ha, s.

La Clase IV comprende:

Parcela No. 53

Parte de las Nos. 7 8 y 20

Ocupa una extensión de: 8, 60 H. a, s.

La Clase VI comprende:

Parcelas Nos. 15 16 y 17

Parte de Nos. 13 18 8, y 25

Ocupa una extensión de: 11.22 H. a. s.

Descripción de las Clases Agrológicas.

Clase II. Comprende terrenos apropiados para cultivos lim-
pios (maíz, trigo, frijol, papa etc.) continuos, -
mediante el uso de prácticas sencillas de con-
servación de suelos. Son terrenos de pendiente
moderada, de mediana profundidad en el hori-
zonte A, productividad moderada expuestos a
moderada erosión por el agua y por el viento, que
en esta zona sopla con regular intensidad en al-
gunas épocas del año.

Estos terrenos pueden cultivarse permanentemen-
te sin sufrir daño alguno, siempre y cuando se
utilicen adecuadas prácticas de conservación -
de suelos.

Clase III. Comprende terrenos apropiados para cultivos
limpios continuos mediante el uso de prácticas
intensas de conservación de suelos. Dentro de la
cuenca esta clase se encuentra como puede ob-
servarse en el mapa respectivo, en una parte mí-
nima del área total.

Son terrenos de mediana pendiente, mediana o
poca profundidad, de productividad moderada y
súscptible de erosión sévèra (12).

Clase IV: Son terrenos adecuados para la instalación de

cultivos limpios ocasionales, mediante el uso de prácticas intensivas de conservación de suelos.

Dentro de la cuenca esta clase también se encuentra bastante reducida. (ver mapa agro_lógico).

Su pendiente varía entre mediana y fuerte - con horizonte A delgado medianamente profundo, de productividad moderada y malos conservadores de humedad, siendo además, altamente susceptibles de erosión severa.

Es una clase de transición entre las apropiadas para cultivos limpios y las apropiadas para vegetación permanente. (12)

La clase IV comprende por lo tanto, terrenos que necesitan de prácticas de conservación intensivas.

Clase VI: Son terrenos impropios para cultivos limpios pero utilizables para vegetación permanente con ligeras limitaciones y mediante el uso de prácticas de conservación de suelos (12) Su pendiente en general es fuerte, o el suelo, que es poco profundo, ofrece poca resistencia a la acción desprendedora y transportadora del agua.

Esta clase se encuentra comprendida en terrenos con potreros, especialmente en lo que se refiere a la parcela No. 8, y dichos potreros deben rotarse y cercarse cuidadosamente, debiendo distribuir los bebederos para evitar daños por la concentración de ganado, máxime que en ésta zona se asientan los nacimientos de agua.

Dentro de esta zona se localiza también una zona de inundación (ver mapa Agrológico) a la cual deberá proveerse de un buen sistema de drenaje para evitar daños mayores.



