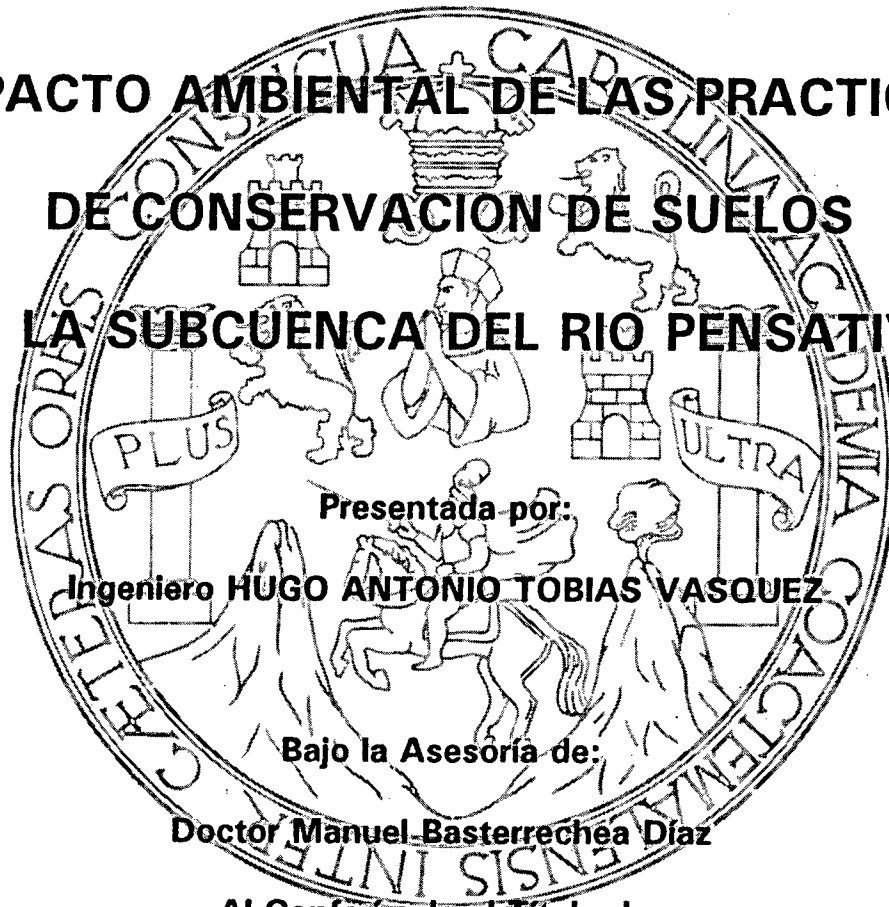


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROGRAMA DE MAESTRIA EN DISEÑO,
PLANIFICACION Y MANEJO AMBIENTAL**

TESIS

**IMPACTO AMBIENTAL DE LAS PRACTICAS
DE CONSERVACION DE SUELOS
EN LA SUBCUENCA DEL RIO PENSATIVO**



Presentada por:

Ingeniero HUGO ANTONIO TOBIAS VASQUEZ

Bajo la Asesoría de:

Doctor Manuel Basterrechea Díaz

Al Conferírsele el Título de:

**MAGISTER SCIENTIAE EN LA ESPECIALIDAD DE
PLANIFICACION Y MANEJO AMBIENTAL**

Guatemala, Septiembre de 1994

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central**

DL
02

T(653)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

Arq. Julio Corea y Reyna	DECANO
Arq. Byron Rabe Rendon	SECRETARIO
Arq. José Jorge Uclés Chávez	VOCAL I
Arq. Silvia Morales Castañeda	VOCAL III
Br. Nehemías J. Matheu García	VOCAL IV
Br. Oscar Huertas Arreaga	VOCAL V

TRIBUNAL EXAMINADOR

Arq. Julio Corea y Reyna	DECANO
Arq. Byron Rabe Rendon	SECRETARIO
Arq. M.A. Marco A. To Quiñónez	COORDINADOR
Ing. Agr. Jorge M. del Valle	EXAMINADOR

DEDICO ESTA TESIS

A mi Esposa: Mayra Sánchez de Tobías

A mis hijos: Hugo Rolando, Manuel Antonio y Gabriela Marfa.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a las personas e instituciones que colaboraron parcial o totalmente en el proceso de la investigación:

**Al Doctor: Ph.D. Manuel Basterrechea Díaz.
Asesor Principal de la Tesis.**

**A los Ingenieros: Maxdelio Herrera de León y
Ariel Ortíz L.
Asesores Adjuntos**

**Al personal del Proyecto de Conservación de Suelos de DIGESA,
con sede en el Departamento de Sacatepéquez.**

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

CONTENIDO GENERAL

1.0	INTRODUCCION.	1
2.0	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION	2
3.0	OBJETIVOS	5
4.0	HIPOTESIS	5
5.0	MARCO CONCEPTUAL	6
5.1	CONCEPTOS GENERALES	6
	Ambiente	6
	Impacto ambiental	6
	Evaluación de impacto ambiental.	7
	Suelo	7
	Erosión	7
	Tipos de erosión	8
	Límites tolerables de erosión	8
	Conservación de suelos	8
	Prácticas de conservación de suelos	8
	Cuenca hidrográfica y manejo de cuencas	10
5.2	CARACTERISTICAS GENERALES DE LA SUBCUENCA DEL RIO PENSATIVO	10
	Localización	10
	Características socioeconómicas	12
	Población	12
	Aspectos culturales	12
	Características biofísicas	14
	A Geología	15
	B Hidrología	16
	C Suelos y tierras	16
	D Uso de la tierra	18
	E Intensidad de uso de la tierra	19
5.3	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES QUE COMPRENDE LA IMPLEMENTACION DE LAS PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS	20
3.4	LAS ACTIVIDADES AGRICOLAS Y SUS IMPLICACIONES ECOLOGICAS Y ECONOMICAS	26
	Aspectos generales	26
	Aspectos legales	29
3.5	LA PROBLEMÁTICA	30
6.0	METODOLOGIA	36
6.1	DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO	37
6.2	DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA	36

6.3	DEFINICION DE ELEMENTOS DE EVALUACION	36
6.4	GENERACION DE INFORMACION	38
6.5	ESTABLECIMIENTO DEL MARCO LISTA	38
6.6	MARCO MUESTRAL	38
6.7	INFORMACION DE CAMPO	39
6.8	ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACION	40
7.0	RESULTADOS	41
7.1	CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SITIOS Y DE LOS AGRICULTORES MUESTREADOS	41
	Ocupación y tenencia de la tierra	41
	Uso de la tierra	41
	Prácticas de conservación de suelos que utilizan los agricultores del área	41
	Otras características ligadas al proceso productivo	42
		44
7.2	IDENTIFICACION Y CALIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	46
	Calidad del agua superficial	48
	Cantidad del agua superficial	49
	Inundaciones	49
	Cantidad de agua subterránea	50
	Erosión del suelo	51
	Calidad del suelo	54
	Capacidad del uso de la tierra	54
	Calidad del aire	55
	Especies vegetales	55
	Especies animales	56
	Relieve y características topográficas	57
	Elementos de composición única	58
	Vivienda urbana	59
	Salud pública	61
	Economía familiar de los agricultores	62
	Economía regional	65
7.3	ANALISIS BENEFICIO-COSTO DE LAS PRINCIPALES PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS	66
8.0	CONCLUSIONES	71
9.0	RECOMENDACIONES	73
10.0	BIBLIOGRAFIA	75

INDICE DE CUADROS

No.	NOMBRE DEL CUADRO	
1	Balance de la tasa de formación del suelo y la erosión en terrenos con diferente uso.	9
2	Descripción de la geología presente en la cuenca del río Pensativo	14
3	Principales características morfométricas de la cuenca del río Pensativo	16
4	Capacidad de uso de la tierra en la cuenca del río Pensativo, de acuerdo a T.C. Sheng	18
5	Principales usos de la tierra en la cuenca del río Pensativo	19
6	Intensidad de uso de la tierra en la cuenca del río Pensativo	20
7	Análisis beneficio-costo de la barrera viva con acequia en San Mateo Milpas Altas	28
8	Análisis beneficio-costo de una parcela sin prácticas de conservación de suelos en San Mateo Milpas Altas	28
9	Cantidad de suelo erosionado registrado en cinco años de evaluación de tres prácticas de conservación de suelos en la cuenca del río Pensativo	32
10	Estimaciones y mediciones de sedimentos que se producen en la subcuenca del río Pensativo	33
11	Tamaño de las muestras en los estratos	39
12	Variación del uso de la tierra en los sitios muestreados	42
13	Principales características de las prácticas de conservación de suelos	43
14	Matriz de calificación e identificación de impactos	47
15	Grado de erosión y pendientes observados en los sitios de los agricultores	52
16	Opinion sobre el incremento del rendimiento de los cultivos.	63
17	Opinion sobre el incrementos del rendimiento de los cultivos.	64
18	Opinión de la influencia de cada práctica de conservación sobre el rendimiento de los cultivos	64
19	Análisis beneficio-costo de las prácticas de conservación en el cultivo de maíz	68
20	Análisis beneficio-csoto de las prácticas de conservación en el cultivo de Arveja China	69

INDICE DE FIGURAS

1	Localización de la sub cuenca del río pensativo	11
2	Prácticas de conservación de suelos que se usan en la subcuenca del río Pensativo	23
3	Prácticas de conservación de suelos que se usan en la subcuenca del río Pensativo	24
4	Localización de las principales áreas donde se practican técnicas de conservación de suelos en la subcuenca del río Pensativo	25
5	Cantidad de agua escurrida por tratamiento en San Mateo M.A.	33
6	Cuenca del río Pensativo y su área de influencia en la Ciudad de Antigua Guatemala	37

IMPACTO AMBIENTAL DE LAS PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RIO PENSATIVO (*)

Hugo Antonio Tobías Vasquez(**)

RESUMEN

En el área que comprende la subcuenca del río Pensativo, Departamento de Sacatepéquez en la República de Guatemala, se desarrolló la presente investigación con el propósito de conocer el impacto que ha causado la implementación de prácticas de conservación de suelos realizadas en los terrenos de los agricultores en el interior de la subcuenca.

Para desarrollar el trabajo, se seleccionó una muestra de agricultores en tres estratos definidos por el tiempo que llevan haberse construido las prácticas o estructuras de conservación de suelos; la muestra de agricultores estuvo compuesta de la siguiente forma:

4 agricultores en el estrato que comprendía antes los años antes de 1955, 11 agricultores en el estrato de los años de 1955 a 1986 y 32 agricultores correspondiente a prácticas montadas a partir del año 1987.