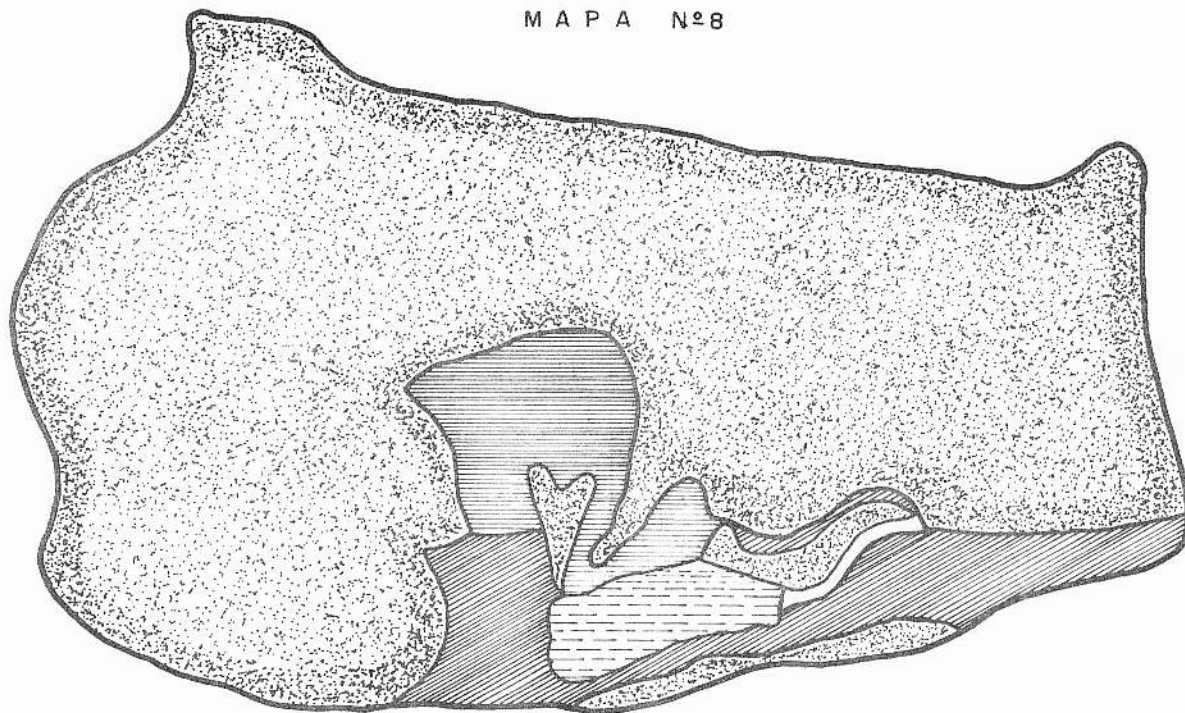
100 0 100 200



ESCALA 1:9,670

MAPA DE CLASES AGROLOGICAS

MAPA N°8



II

Area 104.53 Has



III

" " 0.38 "



IV

" " 8.60 "



VI

" " 11.22 "



Zona de inundación " " 3.74 "

III. Planificación de los Trabajos.

a) Diagnóstico de la Situación.

Los capítulos anteriores nos llevan al conocimiento de la situación actual de la cuenca, y nos dan las bases para formular el siguiente diagnóstico sobre la misma.

La cuenca hidrográfica de los nacimientos que surten de agua potable al municipio de Chimaltenango, se encuentra en un 99% sobre terrenos que van del 0-30% de pendiente, los cuales son considerados como terrenos de vocación agrícola con una extensión total de 127.69 H. a. El resto del área de la cuenca o sean 0.950 H. a. son terrenos que están sobre pendientes mayores del 30% considerados como terrenos de vocación forestal; siendo por lo tanto 128.64 H. a. el área total de la cuenca.

En los terrenos con pendientes menores del 30%, ó sean los de vocación agrícola, predominan los cultivos limpios especialmente maíz, trigo y frijol, los cuales se extienden a los terrenos de pendiente mayor del 30%.

El siguiente detalle nos dará una idea más objetiva de la forma como se encuentra cultivada el área total de la cuenca, siendo conveniente referirse al Mapa No. 9 de Areas de trabajo.

Detalle

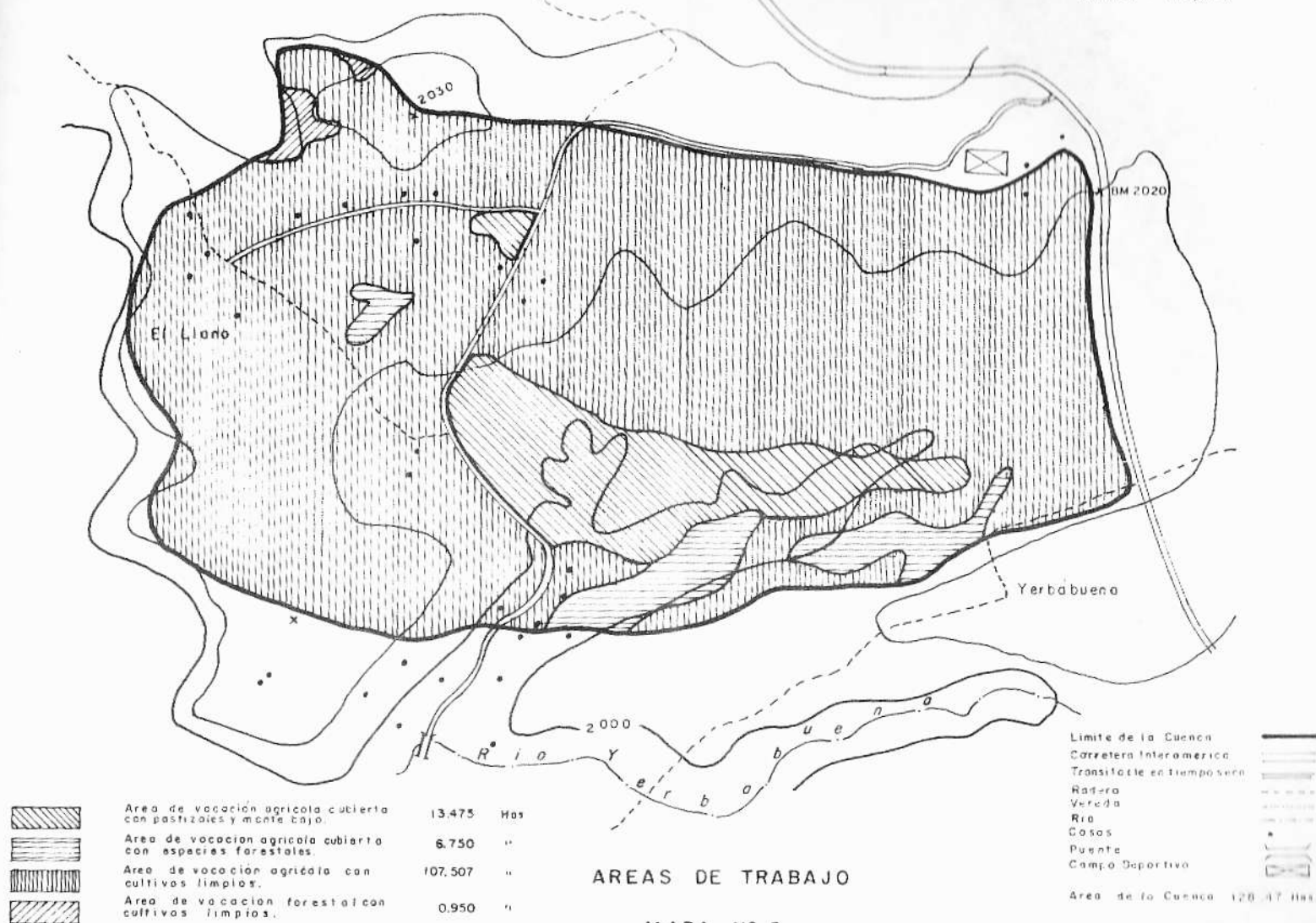
Area de Vocación Agrícola cubierta con pastizales y monte bajo.....	13.458 H. a.
Area de Vocación Agrícola cubierta con especies forestales	6.720 H. a.
Area de Vocación Agrícola con cultivos limpios	107.507 H. a.
Area de Vocación Forestal con cultivos limpios.....	0.950 H. a.
	128.47 H. a.



100 0 100 200



ESCALA 1:9,670



En las áreas calificadas como de Vocación Agrícola, o sean aquellas que se encuentran en pendientes menores del 30%, se llevarán a cabo los trabajos necesarios, particulares de cada área, según la pendiente, de Conservación de Suelos, como parte de los trabajos de Recuperación de esta cuenca. (curvas a nivel, cultivos en fajas, barreras vivas, acequias de ladera, terrazas de camellón, etc.).