Para coleccionar la información, se elaboró una boleta de encuesta, la cual para su elaboración se tomó una matriz de Leopold como lista de chequeo a efecto de cubrir los diferentes impactos que y que los mismos fueran identificados por los agricultores. Finalmente con la información económica brindada y otra información generada para la subcuenca se realizó un análisis beneficio-costos con dos cultivos y tres prácticas de conservación y un testigo sin ninguna estructura de conservación.

Los principales resultados refieren lo siguiente:

- a- De las prácticas que se han implementado en el área, la más utilizada es la acequia con barrera viva, con un 56% de la superficie, en tanto que las terrazas de banco ocupan un 24.6%.
- b- Con las prácticas de conservación de suelos se identifica que más del 80% de los impactos son benéficos; en tanto que entre los impactos adversos se encuentra la modificación del relieve natural con cambios en el paisaje. Asimismo en forma indirecta los impactos negativos con las prácticas de conservación de suelos se refieren a la introducción o incremento de especies de flora y fauna que posteriormente causan daños a los cultivos, entre ellas se encuentran "malas hierbas, nemátodos en la gallinaza y con algunas "barreras vivas" se incrementa los daños por la taltuza (Geomis hispidus).
- c- En los análisis beneficio-costos, al evaluar el cultivo de Maíz con las prácticas de Acequia con barrera viva, terraza de banco, acequia sola y sin práctica; la barrera viva con acequia representa la mejor relación beneficio-costos (3.09) en tanto que sin prácticas de conservación la relación es de 0.03.
Con el cultivo de Arveja China y las prácticas más comunes del área, nuevamente la mejor relación beneficio-costos se obtiene en acequia con barrera viva (3.73); sin embargo, cuando no se usa una práctica de conservación de suelos (testigo), la relación beneficio-costos es de 3.43. La situación anterior no motiva a los agricultores a establecer prácticas de conservación de suelos.

* Trabajo presentado previo a optar al grado de Magister Scientiae.

** Ingeniero Agrónomo, Estudiante del Programa de Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

IMPACTO AMBIENTAL DE LAS PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS EN LA SUBCUENCA DEL RIO PENSATIVO

1. INTRODUCCION

En el área Centroamericana, se ha reportado que El Salvador y Guatemala son los países que presentan mayor grado de deterioro en sus recursos naturales en particular en el recurso suelo. Entre las principales causas de deterioro se citan la tala del bosque, agricultura de laderas, uso de áreas montañosas, falta de aplicación de técnicas de manejo de tierras y de conservación de suelos (Leonard 1986).

En Guatemala, especialmente en el Sector Público Agrícola a través de las dependencias del Ministerio de Agricultura, se han ejecutado proyectos a nivel regional y local sobre conservación de suelos como un medio para el control de la erosión hídrica. En el área que comprende la cuenca del río Achiguate, pero particularmente en la sub-cuenca del río Pensativo, es un lugar en dónde se ha acentuado la implementación de las prácticas de conservación de suelos, buscando con ello reducir la erosión de suelos (fertilidad y productividad) y reducir los riesgos de las inundaciones que provoca ese río en la Ciudad de Antigua Guatemala. También se han realizado una serie de trabajos de conservación de suelos en las "faldas" del Volcán de Agua, tratando de controlar los torrentes y avenidas que producen daños materiales a las poblaciones que habitan o transitan por las áreas de los Municipios de Santa María de Jesús, San Juan del Obispo y Ciudad Vieja.

Se pretende que el estudio de impacto ambiental de las prácticas de conservación de suelos, permita determinar la efectividad de las mismas para el control de la erosión del suelo en el área que comprende la subcuenca del río Pensativo. De ésta forma se podrán dar recomendaciones que permitan reorientar las actividades que por más de 30 años se han desarrollado en la subcuenca, con el fin de aumentar beneficios tanto de las poblaciones que habitan en el interior como la de los que se localizan en el área de influencia de las inundaciones del río Pensativo.

2.0 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

2.1 ANTECEDENTES

Los desbordamientos del río Pensativo y de las inundaciones a la Ciudad de Antigua Guatemala, han cobrado importancia especialmente a partir de la década de los años 50; diversos autores, entre ellos Cabrera C., López Choc, Rosal C. y Arana G., establecen como causas fundamentales de la problemática a los aspectos siguientes:

- * Desviación y modificación del cauce original del río Pensativo, el cual atravesaba la ciudad de Antigua Guatemala de este a oeste, pues el curso de agua corría superficialmente por el parque central la ciudad. La desviación de cauce bordeando la Ciudad, data de más de 100 años.

- * El riesgo hidrológico natural como consecuencia de las características morfométricas de la cuenca, entre las cuales sobresalen: la forma, la densidad de las corrientes y la longitud de tributarios y cauce principal.

- * Problemas en el manejo de la cuenca, entre los que sobresalen: deforestación sobreutilización de las tierras y poca superficie con técnicas de conservación de suelos y otras prácticas de manejo de suelos y cultivos.

- * Utilización de tierras con fines de desarrollo urbano, en áreas no propicias o preparadas para tales propósitos.

Las principales actividades que se han desarrollado para solventar el problema de los desbordamientos e inundaciones, se han desarrollado de acuerdo a los propósitos y naturaleza de las instituciones que las desarrollan. En forma resumida, a continuación se cita las principales instituciones y las actividades que han realizado o realizan en la actualidad.

*** Municipalidad de Antigua Guatemala:**

Financiamiento del dragado anual que se hace al cauce del río. Limpieza de las calles afectadas por las inundaciones.

*** Dirección General de Caminos:**

Aporte de maquinaria para el dragado y transporte de material.

Estudio de márgenes fluviales.

Canalización y establecimiento de estructuras para minimizar energía del río, en secciones críticas.

*** Dirección General de Servicios Agrícolas:**

Por medio de su proyecto de Conservación de Suelos, ha realizado estudios sobre las inundaciones del río Pensativo.

Formulación de proyectos de solución a la problemática.

Diseño y elaboración de Prácticas de Conservación de Suelos en áreas críticas.

Asesoría a agricultores e instituciones del Sector Público Departamental.

*** Instituto Nacional Forestal y/o Dirección General de Bosques y Vida Silvestre**

Realización de Estudios sobre la problemática global.

Aporte de viveros con árboles para reforestación.

Asesoría a instituciones del Sector Público.

*** Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos**

Realización de estudios básicos e investigaciones aplicadas en materia de recursos naturales.

Asesoría técnica agronómica a través de profesionales y estudiantes EPS en las comunidades del interior de la cuenca.

Asesoría a instituciones del público y privado.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE-

Realización de estudios técnicos e investigaciones.

Desarrollo de tesis de posgrado.

Asesoría técnica a entidades públicas y privadas.

2.2 JUSTIFICACION

La presente investigación se ha considerado necesaria por varias razones, entre otras por las siguientes:

- * A través del apoyo que han brindado una serie de instituciones como las citadas en el capítulo anterior, se ha desarrollado una serie de estudios básicos que permiten analizar e interpretar formas de uso y manejo que se ha dado a los recursos en general pero particularmente a los suelos.
- * Los agricultores del interior de la subcuenca del río Pensativo, han sido objeto de asistencia técnica, la cual ha provenido principalmente del sector estatal; ésta asistencia técnica no ha tenido mecanismos de evaluación que permitan establecer el grado de cumplimiento de las metas y alcances propuestos en los planes de trabajo.
- * La Ciudad de Antigua Guatemala como monumento histórico y Patrimonio de la Humanidad, justifica la realización de muchos estudios más por los cuales tienda a solucionarse parcial o totalmente la problemática que año con año padecen sus pobladores particularmente los que se ubican a las riveras del cauce del río Pensativo, así como el complejo arquitectónico en su conjunto.

Las instituciones que desarrollan proyectos dentro de la subcuenca, requieren de estudios e investigaciones que tiendan a ofrecer información apropiada y actualizada, que les permita el ajuste de sus planes así como la orientación o reorientación de sus actividades.

3. OBJETIVOS

- 3.1 Determinar los impactos ambientales derivados de la aplicación de prácticas de conservación de suelos en la cuenca del río Pensativo.**
- 3.2 Analizar el grado de efectividad que han tenido las prácticas para aumentar la producción y productividad agrícola de los agricultores y la población del área de influencia.**

4.0 HIPOTESIS

- 1 Las prácticas de conservación de suelos volcánicos en áreas de ladera, determinan impactos positivos y evita de esa forma su pérdida, con lo cual se minimiza el riesgo de ser transportados y sedimentados, disminuyendo los desbordamientos del río así como las inundaciones en la Ciudad de Antigua Guatemala.**
- 2 Las prácticas de conservación de suelos inciden positivamente en el incremento de la producción y productividad agrícola, en los productores de la subcuenca del río Pensativo.**
- 3 A mayor cantidad de años, las prácticas de conservación de suelos permiten generar mayores ingresos a los agricultores que utilizan estas técnicas de manejo del suelo.**

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1 CONCEPTOS GENERALES

5.1.1 Ambiente, impacto ambiental, evaluación de impacto ambiental

- Ambiente:

Existen muchas formas de conceptualizar lo que se conoce como ambiente, entre ellas se encuentran las siguientes:

"Es el complejo total de los factores físicos, químicos, biológicos, sociales, culturales, económicos y estéticos que afectan a los individuos y las comunidades y en última instancia determinan su forma, su carácter, relaciones y supervivencia" (BCIE, 1986)

Para Ferraté (1987), "es el continente que engloba y aglutina los sistemas naturales - atmosférico, biológico, físico y otros- que condicionan las actividades del hombre y la sociedad y que a través de los elementos existentes en el mismo, posibilita su desarrollo.. es una dimensión que está presente en toda actividad humana e inseparable del proceso de desarrollo, cuyo propósito inicial y final es reverenciar la vida al utilizar reflexiva y racionalmente los sistemas naturales que son el principal contenido del ambiente y la fuente de recursos, bienes y servicios de la sociedad".

- Impacto ambiental:

Se entiende por impacto ambiental, "Cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, causadas o inducidas por la acción o conjunto de acciones consideradas" (BCIE 1986)

Para la Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA-, impacto ambiental "es todo efecto que cause alteración al medio ambiente. Los impactos ambientales pueden ser negativos o benéficos. Un análisis de impacto ambiental debe incluir magnitud, extensión, importancia y sensibilidad espacial".

- Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Es un estudio encaminado a identificar e interpretar así como a prevenir las consecuencias o efectos que las acciones de proyectos determinados pueden causar a la salud y el bienestar de los humanos y el entorno o sea en los ecosistemas en que el hombre vive y de los que depende. (Esteban Bolea, 1977).

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (1990), define a la evaluación de impacto ambiental como "un estudio técnico de los efectos de una acción propuesta en el medio ambiente y los recursos naturales, para buscar medidas preventivas que permitan el desarrollo con el menor daño o deterioro ambiental y deberá incluir una comparación entre las diversas alternativas posibles para alcanzar el objetivo deseado de identificar cual de ellas presenta la mejor combinación de costos y beneficios económicos y ecológicos, mediante la técnica del cribado ambiental para la adopción de decisiones ambientales.

5.1.2 Suelo, erosión, conservación de suelos, métodos de conservación de suelos.

- Suelo:

Existen diferentes enfoques en cuanto al concepto de Suelo, sin embargo, la mayoría coincide en designarlo como un recurso natural, que no se encuentra consolidado, conformado por material orgánico y mineral, que se ha originado con la participación de los factores de formación del mismo, que son: la roca madre, los agentes biológicos, la topografía y el clima a través del tiempo; posee características físicas, químicas morfológicas y mineralógicas propias. Por sus características, el suelo es un material que permite que se desarrolle y provea de condiciones apropiadas para el crecimiento de muchos organismos, principalmente las plantas superiores. (Buol 1983, Donahue 1982, Fitzpatrik 1980 ,Foth 1987).

- Erosión:

"Es el proceso de desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo, causados por el viento y el agua" (SARH 9982)

"Es el complejo proceso de separación y transporte de las partículas del suelo

pendiente abajo por la acción del impacto de las gotas de lluvia y la escorrentía. (López J. 1989).

- Tipos de Erosión:

En términos generales pueden definirse dos tipos de erosión: (SARH 1982)

- **Geológica:** es la que ocurre como consecuencia de las fuerzas de la naturaleza. Actúa sin la intervención del hombre y participa en la formación de los suelos.
- **Inducida:** opera cuando el proceso de la pérdida de suelo es debida al mal manejo del suelo por el hombre.

- límites tolerables de erosión:

La velocidad en la pérdida de suelo no debe ser mayor que la tasa de formación de los suelos, puesto que si la velocidad de pérdida es alta o muy alta, éstos se perderán con mucha facilidad. Se ha encontrado en condiciones alteradas por prácticas de labranza, que se pueden perder de 0.8 a 1.8 ton/ha/año. En el cuadro 1 se presentan datos relativos a la pérdida y formación de suelos en diferentes condiciones de uso.

- Conservación de suelos:

"Es un sistema de manejo de la tierra que asegura la obtención de las mayores ganancias posibles sin menguar la productividad de los terrenos de las fincas. Por lo tanto presupone una cuidadosa consideración de todos los factores económicos y sociales envueltos en el negocio agropecuario." (Suárez de Castro, 1980)

- Prácticas de conservación de suelos:

Se definen como "todas las técnicas encaminadas a aumentar la resistencia del suelo o disminuir las fuerzas que intervienen en la erosión" (Suárez de Castro 1980). Generalmente las prácticas de conservación de suelos son clasificadas en tres categorías que son: prácticas culturales, agronómicas y mecánicas; para cada una de ellas se reconocen las siguientes: (Suárez de Castro 1980, SARH 1982, Morales 1983)

Cuadro 1 Balance de la tasa de formación del suelo y la erosión en terrenos con diferentes usos.

USO	PERDIDA POR EROSION ton/ha/año	PERDIDAS PERMISIBLES ton/ha/año *	SUELO EROSIONADO ton/ha/año	TASA DE FORMACION DE SUELO ton/ha/año
AGRICOLA	2.40	0.80	1.60	=====
PASTOS	0.60	1.00	=====	0.40
FORESTAL	0.01	1.80	=====	1.79
SIN VEGETACION**	16.0	0.40	15.6	=====

* =con base a las características del suelo.

** =aflore el talpetate

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de México. 1982.

Prácticas mecánicas:

- canales de desviación
- terrazas:
 - terraza de base ancha
 - terraza de banco y de absorción
 - terraza de formación sucesiva
 - terrazas individuales
- diques de contención
- pozos de absorción
- acequias de ladera

Prácticas culturales y agronómicas:

- rotación de cultivos
- cultivos en fajas
- abonos verdes
- cultivos de cobertura
- barreras vivas
- siembras en contorno

5.1.3 Cuenca Hidrográfica y manejo de cuencas:

Existen diferentes conceptos sobre lo que es una cuenca hidrográfica, entre ellos, a continuación se presentan dos que no presentan significativas diferencias: Para Mora (1977) es "el área en la cual todas las aguas drenan por una sola salida".

Mojica (1975), la define de la siguiente forma:

"Es una división topográfica que limita áreas vertedoras de agua, las cuales pueden ser de diversa magnitud y forma, presentando una o varias combinaciones de características, desde la cuenca en un gran río a la cuenca de un afluente secundario".

De acuerdo a Blair E. (1987) Manejo de Cuencas, " es la actividad ordenada y planificada que desarrolla el hombre dentro del área física conocida como cuenca hidrográfica, para ordenar los recursos naturales buscando una producción óptima y sostenida que resulte en un incremento en el bienestar social y económico del hombre"

5.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA DEL RIO PENSATIVO

5.2.1 Localización

Se le encuentra en la parte noreste de la cuenca del río Achiguate, en las coordenadas geográficas de 14°31'a 14°35' latitud norte y entre 90°39' a 90°44' de longitud oeste. Figura 1.

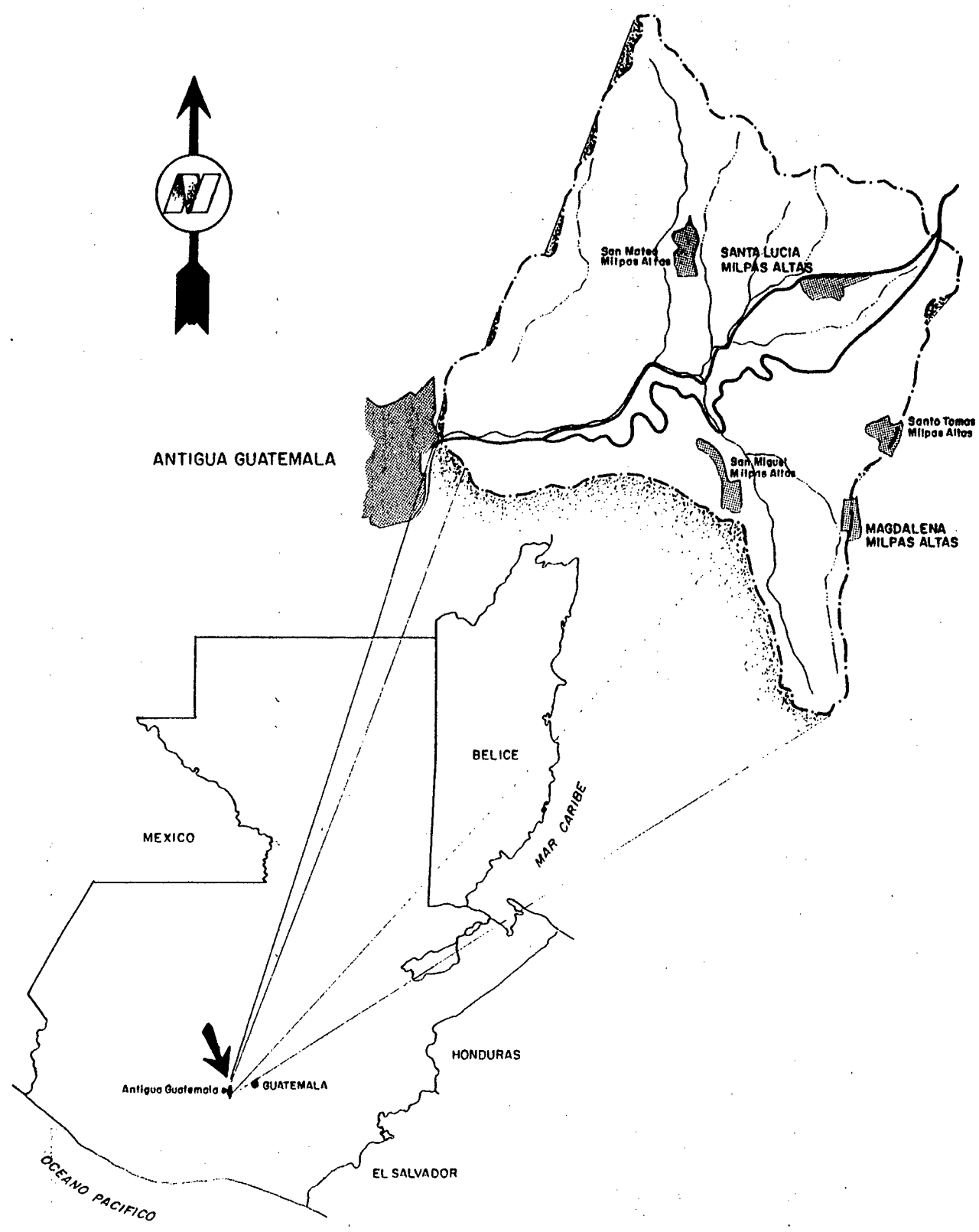


Fig. 1. LOCALIZACION DE LA SUBCUENCA DEL RIO PENSATIVO

La subcuenca del río Pensativo desde el punto de vista Político-administrativo, se encuentra totalmente dentro del Departamento de Sacatepequez y abarca total o parcialmente a los siguientes Municipios:

Antigua Guatemala, Santa Lucia Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas. Además de las Cabeceras municipales citadas anteriormente, se encuentran las siguientes aldeas:

San Mateo Milpas Altas, Santo Tomás Milpas Altas, San Juan Gascón, Santa Inés del Monte Pulciano, El Hato y la Libertad.

5.2.2 Características socioeconómicas

A. Población:

Con base al Censo local de 1987, del Censo de Población de 1981 y de información del Centro de Salud de Antigua Guatemala, Rosal (1988) ha calculado la población total de la cuenca en 10,668 habitantes, la cual se concentra en los poblados de Santa Lucía Milpas Altas (municipio), Santo Tomás Milpas Altas (aldea), Magdalena Milpas Altas (municipio), San Mateo Milpas Altas (aldea), con habitantes que equivalen a 16.49% , 22.42% , 25.12% y 11.81% del total respectivamente para cada municipio o aldea.