El método de Conservación de Suelos a emplearse, está sujeto como se dijo antes, al grado de la pendiente que se observa en cada parcela. La cuenca por lo tanto, queda exenta de trabajos de Reforestación, ya que el grado de la pendiente habla por sí mismo de que se trabajará sobre terrenos de vocación Agrícola, exclusivamente se emplearán métodos de conservación de suelos.

Anteriormente se explica que la erosión de tipo laminar que presentan estos terrenos, se debe precisamente a la falta de la observancia de adecuados métodos de trabajo, y es por ello que año con año los suelos se han venido degradando, con la consiguiente baja del caudal de los nacimientos, por razones mencionadas abundantemente en capítulos anteriores.

Nuevamente habrá que referirse al Gráfico No. 1 de Requerimientos de agua, para tener una idea más clara de las necesidades de agua actuales y futuras, así como los datos pertinentes sobre los aforos efectuados, especialmente en la época seca, que es cuando el caudal sufre su estado más grave, en detrimento de las necesidades de la población del Municipio de Chimaltenango.

En la iniciación de los trabajos en esta cuenca deberá tenerse en cuenta como punto de primer ór-

den la campaña de extensión de que ya se ha hablado anteriormente, para poder tener una relación más estrecha con los propietarios de los terrenos, y por ende, contar con la aquiescencia de ellos para trabajar sus parcelas - técnicamente siguiendo los métodos mencionados antes. Para ello tendrá que programarse la fase de la campaña mucho antes de que ellos empiecen a la preparación de sus terrenos para la siembra.

Se han considerado áreas de vocación agrícola las que se encuentran comprendidas entre el 0-30% debido a que, al trabajarlas con adecuados métodos de conservación de suelos, no presentan peligros de erosión, además, se reduce la pendiente del terreno con lo que la velocidad de escorrentía es menor, lográndose mayor filtración del agua en el suelo.

En todo buen manejo de suelos, es de suma importancia tomar en cuenta la relación que debe existir entre el suelo y las plantas que en él crecen.

Básicamente el buen manejo de suelos consiste:

- 1) En escoger las plantas de características más apropiados para el suelo que se trate, o en escoger el suelo para una planta dada.
- 2) En mantener o conservar el suelo de modo tal que siga siendo conveniente para la planta.
- 3) En modificarlo hasta hacerlo más utilizable. (10).

En el caso de la cuenca de Chimaltenango, se trata específicamente de mantener y conservar el suelo, por medio de métodos de conservación de suelos, de modo tal que siempre sea adecuado para las plantas que en él se cultivan.

El método de conservación de suelos a aplicar dependerá de la pendiente de la parcela, y por lo consiguiente de su clasificación Agrológica.

Siendo que el objetivo primordial de la Agricultura Moderna, es la obtención de cosechas de mejor calidad, de la mayor cantidad posible y con el máximo provecho de trabajo, tiempo y dinero invertidos, las prácticas agrícolas de conservación de suelos constituyen los medios de producción más adecuados para lograrlo.

La programación de método de Conservación de Suelos a aplicar en las parcelas que forman parte de la cuenca, se establece en el Plan de trabajo, de acuerdo con la clasificación agrológica respectiva.

b) PLAN DE TRABAJO.

Está basado en la clasificación agrológica de los terrenos, de acuerdo con las características que presentan. Todo proyecto en el que vaya incluida la Conservación de Suelos, debe basarse en el uso de cada terreno de acuerdo a sus posibilidades, y el tratamiento, de acuerdo a sus necesidades. El uso se refiere a la distribución de los cultivos en la finca, el tratamiento, a la aplicación de diversos sistemas culturales, agronómicos o mecánicos que compensen el debilitamiento de la protección natural ocasionada por la acción del hombre.

Para formular un plan sano de Conservación de Suelos, se tiene que partir del conocimiento detallado de las condiciones físicas de los terrenos, las cuales confieren a éstos, diferentes capacidades de uso y variadas exigencias de manejo. Por lo tanto, se clasifican los terrenos en cuanto a las capacidades de uso mencionadas, obteniendo las clases agrológicas que permiten sintetizar la selección de alternativas de uso y manejo de cada parcela. (12).

Trabajos que debe efectuarse:

a) En los terrenos con Clase II: En el capítulo de estudios, inciso II, se encuentran ya definidas las distintas clases Agrológicas que se encuentran dentro de la cuenca, por lo que con esa base, puede indicarse que en la Clase II se efectuarán las siguientes prácticas de conservación:

Siembra en contorno: Consiste en disponer las hileras de siembra y verificar las labores de cultivo en forma transversal a la pendiente, en curvas de nivel o líneas de contorno.

Se desprende que al sembrar y cultivar sobre estas curvas, cada hilera de plantas constituye un obstáculo que se opone al paso del agua escorrentía, disminuyendo su velocidad y su capacidad de arrastrar el suelo (12) y por ende, habrá mayor infiltración, aumentando así el caudal de agua de los nacimientos.

Las curvas de nivel deberán trazarse con niveladores de lectura directa, como el caballete, ó con niveladoras de lectura indirecta como el nivel Abney, el nivel de presición o nivel de mano.

Cultivo en fajas: que consiste en la instalación de cultivos en fajas de anchura variable, en tal forma que cada año se alternen plantas que ofrecen poca protección al suelo con otras de crecimiento denso.

El cultivo en fajas bien establecido, mantiene y aumenta la fertilidad de los terrenos, suministra buena cubierta vegetal a una proporción substancial de los terrenos (12) proporcionando con ello, mayor infiltración de agua, menor evaporación elevando el caudal de agua.

Barreras vivas.

Las barreras vivas, son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso dispuestas con determinado distanciamiento horizontal y sembradas a travez de la pendiente, casi siempre en contorno o en curvas de nivel. El objeto principal de aconsejar este trabajo en los terrenos de clase II, es porque se desea reducir la velocidad del agua que corre por la superficie del terreno y retener el suelo.

Se deben usar, como se dijo antes, plantas perennes de crecimiento denso, sembradas en hileras continuas preferentemente, para que en corto tiempo formen un obstáculo efectivo para el paso del suelo.

Tienen la ventaja de constituir una guía permanente para la siembra en contorno o en curvas de nivel, evitando tener que llevar a cabo los trazos nuevamente en futuras siembras.

En estos terrenos, cuya pendiente promedio es de 8%, las barreras vivas deben sembrarse a una distancia horizontal de 18 metros, ya que se trata de terrenos dedicados a la explotación de cultivos limpios. Se sugiere utilizar para barreras vivas dada su adaptabilidad al clima de la zona y a la protección eficaz que proporcionan, pasto Napier enano (*Penisetum purpureum*) o algún sorgo de forraje.

Acequias de ladera: Consisten en canales de 30 cm. de anchura en el fondo con taludes 1:1 y profundidad y desnivel variables. Deben construirse a distancias regulares, de acuerdo con la pendiente y el uso del terreno.

A 15 cm. del borde superior de las acequias y a todo lo largo de ellas, deben sembrarse barreras vi

vas, con el objeto de filtrar el agua que llegue al canal y en esta forma disminuir la cantidad de material que en él se deposita. (12).

En estos terrenos de Clase II, las Acequias deben construirse a una distancia horizontal entre 15 y 20 metros, ya que se trata de terrenos dedicados a cultivos limpios.

Se estima, que las prácticas culturales y mecánicas anteriormente mencionadas, son suficientes para la conservación de los suelos en los terrenos de Clase Agrológica II, así como para el aumento positivo del caudal de agua y de la productividad.