De acuerdo al crecimiento poblacional estimado para la década de los años 90, se considera que la población para el año de 1992 llegó a 11,989.

B. Aspectos culturales

a- Características étnicas:

La mayor parte de los pobladores del área tienen un predominio de las etnias Maya-Cakchiquel, con mucha similitud a los pobladores del Occidente del país. Entre los idiomas o lenguas nativas, los pobladores indígenas hablan principalmente Cakchiquel, en tanto que en menor grado se habla Tzutuhil y Pocomchí. (Coronado Citado por Rosal 1988).

b- Educación

De acuerdo a Rosal (1988), se ha estimado que aproximadamente el 60% de los agricultores del área tienen una educación mínima hasta el tercer grado de primaria; el mismo valor corresponde al nivel de alfabetismo del área de la cuenca, el cual se puede considerar un poco más alto de los valores que se observan a nivel nacional.

Todas las aldeas o poblados importantes dentro de la cuenca, tienen escuela de educación primaria y en la Aldea de Santo Tomás Milpas Altas existe un Instituto de Educación Básica. De acuerdo a información de agricultores del área, dada la cercanía de la ciudad de Antigua Guatemala o bien de la Ciudad Capital, a éstos lugares envían a sus hijos que requieren de la educación a nivel diversificado e incluso a nivel Universitario.

5.2.3 Elementos ocupacionales de la población

De acuerdo a Rosal (1988) las estimaciones basadas en el Censo de Población de 1981, se estima que la población económicamente activa representa el 34% de la población total existente dentro de la cuenca. La distribución por comunidades de la población económicamente activa, se presenta a continuación:

Santa Lucía Milpas Altas	505 habitantes	(cabecera municipal)
Santo Tomás Milpas Altas	700 "	(aldea)
La Libertad	140 "	(aldea)
Magdalena Milpas Altas	784 "	(cabecera municipal)
San Miguel Milpas Altas	213 "	(aldea)
Santa Ines del Monte Pulciano	285 "	(aldea)
San Mateo Milpas Altas	457 "	(aldea)
San Juan Gascon	256 "	(aldea)
El Agua Colorada	134 "	(aldea)
La Vuelta Grande	112 "	(aldea)

En relación a las actividades ocupacionales de la población, Rosal (1988) indica que una gran mayoría de la población se dedica a labores agrícolas, principalmente en la época lluviosa; en tanto que durante la época seca existe algún grado de desempleo. Durante la estación climática seca, parte de la población participa en tareas tales como la albañilería en la Ciudad de Antigua Guatemala.

En los últimos años, debido a la instalación de empresas dedicadas a la confección de ropa en las comunidades de Santa Lucía Milpas Altas y Santo Tomás Milpas Altas, se ha captado gran cantidad de mano de obra principalmente femenina para la realización de éstas tareas fabriles.

5.2.2 Características biofísicas

A. Geología

De acuerdo a INSIVUMEH (Rosal 1988), en la cuenca del río Pensativo se presentan seis clases de formaciones geológicas, las cuales se citan en el cuadro siguiente :

Cuadro 2. Descripción de la geología presente en la cuenca del río Pensativo.

DESCRIPCION	SUPERFICIE (%)
Rocas basálticas del Terciario (Tvb)	36.86
Rocas volcánicas no diferenciadas del Terciario (Tv)	02.20
Rocas riolíticas vítreas del terciario (Tvt)	01.50
Piroclastos aéreos del Cuaternario (Qpa)	31.96
Aluviones del cuaternario (Qa)	05.78
Sedimentos piroclásticos del Terciario (Tsc-2)	21.74
TOTAL	100.00

Fuente: Rosal (1,988)

B. Hidrología

La cuenca del río Pensativo, es una microcuenca del río Achiguate, cuyas aguas constituyen un tributario de la subcuenca del río Guacalate. Las principales características morfométricas de la cuenca, son definidas por Cabrera (1986), Rossal (1988) y se presentan en el cuadro 3.

En relación a los caudales, dadas las características particulares de la cuenca y especialmente de su cauce en la parte baja, no existen datos precisos y sistematizados para hacer un análisis concreto de los mismos.

En las proximidades de la población de San Juan Gascón, funcionó entre los años 1981-82 una estación hidrométrica instalada por INSIVUMEH, de la información existente en la misma, Cabrera (1986) hace las siguientes estimaciones:

- caudales característicos registrados:
- caudal máximo: 530.9 lt/s
- caudal mínimo: 1.7 lt/s
- caudales deducidos de la curva de duración de caudales:
- volumen total escurrido: 1.033,675 metros cúbicos
- caudal promedio: 32.78 lt/s
- caudal característico de aguas altas: 277 lt/s
- caudal característico de aguas bajas: 8.75 lt/s

Cuadro 3 Principales características morfométricas de la cuenca del río Pensativo.

CARACTERISTICA	VALOR	DIMENSIONAL
Superficie total	29.12	km.cuadrados
Ancho máximo	9.35	kilómetros
Longitud máxima	9.15	kilómetros
Elevación máxima del perímetro	2,480.00	metros
Elevación del punto mas bajo	1,547.50	metros
Factor de forma	0.48	----
Radio de elongación	0.78	----
Radio de bifurcación	6.50	----
Número de corrientes	331.00	----
Orden de corrientes (Horton)	4	----
Densidad de drenaje	5.09	km/km
Densidad de corrientes	11.37	corrientes/ km.cuadrado
Longitud de la corriente principal	7.79	kilómetros
Pendiente media del terreno	0.39	m/m
Pendiente equivalente del cauce principal	55.06	m/km

C. Suelos y Tierras

a- Génesis de suelos

Con excepción de San Mateo Milpas Altas, toda el área corresponde a suelos desarrollados a partir de materiales fluviovolcánicos recientes a elevaciones medianas. En San Mateo M.A. y en parte de Santa Lucía Milpas Altas, se han desarrollado a partir de materiales fluviovolcánicos reciente a elevaciones medianas, formados por abanicos aluviales traslapados de material arrojado por volcanes en épocas relativamente reciente. Rosal (1988).

b- Clasificación de suelos

Con base a la Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala de Simmons Ch.S. et.al (1953), dentro de la cuenca se reporta principalmente las serie de suelos Cauqué, con una superficie superior al 80%, en tanto que adicionalmente y en pequeñas áreas identifican la serie Alotenango, concretamente en las proximidades de San Miguel M.A.. Los suelos de los "valles no diferenciados" se localizan en la parte baja de la cuenca, en las proximidades de la Ciudad de Antigua Guatemala.

De acuerdo a la clasificación Taxonómica de los suelos, Cabrera (1984) y Rosal (1988), los suelos y la superficie que cubren la cuenca son:

- Asociación Lithic Ustorthents y Entic Eutrandepts

Son los suelos más abundantes dentro de la cuenca y ocupan una superficie de 14.82 kilómetros cuadrados, equivalente a 50.89% del área. Son los suelos que se encuentran en las áreas generalmente más escarpadas, lo que implica que tienen altas pendientes.

- Typic Eutrandepts

Cubren una superficie de 10.52 kilómetros cuadrados, equivalentes a 35.20% del área de la cuenca; son suelos profundos y se les localiza en pendientes relativamente suave entre 8 y 40%.

- Mollic Vitrandepts

Se localiza en las terraza del río Pensativo, a la entrada de la Ciudad de Antigua Guatemala y tiene pendientes menores de 8%; ocupa una superficie de 1.21 kilómetros cuadrados, correspondiente a 4.16% del área.

- Typic Ustropepts

Estos suelos se localizan en el cerro denominado "El Astillero", están en pendientes bastante fuertes y ocupan una superficie de 1.35 kilómetros cuadrados (6.64%).

- Typic Vitrandepts

Ocupan una superficie de 1.27 kilómetros cuadrados (4.34%) del total y se les observa en relieves escarpados con pendientes entre 50 y 60%. Se le localizan con una cobertura que generalmente es bosque.

- Fluventic Ustipsamments

Se localizan en la márgenes del río Pensativo en la parte inferior. Están en relieves casi llanos con pendientes menores del 12%. Ocupan una superficie de 0.22 kilómetros cuadrados, equivalentes a 0.76% del total de la cuenca.

c- Clasificación de capacidad de uso de la tierra

Con el uso de la metodología de Sheng modificada por Ferreiro Chavez, Cabrera (1984) determinó la siguiente capacidad de uso para las tierras de la cuenca del río Pensativo.

Cuadro 4 Capacidad de uso de la tierra en al cuenca del río Pensativo, de acuerdo a la Clasificación de T.C. Sheng modificada por Ferreiro Chávez.

CLASE	NOMBRE DE LA CLASE	% DEL AREA
C1	Tierra cultivable clase uno	7.60
C2/C3	Tierra cultivable clase dos y tres	22.90
C4	Tierra cultivable clase cuatro	3.50
AF	Agroforestal	11.67
F	Forestal	13.80
FP	Forestal Proteccionista	32.62

Fuente: Cabrera (1984)

D. Uso de la tierra

Dentro de la cuenca se da una diversidad de usos a la tierra, de ésta forma, Rosal (1988) determinó nueve usos que se dan, entre los cuales sobresale que aproximadamente un tercio de la cuenca está dedicada a la producción de cultivos

limpios y por otra parte, se aprecia que la cobertura forestal es más del 50%, sin embargo éste última ocupa principalmente las áreas más escarpadas de los taludes de los ríos tributarios del Pensativo y en otros casos pendientes fuertes del sistema montañoso. Cuadro 5.

Cuadro 5 Principales usos de la tierra en la subcuenca del río Pensativo.