Sin embargo, será conveniente contemplar la aplicación de fertilizantes, incorporación de abonos verdes y el establecimiento de las rotaciones, a criterio del director del proyecto.

b) En los terrenos de la Clase III. En estos terrenos se efectuarán prácticas similares a las descritas anteriormente, aunque con ciertas variaciones y en forma más intensiva. Por ejemplo, las rotaciones deberán incluir períodos largos de plantas de crecimiento denso y de plantas de cobertura; las fajas en contorno tendrán que establecerse con menos anchura y las barreras vivas menos distanciadas. Será conveniente también, combinar varias prácticas e incluso utilizar algunas más complejas, como las terrazas, los bancales, etc.

c) En los terrenos de la Clase IV. Estos terrenos de Clase IV necesitan de prácticas de conservación intensivas y pueden ser aplicadas las anteriormente descritas para las Clases II y III, desde luego que se trata de áreas dedicadas a la explotación de cultivos limpios, como podrá observarse en el Mapa Agrológico y en el mapa No. 3 de usos de la tierra.

d) En los terrenos de la Clase VI. En el Capítulo de Estudios, podrá leerse las características que presentan estos terrenos, podremos enterarnos de que son terrenos impropios para la explotación de cultivos limpios, y deben ser utilizados únicamente para el establecimiento de vegetación permanente, con fuertes limitaciones y mediante el uso de prácticas intensivas de conservación de suelos, como las descritas para las clases anteriores.

De lo anterior se colige que en los terrenos que poseen clases agrológicas II, III y IV se continuará la explotación de cultivos limpios, siguiendo los métodos de conservación de suelos indicados. En los terrenos de la clase agrológica IV se deben sembrar especies forestales, como Pino (*Pinus Pseudostrobus* y *Pinus montezumae*) algunas especies de *Quercus* Sp. las cuales no son exigentes en suelos y se adaptarán perfectamente a la clase de suelos que posee la clase VI y que ya han sido descritos anteriormente.

c) CALENDARIO DE LABORES.

La Recuperación de la cuenca de Chimaltenango, se ha calculado que llevará un período de tres años, los cuales se han programado en la siguiente forma:

Primer Año: Campaña de Extensión
Construcción de Accesos

Campaña de Extensión: Esta campaña deberá ser llevada a cabo por un agente de extensión y tiene por objeto, establecer buenas relaciones entre los propietarios de los terrenos dentro de la cuenca y el personal de la División Forestal que tendrá a su cargo el proyecto. En dichas relaciones, están comprendidas las pláticas demostrativas, tendientes a explicar detalladamente y convencer a los

terratenientes, de la conveniencia de aplicar mejores métodos de cultivo, siguiendo sistemas de conservación de suelos, con el fin de evitar la degradación de los suelos, logrando con ello elevar la productividad de los mismos. Por otro lado, se les hará ver los beneficios tanto directos como indirectos que conllevan todos los trabajos tendientes a la recuperación de la cuenca. Las conferencias, que serán debidamente programadas e ilustradas, tendrán el objetivo primordial de crear un ambiente favorable entre los propietarios de los terrenos, lo que se logrará al hablarles del aumento de la productividad, de la fertilidad, del rendimiento, de la escasez de agua y la urgente necesidad de aumentar los caudales, etc. ésto permitirá llevar a cabo los trabajos sin mayores contratiempos. Así mismo deberá ser importante dejar asentado el absoluto respeto a su propiedad privada, de parte de la División Forestal, ya que por experiencias anteriores se sabe, que los parcelarios en su mayoría analfabetos, casi siempre se oponen a cualquier tipo de trabajo del estado, por temor a perder sus derechos adquiridos. La planificación de esta campaña debe ser cuidadosamente elaborada para lograr crear un fuerte impacto, y así mismo, no solo obtener la aceptación de los trabajos, sino la colaboración de los propietarios, quienes a la vez podrán formar parte de la mano de obra necesaria para llevar a cabo el plan de trabajo, con su remuneración respectiva. Se estima que la duración de la campaña llevará de 3 a 4 meses, ya que se presenta el problema de la dificultad de reunir a los propietarios de las 58 parcelas, máxime cuando algunos residen en lugares aledaños, fuera de la cuenca.