USO PRINCIPAL DE LA TIERRA	AREA	
	km ²	%
Areas urbanas e industriales	1.30	4.40
Horticultura	6.21	21.33
Agricultura tradicional (Maíz-frijol)	1.52	5.22
Agrosilvicultura (cultivo de café)	1.25	4.29
Cultivos múltiples (maíz-hortalizas)	1.00	3.43
Pastos	0.56	1.92
Recreo	0.20	0.70
Bosques (área forestal)	15.58	53.50
Monte bajo	1.40	4.81
Otros	0.10	0.34
TOTAL	29.92	100.00

Fuente: Rosal (1988)

E. Intensidad de uso de la tierra

Con base a la información existente sobre la Capacidad de uso de la tierra y el Uso de la Tierra, por medio de la sobreposición de mapas, se determinó la intensidad de uso como se presenta en el cuadro 6. Se entiende por uso a capacidad, las áreas que se utilizan de acuerdo a lo que establecen sus potencialidades sin que implique mayor grado de deterioro; en éste sentido, existirán tierras sobreutilizadas las cuales serán aquellas que no se usen correctamente, por ejemplo los terrenos cuya capacidad de uso indique que son aptas para producción forestal y se les destina en

la práctica a cultivos limpios. La sub-utilización de las tierras se refiere a dar un uso menos intensivo de lo que realmente determina su capacidad de uso, por ejemplo áreas que pueden usarse para cultivos limpios se utilicen para producción forestal; las tierras sub-utilizadas no tienen implicaciones ecológicas, pero sí las podrían tener en lo económico.

Cuadro 6 Intensidad de uso de la tierra en la cuenca del río pensativo.*

INTENSIDAD DE USO\AÑO	1986 % del área	1988 % del área
Uso a capacidad (correcto)	83.31	80.49
Sobreuso	7.72	11.78
Sub-utilizado	8.97	7.73

* Determinado con base a mapas de Capacidad de Uso de la Tierra y mapas de uso de la tierra de dos años.

En el cuadro anterior se observa que en la subcuenca del río Pensativo es relativamente poca al área que se sobreutiliza, sin embargo de esa pequeña porción del territorio (7.72%) proviene una alta cantidad de suelo erosionado, lo cual se convierte en sedimentos que transportan los ríos tributarios del Pensativo y que van azolvando el cauce del mismo río. Lo anterior concuerda con lo que indica Arana (1992), en el sentido que los caminos internos de la cuenca corresponden a otra fuente importante de producción de sedimentos.

5.3 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES QUE COMPRENDE LA IMPLEMENTACION DE LAS PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS

Las actividades relacionadas con la implementación de prácticas para el control de la erosión en la cuenca del río Pensativo, se han desarrollado desde 1954 por parte de las entidades del Ministerio de Agricultura(García J.A. com.per); en los últimos años éstas tareas las ha desarrollado la Dirección General de Servicios Agrícolas -DIGESA-, a través del Proyecto Regional de Conservación de Suelos de la Región V.

5.3.1 Procedimiento general que se utiliza para los trabajos, de conservación de suelos

- A través de los Representantes Agrícolas (RA) y Extensionistas que se encuentran en las diferentes comunidades, así como el personal de apoyo del Proyecto de Conservación de Suelos, se identifican los terrenos que requieren prácticas para evitar la erosión; los criterios que se toman en cuenta son los siguientes:

- A- Areas con fuertes pendientes (generalmente superiores a 16%), que se han habilitado para la agricultura, ganadería u otro rubro productivo.**
- B- Por observación directa se aprecia el grado de erosión que presenta el terreno, las manifestaciones pueden ser zanjas, cárcavas o la presencia del material originario del suelo en la superficie.**
- C- Los agricultores reportan que uno o varios vecinos no cuentan con estructuras de conservación, lo cual afecta sus propiedades.**
- D- En algunos casos, autoridades municipales o Auxiliaturas municipales reportan áreas que requieren del diseño y la construcción de prácticas de conservación.**

El procedimiento formal es el siguiente:

- a- Se establece comunicación con el o los propietarios de los terrenos, a efecto de convencerlo de la necesidad e importancia de que cuente con estructuras de conservación de suelos.**
- b- A los propietarios de los terrenos se les plantea la posibilidad de diseñarle estructuras o prácticas de conservación.**
- c- De lograr convencer al agricultor se determina conjuntamente el tipo de práctica a utilizar, la cual es establecida y/o diseñada por el técnico del Proyecto de Conservación de Suelos, el cual generalmente es un Perito Agrónomo o en otros casos Ingeniero Agrónomo que ha tenido una**

preparación y/o experiencia en el diseño y construcción de éstas prácticas.

5.3.2 Prácticas de Conservación que se utilizan en la Cuenca del río Pensativo.

De acuerdo a García J.A.(com.per), en la cuenca del río Pensativo se han desarrollado las siguientes prácticas de conservación de suelos:

prácticas mecánicas:

pozos de absorción, diques de contención, terrazas, acequias de ladera etc.

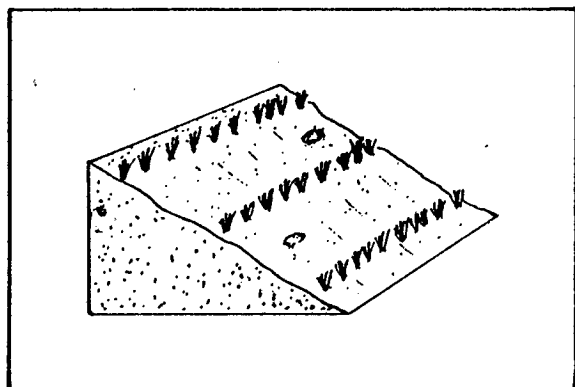
Entre las prácticas agronómicas que se diseñan se encuentran:

Barreras vivas (barreras de pastos), surcos en contorno o surcos corridos. Figuras 2 y 3.

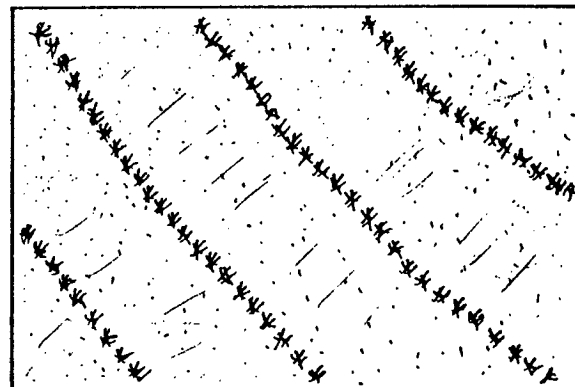
En algunos casos las prácticas que se diseñan son combinaciones de prácticas mecánicas con prácticas agronómicas.

3.3.3 Localización de las áreas de trabajo

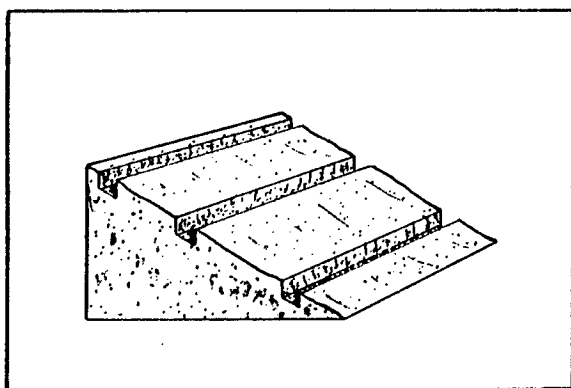
Las principales áreas de trabajo dentro de la cuenca del río Pensativo, se encuentran localizadas en las aldeas y áreas municipales de los Municipios de Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas. En la figura 4 se presenta la localización de las áreas más importantes donde se han realizado trabajos de conservación de suelos.



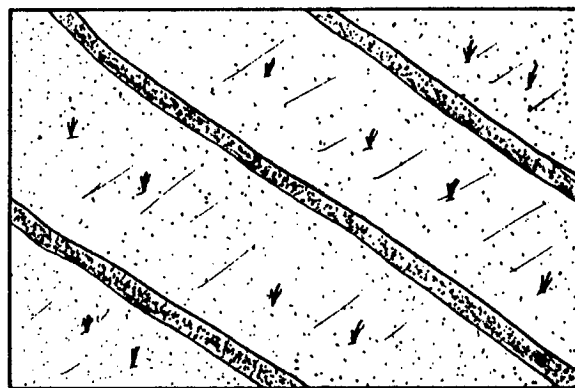
A1. BARRERA VIVA



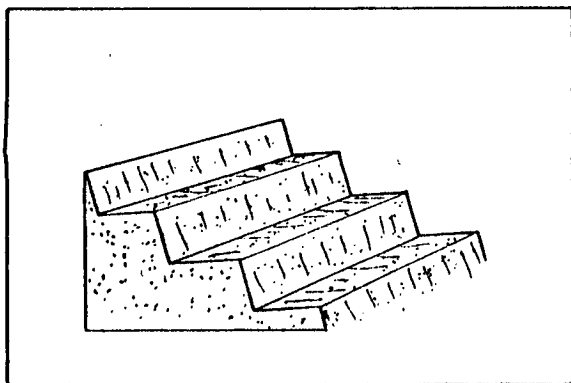
A2. BARRERA VIVA



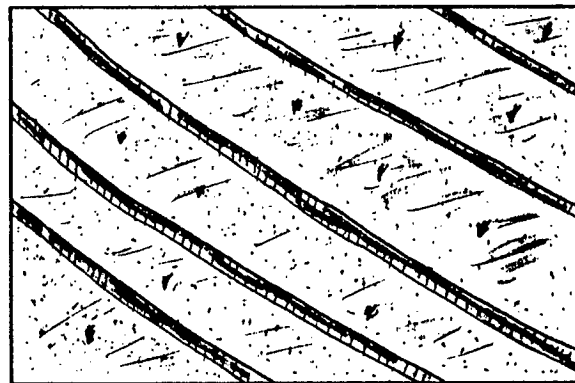
B1. ACEQUIA DE LADERA



B2. ACEQUIA DE LADERA

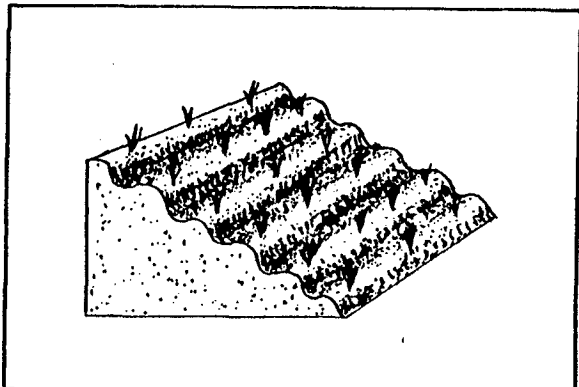


C1. TERRAZA DE BANCO

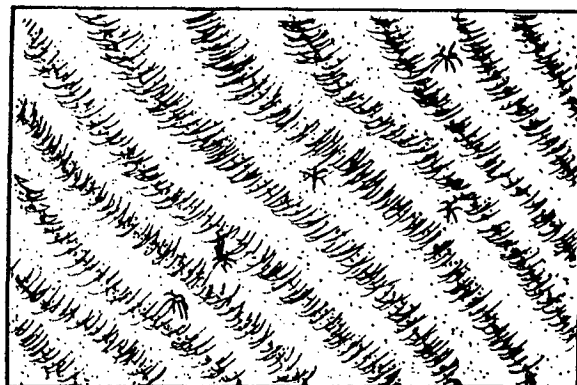


C2. TERRAZA DE BANCO

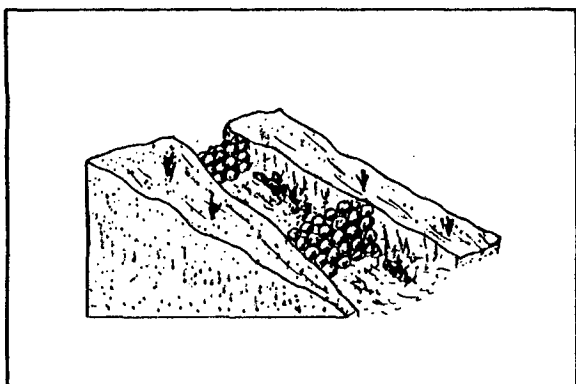
Fig. 2. PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS UTILIZADAS EN LA SUBCUENCA DEL RIO PENSATIVO, SACATEPEQUEZ. VISTAS DE PERFIL Y PLANTA.



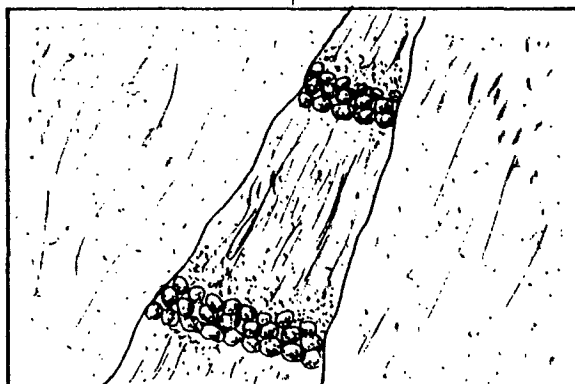
A1. SURCOS EN CONTORNO



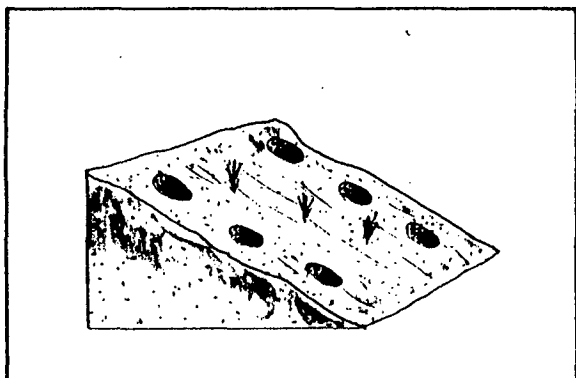
A2. SURCOS EN CONTORNO



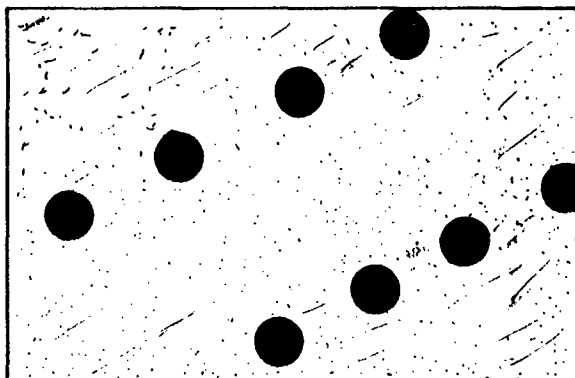
B1. DIQUES DE CONTENCION



B2. DIQUES DE CONTENCION

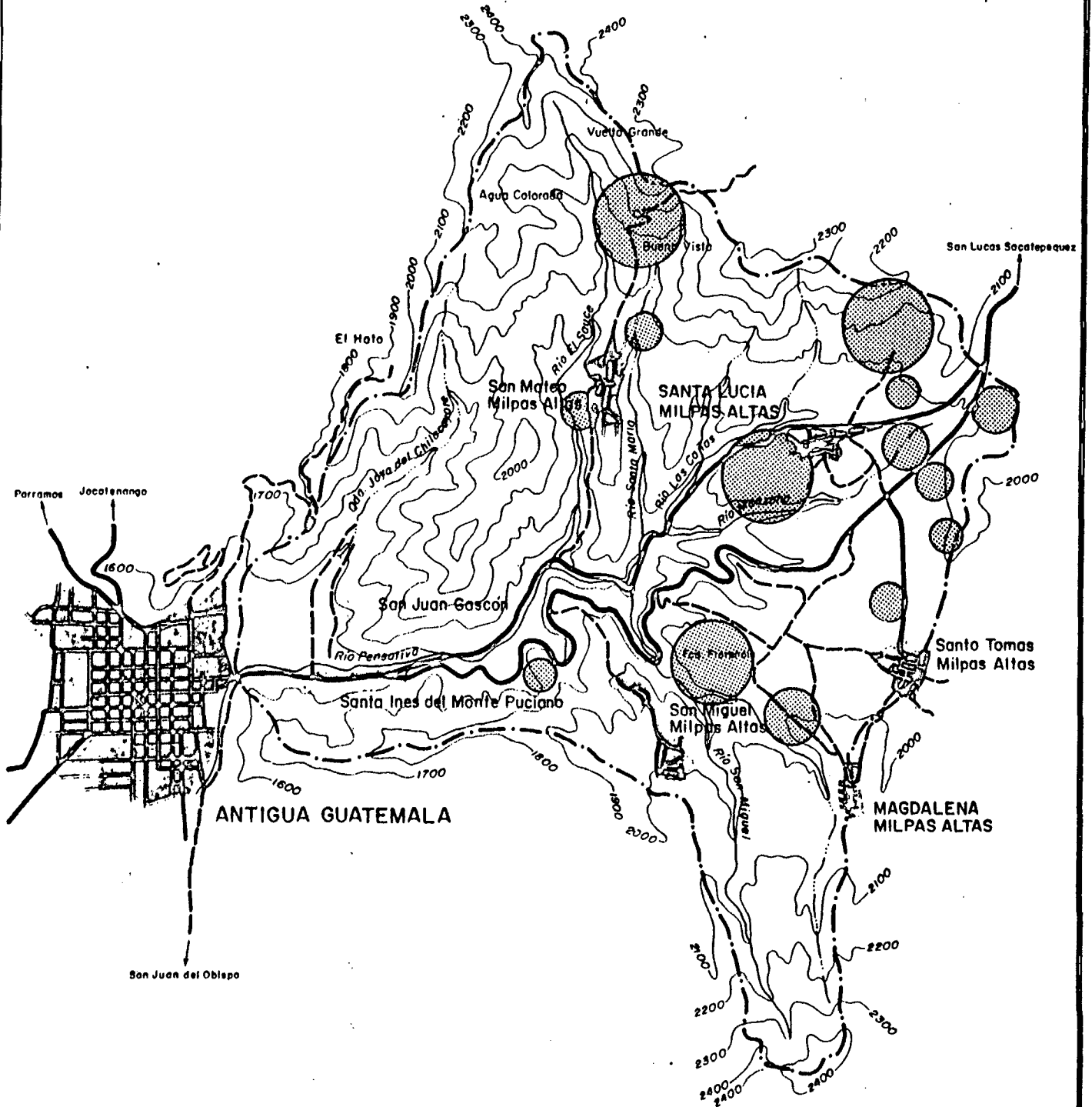


C1. POZOS DE ABSORCION



C2. POZOS DE ABSORCION

Fig. 3. PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS UTILIZADAS EN LA SUBCUENCA DEL RIO PENSATIVO, SACATEPEQUEZ. VISTAS DE PERFIL Y PLANTA.



SIGNOS CONVENCIONALES

- AREA CONSTRUIDA
- CARRETERA ASFALTADA
- CARRETERA DE TERRACERIA
- LIMITE DE LA SURCUENCA
- RIO PERENNE
- RIO INTERMITENTE

CURVAS DE NIVEL CON INTERVALOS DE 100 METROS

Base Cartografica: IGM, Hoja Ref. 20591 Escala 1:50,000

Fig. 4

SUBCUENCA RIO PENSATIVO
AREAS DONDE SE PRACTICAN TECNICAS
DE
CONSERVACION DE SUELOS

ESCALA 1:50,000



5.4 LAS ACTIVIDADES AGRICOLAS Y SUS IMPLICACIONES ECONOMICAS Y ECOLOGICAS.

5.4.1 Aspectos Generales

La agricultura como toda actividad económica, requiere de la utilización de los recursos naturales como parte del ambiente. Dentro de los costos de producción se incluyen todos los elementos que influyen directamente en la actividad (insumos); sin embargo son dejados por fuera los costos derivados, tales como: la cantidad de suelo (sedimentos) que salió del terreno y que hizo por un lado perder la calidad del terreno, la cantidad de agua de escorrentía y los mismos sedimentos que fueron transferidos a otro terreno de un agricultor vecino y que en la mayoría de los casos tienen un efecto dañino (desbordes o inundaciones). Estos casos son considerados como externalidades o costos sociales. (Basterrechea 1992)

En la integración de costos de producción de los cultivos solamente se consignan los costos cuantificables o tangibles que inciden directamente sobre la producción; sin embargo a mediados de la década de los años 80, se ha incluido entre los cálculos de rentabilidad, el costo social de oportunidad derivado del llamado "pago social por la construcción de estructuras de conservación de suelos". Este costo de oportunidad depende del tipo de práctica que se implemente, así también del costo de la mano de obra por la clase de estructura. La estructura que tiene un mayor costo de oportunidad es la terraza con Q 1,944.00 por ha., a precios de 1990. (Banco de Guatemala 1986) (Basterrechea 1990).

De acuerdo a información del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA-CADESCA), más del 50% de la producción de maíz, una de las actividades agrícolas más importantes especialmente como fuente alimentaria en el país, es generado por las fincas o unidades productivas menores de 7 ha de extensión. Estas áreas seguramente son, en su mayoría aquellas del altiplano del país que tienen las mayores pendientes. En la década de los años 80 se estuvo cultivando un promedio de 653,750 ha con maíz, lo cual equivale al 6% del territorio nacional, con un rendimiento de 1,629 kg/ha y con un incremento anual de rendimiento de

2.12 %. Con base en la información anterior, se puede decir que no tienen comparación los beneficios obtenidos en forma directa e indirecta obtenidos y difícilmente superaran los costos de la pérdida de suelo por erosión o por deforestación por el incremento en el área cultivada.