Construcción de accesos. Como ya se dijo antes, la cuenca de Chimaltenango, se encuentra atravesada por la antigua carretera a Occidente, y siendo que el camino se encuentra abierto, solamente será necesario

un pequeño arreglo, el que se llevará a cabo con maquinaria adecuada. Este arreglo deberá llevarse a cabo en los primeros meses del año, para aprovechar la estación seca.

Segundo año: Durante el segundo año, se aprovecharán los meses inmediatos a la finalización de la cosecha de la siembra anterior, para dedicarse de inmediato a los trabajos preliminares, de conservación de suelos, una vez se haya concluido la planificación de los mismos, dentro de la cual está, la delimitación de las áreas de trabajo.

En este año deben efectuarse todos los trabajos de conservación de suelos indicados anteriormente, en la clase de terrenos que corresponda, para lograr que al inicio de la nueva época de siembra, todas las parcelas se encuentren totalmente terminadas. Para el efecto se dispondrá de la mano de obra necesaria contemplada en el presupuesto respectivo.

Tercer año: Durante este año está comprendido el refinamiento de los trabajos llevados a cabo el año anterior, así como para la corrección de algunos que hayan sufrido detrimento en su construcción por razones diversas. Se procederá a hacer una revisión total en todas las parcelas, para efectuar todas las reparaciones que se consideren necesarias y aplicar cualquier otra práctica que se considere necesaria.

Una vez hecho lo anterior, se considerará concluido el proyecto de recuperación, teniendo el cuidado de efectuar inspecciones periódicas en los años subsiguientes, para constatar la continuación de parte de los terratenientes, de las prácticas de conservación y métodos de manejo que se aplicaron en años anteriores, para que la recuperación sea efectiva y completa, lo-

grando con ello no solamente aumentar la productividad de los terrenos, elevar el nivel de vida de los propietarios como consecuencia de lo anterior, conservar la riqueza natural de los suelos, y por sobre todo, aumentar el caudal de agua de los nacimientos, que ha sido la principal idea del proyecto, proporcionando así agua suficiente a la ciudad de Chimaltenango, que está necesitada de ella.

La constatación de que los trabajos lograron el objetivo deseado, se hará al efectuar nuevamente los aforos que sean necesarios y hacer una comparación con el cuadro de requerimientos actuales y de aforos.

Construcción de accesos:

Valor proporcional tractor oruga.....	Q	56.00	
Salario de operador una semana.....		28.00	
50 horas de trabajo tractor.....		50.00	
Combustible y lubricantes		<u>16.00</u>	Q.150.00

Ejecución del Proyecto:

Salario 1 Ingeniero Agrónomo cuatro meses ..	Q	2400.00	
Salario 1 Perito Agrónomo cuatro meses.....		700.00	
Salario 1 Técnico de Suelos cuatro meses....		640.00	
Valor de un tractor agrícola.....		<u>3800.00</u>	
Salario de operador tractor 4 meses		480.00	
Valor proporcional de 1 jeep willys		200.00	
Valor de 1 arado reversible de discos		600.00	
Valor de 1 rastra		600.00	
Salario de 1 caporal de campo 4 meses.....		240.00	
Valor de 1400 jornales a Q0.80 q u.....		1120.00	
Valor combustibles, lubricantes, etc.....		<u>300.00</u>	Q.11080.00
Imprevistos 10% del total			<u>1108.00</u>
COSTO TOTAL DEL PROYECTO:			Q. 12194.00

V. RESULTADOS ESPERADOS.

Tal como se ha indicado en los capítulos anteriores, se espera que los trabajos de Conservación de Suelos, en áreas agrícolas y de reforestación en áreas forestales - cuando así se califiquen las áreas de la cuenca), repercutan en un aumento de los caudales de los nacimientos de agua, objetivo primordial del presente trabajo.