En resumen, es necesario que dentro de la contabilidad de costos y los análisis económicos que se realicen se incluyan esas externalidades o sea los beneficios y costos intangibles que son tan importantes. En ese sentido Chan (1992), realizó esos análisis derivados de la actividad agrícola con prácticas de conservación de suelos, los cuales se presentan en los cuadros 7 y 8.

En los cuadros 7 y 8 puede apreciarse, como con menos gastos por la instalación y funcionamiento en un terreno sin prácticas de conservación de suelos se tienen menos beneficios netos, en comparación con el terreno que tiene barrera viva con acequia. La diferencia la constituye el gasto en la estructura, que corresponde a Q. 225.00 en el primer año, pero al final de cinco años representa en concepto de mejoras al terreno Q. 4,200.00. Por otra parte, se visualiza que en el primer año de haber establecido la práctica de conservación de suelos, los beneficios netos son negativos, pero al finalizar el segundo año ya se tienen beneficios reales positivos desde el punto de vista económico; bajo ésta tendencia, se puede inferir que para el cuarto año ya se ha cubierto totalmente los gastos que implicó el establecimiento de la práctica de conservación de suelos.

Cuadro 7 Análisis beneficio-costo (Q/ha) de la barrera viva con acequia en San Mateo M.A.*

CONCEPTO \ AÑO	BARRERA VIVA CON ACEQUIA				
	1987	1988	1989	1990	1991
Costo de producción	1674.40	1735.20	1809.00	2786.40	4525.81
Costo instalación de la práctica	225.00	-----	-----	-----	-----
Costo de operación y mantenimiento	30.00	72.00	100.00	100.00	170.00
Ingreso por venta de maíz	1380.20	-----	3188.85	-----	4731.94
Ingreso por venta de frijol	-----	3986.79	-----	6606.91	-----
Ingreso por producción de pasto	-----	133.60	106.40	34.86	106.40
Valor nutrientes ahorrados	0.24	0.20	0.01	0.04	0.08
Valor agregado al terreno	-----	-----	-----	-----	4200.00
Ahorro movimiento tierras	-----	-----	-----	-----	855.00
Total beneficios brutos	1380.44	4120.59	3295.26	6641.81	9893.42
Beneficios Netos	-548.45	2313.39	1386.26	3755.41	5197.61
Total beneficios netos	7144.49				

Adaptado de Chan (1992)

Cuadro 8 Análisis beneficio-costo (Q/ha) sin prácticas de conservación de suelos. San Mateo M.A.*

CONCEPTO \ AÑO	BARRERA VIVA CON ACEQUIA				
	1987	1988	1989	1990	1991
Costo de producción	1674.40	1735.20	1809.00	2786.40	4525.81
Costo instalación de la práctica	-----	-----	-----	-----	-----
Costo de operación y mantenimiento	-----	-----	-----	-----	-----
Ingreso por venta de maíz	1402.80	-----	2800.35	-----	4190.91
Ingreso por venta de frijol	-----	3561.11	-----	4866.99	-----
Total beneficios brutos	1402.80	3651.11	2800.35	4866.89	4190.91
Beneficios Netos	-271.60	1915.91	991.35	2080.49	-334.90
Total beneficios netos	3263.70				

* Adaptado de Chan (1992).

5.4.2 ASPECTOS LEGALES

A- Legislación general

En Guatemala, el marco legal en materia de utilización de los recursos naturales y el ambiente, se ha desarrollado dentro de los aspectos macrojurídicos; en este contexto se encuentra la "Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente" Decreto 68-86 del Congreso de la República.

El decreto 68-86 en su artículo 12 dice que uno de los objetivos de la Ley, el inciso "c" reza de la siguiente forma:

"La protección y el mejoramiento de los recursos naturales del país, como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos y la restauración del medio ambiente en general". Este decreto en su Artículo 16 tiene previsto la emisión de un reglamento que norme el deterioro cualitativo y cuantitativo de los suelos.

Hasta el año 1994, no se ha emitido ningún reglamento como lo establece la Ley de Protección y Mejoramiento del medio ambiente y en materia de suelos, en su defecto el Congreso de la República ha emitido la "Ley de Conservación de suelos y tierras", la cual no llegó a cobrar vigencia, como producto del veto que sufrió por parte del Organismo Ejecutivo.

B- Legislación en la subcuenca del río Pensativo

Desde el año 1953 se han dictado diferentes regulaciones para la cuenca del río Pensativo, entre ellas las declaratorias de zona de veda; la más reciente declaratoria está contenida en el Acuerdo Gubernativo de fecha 12 de Noviembre de 1981, con el nombre de "Ley de veda de la cuenca del río Pensativo". Esta Ley restringe los aprovechamientos forestales y permite únicamente el corte de árboles sobremaduros, enfermos, árboles lobo, entresaques con fines de mejora, poda racional y aprovechamientos técnicos.

"La Ley Protectora de la Ciudad de Antigua Guatemala" fue emitida por el Congreso de la República en el año de 1969; ésta Ley tiene jurisdicción sobre el área urbana de la Ciudad de Antigua Guatemala.

5.5 LA PROBLEMATICA

López Ch. (1988), refiere que los problemas de sedimentación e inundación en la Ciudad de Antigua Guatemala, se deben a la canalización del cauce alrededor de la Ciudad, con lo cual se aumentó la distancia del cauce y la pendiente se redujo; así mismo se indica que el diseño hidráulico del canal favorece la sedimentación sobre el cauce, lo que implica una elevación en el nivel del agua y de ahí el riesgo de los desbordes e inundaciones.

De acuerdo a los cálculos hechos por Cabrera (1986), como consecuencia de la depositación de materiales o sedimentación que se da en el cauce del río Pensativo, anualmente se acumula una cantidad de 40,000 metros cúbicos de materiales de los cuales el principal constituyente son las arenas y gravas pequeñas, que por ser las partículas de mayor masa no son transportadas o arrastradas aguas abajo por el río. Lo anterior implica que las autoridades tengan que remover con draga y transportar éste volumen de materiales que son arrastrados desde la parte alta de la cuenca.

Arana G. (1992), calculó que las operaciones de dragado y transporte de los sedimentos que se acumulan en la entrada de la ciudad de Antigua G. en una distancia de 1.5 Kilómetros de longitud del cauce, le representan a la Municipalidad de Antigua y a la Dirección General de Caminos un costo aproximado de Q.105,000.00 por año.

La degradación potencial anual para la cuenca del río Pensativo, de acuerdo al índice de Fournier se ha calculado en 64,000 toneladas métricas, lo cual equivale a 2,100 toneladas métricas por kilómetro cuadrado por año (Cabrera 1986).

Rosado P. et.al. basados en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, determinaron que para las condiciones de la Aldea San Mateo Milpas Altas del Municipio de Antigua G., la pérdida de suelo es de 2,134 toneladas por kilómetro cuadrado por año; éste dato concuerda casi totalmente con lo calculado por Cabrera (1986).

En cuanto al comportamiento del escurrimiento en las diferentes áreas de la cuenca, López Choc (1988) indica que las zonas agrícolas tienen importancia en cuanto a la formación de escorrentía y también en la contribución significativa de sedimentos, debido a la superficie cultivada, las características de los suelos y a las prácticas agrícolas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio llevado a cabo por la Facultad de Agronomía de la USAC entre los años de 1987 a 1991, se estableció que cuando no se utiliza alguna práctica de conservación de suelos, la producción de sedimentos puede ser desde 0.15 hasta 3.38 toneladas de suelo perdido por hectárea por año; en tanto que con la utilización de prácticas de conservación de suelos se pudo reducir sustancialmente la erosión hídrica hasta valores de 0.03 toneladas por ha. por año, como ocurrió en el año de 1989. Como parte de ese trabajo, se recomienda para el área de la cuenca del río Pensativo y particularmente para el área crítica de San Mateo Milpas altas, controlar la erosión hídrica del suelo utilizando barreras vivas con acequia de ladera. En el cuadro 9 se presentan los principales resultados obtenidos. Herrera et.al (1992).

Cuadro 9 Cantidad de suelo erosionado (ton/ha/año) registrado en cinco años de evaluación de tres prácticas de conservación de suelos en la subcuenca del río Pensativo.

Tratamiento.	Parcelas con Maíz			Parcelas con frijol	
	1987	1989	1991	1988	1990
Barrera viva + Acequia	0.17	0.04	0.11	0.26	0.24
Camellones + Acequia	0.19	0.03	0.15	0.32	0.29
Barrera viva	1.30	0.06	0.34	0.22	0.31
Testigo	3.38	0.15	1.16	0.62	0.95

Fuente: Herrera M. *et.al* (1992)

En relación al escurrimiento superficial que provocaron cada uno de los tratamientos del ensayo establecido en San Mateo Milpas Altas, Herrera *et.al*, (Figura 5) refieren datos por medio de los cuales se puede apreciar que el testigo local (sin ninguna práctica de conservación) y la Barrera viva tienen un escurrimiento superior al 80% de la precipitación pluvial, en tanto que los tratamientos de Acequia de ladera con barrera viva y acequia de ladera con surcos en contorno permiten escurrir solamente cantidades menores del 20% de la lluvia que cae en el lugar. En la figura 5 se aprecia el efecto de las prácticas de conservación sobre el escurrimiento superficial.