Si bien es cierto, que esta cuenca posee terrenos en un 99% de vocación agrícola, cuando haya terrenos de vocación forestal, deberá estudiarse previamente si la pérdida de agua por concepto de evaporación, transpiración y escorrentía, sumadas a la retención de agua por el suelo ($Q=P-E-T-S$), son sensiblemente menores que la precipitación, debiendo estudiarse ésto durante todos los meses del año con el fin de no provocar el fenómeno inverso, es decir, que la instalación de los bosques sea contraproducente.

En conclusión se esperan los siguientes resultados:

1o.) Con los trabajos de Conservación de Suelos, se reduce o anula la pendiente del terreno, con lo que se elimina uno de los principales factores que se restan a la precipitación.

Eliminándose en esta forma la Escorrentía, se eleva la infiltración del agua precipitada y por consiguiente se espera un aumento del caudal de los nacimientos de agua.

Desde luego el volúmen de agua infiltrada, está íntimamente relacionada con la intensidad de lluvia, para cuyo conocimiento se ha instalado un pluviógrafo en esta cuenca.

2o. Los trabajos de Conservación de Suelos, reducirán al mínimo la erosión, con lo que, continuando con el uso adecuado de métodos de cultivo se espera que se mejore la fertilidad de los suelos y por ende la productividad,

3o. Como consecuencia, se espera que con el aumento del caudal de agua y de la productividad de los suelos, se estará propiciando un buen servicio de agua para los habitantes de la ciudad de Chimaltenango y un mejor nivel de vida para los terratenientes comprendidos en esta cuenca,

Guatemala, Junio de 1967.

Pablo Roberto Campollo B.

Vo. Bo,

Ing. Fernando Luna Orive
Asesor

Imprímase:

Ing. Julio René Castañeda P.
Decano

V. Bibliografía Citada y Consultada.

- 1 FUENTES ALVARADO, Bernardo Ing.
OROZCO, Guillermo Ing.
"Proyecto de Normas Generales para
diseño de sistemas de agua Potable"
Primer Congreso Nacional de Ingenieros
Guatemala. 1959.
- 2 URIZAR MONTUFAR, Marco Tulio Ing.
"Recuperación de Cuencas Hidrográficas",
Madrid, 1965
- 3 PEREZ URRUTI Y VILLALOBOS, Juan Antonio
"Trabajos hidrográfico-Forestales:
Fijación de Terrenos"
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Montes.
Madrid, Diana Artes Gráficas. 1948
- 4 SIMMONS, Charles
TARANO, J. Manuel
PINTO, Humberto
"Clasificación de reconocimiento de los
suelos de la república de Guatemala. Pgs.
682 - 683.
Edit. J. de Pineda Ibarra, Guatemala 1950.
- 5 OBIOLS DEL CID, Alfredo Ing.
"Mapa climatológico preliminar de la repú-
blica"
Tesis, Facultad de Ingeniería,
Guatemala, 1966

- RAMOS, José Luis ing.
6 "Repoblaciones"
Escuela Superior de Ingenieros de Montes
Madrid, 1965
- NICOLAS, Antonio Ing.
GANGULLO, José Manuel
7 "Contribución al estudio de estaciones
forestales".
Madrid. 1964
- SAENZ MAROTTO, Alberto
8 "Curso de Tecnología y Conservación de Suelos"
Universidad de Costa Rica
Departamento de Publicaciones
San José de Costa Rica, 1958
- "Defensa de los Suelos"
9 "Apuntes para la oposición de peritos de Montes
Academia Técnica Forestal.
Madrid 1963-64.
- LOZANO, J. Miguel
10 "Los suelos y su manejo"
Agricultura de las Américas
- MELA Y MELA, Pedro
11 "Tratado de Edafología"
Ediciones Agrociencia.
Zaragoza, España, 1963.
- SUARES DE CASTRO, Fernando
12 "Conservación de Suelos"
Editorial SALVAT
Madrid, 1956
- LASSEN Leon
LULL, Howard
BERNARD, Frank
13 "Algunas relaciones entre la planta, el suelo y el
agua en el manejo de las cuencas". Editorial "Abeja"
Centro Regional de Ayuda técnica, AID
- 