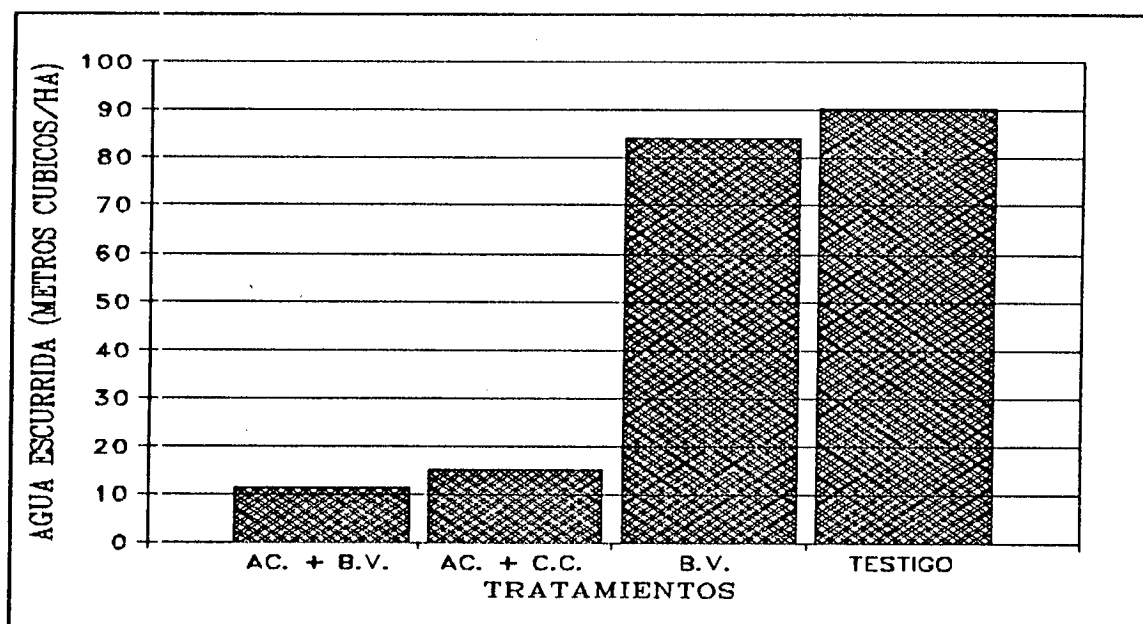


Figura 5. Cantidad de Agua Escurrida por Tratamiento.
Tomado de Herrera Chan (1992)

Las estimaciones y/o mediciones de las pérdidas de suelo así como de los sedimentos que se producen de acuerdo a varios autores se pueden resumir de la siguiente forma:

Cuadro 10 Estimaciones y mediciones de sedimentos que se producen en la subcuenca del río Pensativo

AUTOR O FUENTE	METODO	SEDIMENTOS (ton/km ²)
Cabrera (1986)	Medición sobre el cauce	2,807.00
Rosado et.al.	Estimación. E.U.P.S.*	2,134.00
Indice Fournier. Cabrera (1986)	Estimación. Degradación potencial	2,100.00
Facultad de Agronomía USAC (Herrera 1992)	Medición parcelas de escorrentía	72.00**

* E.U.P.S= Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

** valor promedio de los últimos 4 años de evaluación

Con base al cuadro anterior se puede apreciar que existen diferencias en cuanto a la medición o estimación de las cantidades de sedimentos que se producen; las estimaciones hechas con la aplicación de modelos cuantitativos (EUPS e índice de Fournier) dan resultados con mínimas diferencias, en tanto que las mediciones directas (Herrera, 1992 y Cabrera, 1986) ofrecen resultados totalmente contrastantes; sin embargo la diferencia podría explicarse por la fuente de donde provienen los sedimentos medidos, puesto que en el caso de Cabrera (1986) los resultados están referidos a sedimentos totales y en el caso de Herrera (1992) los sedimentos provienen exclusivamente de la actividad agrícola referida a cultivos propios del área, aunque hay que reconocer que en la actualidad se ha incrementado la producción de hortalizas en sustitución de los cultivos de maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.).

Los volúmenes de sedimentos en la subcuenca del río Pensativo provienen también de otras fuentes; por ejemplo, los taludes de las carreteras que por su bajo grado de estabilidad y grado de consolidación, aportan grandes cantidades de sedimentos principalmente de "piroclastos"; así Cabrera (1986) reporta que en los drenajes de las carreteras en un día de lluvia se puede encontrar un caudal sólido hasta de 9.57 gramos por litro de agua escurrida. En la subcuenca se encuentran carreteras de diferente categoría con un total de 29.2 km. de los cuales 17.5 km corresponden a la autopista que comunica la Ciudad Capital de Guatemala con la Antigua Guatemala. De las carreteras antes citadas, se tiene que aproximadamente en el 30% de su longitud existen cortes a diferente altitud, los cuales se realizaron en su construcción. Al no tener una buena cubierta o grado de protección los taludes de las carreteras, dado su bajo grado de estabilidad, genera importantes volúmenes de sedimentos, tales como los que cuantificó Cabrera (1986).

Las cabeceras municipales como la de Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas son también fuentes importantes de avenidas, puesto que, al haber adoquinado las calles y no haber arreglado conveniente los drenajes pluviales, de éstas áreas se derivan grandes fuentes de torrentes que arrastran aguas abajo los suelos y materiales geológicos no consolidados que posteriormente constituyen sedimentos que llegan al cauce de los tributarios del río Pensativo.

Arana (1992) concluye que el cálculo de sedimentos a través de modelos como el de la Ecuación Universal de Pérdida de suelo, sobreestima las pérdidas reales y recomienda calibrar ésta ecuación para las condiciones tropicales, de tal forma que se parta de índices locales que son diferentes a las área en donde se generó el modelo.

6.0 METODOLOGIA

Para la selección de la metodología se tomaron en cuenta las características propias del trabajo a desarrollar y las características del área de estudio; por lo consiguiente, el trabajo se desarrolló en la forma siguiente:

6.1 DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO

Para tomar un área específica de trabajo se delimitó la cuenca sobre una hoja topográfica a escala 1:50,000, el trazo se realizó por todos los parteaguas de la misma. Se contó con el apoyo de los trabajos desarrollados por Cabrera (1986) y Rosal (1990).

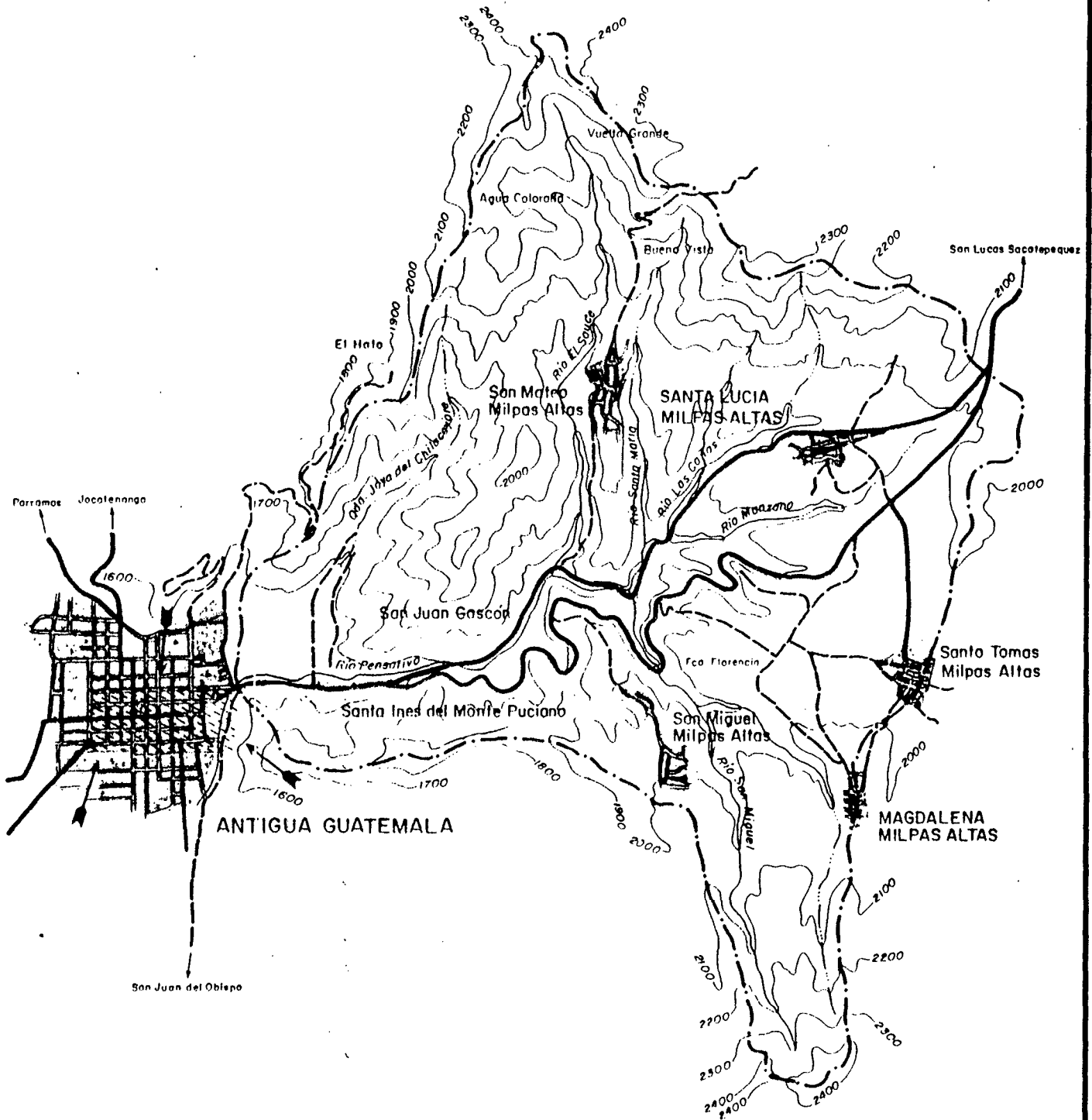
6.2 DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA

El área de estudio está comprendida por la subcuenca del río Pensativo, sin embargo para efecto de contar con el área de influencia derivado de los problemas de desbordamientos del río, se consideró conveniente incluir como área de influencia, al sector de la población urbana de la Antigua Guatemala que es sujeto de los efectos de los desbordamientos del río y los consecuentes problemas que se derivan. Figura 8.

6.3 DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE EVALUACION

Los elementos de la evaluación del impacto ambiental se definieron a partir de una matriz de impactos (matriz de Leopold), de tal forma que se constituyera en una lista de chequeo para poder considerar los diferentes componentes de la evaluación. La matriz se presenta en el cuadro 21A.

En la boleta inicial se habían considerado elementos de orden económico, de tal forma que pudiera calcularse el impacto real traducido en algún nivel de rentabilidad; sin embargo por las características propias de la agricultura que practica la mayoría de propietarios, se descartó este aspecto tomando en cuenta la dificultad de conseguir esta información.



SIGNOS CONVENCIONALES

AREA CONSTRUIDA	
CARRETERA ASFALTADA	
CARRETERA DE TERRACERIA	
LIMITE DE LA SUBCUENCA	
RIO PERENNE	
RIO INTERMITENTE	

CURVAS DE NIVEL CON INTERVALOS DE 100 METROS

Base Cartográfica: IGM, Hoja Ref. 20591 Escala 1:50,000

Fig. 6

SUBCUENCA RIO PENSATIVO

AREA DE INFLUENCIA

EN LA

CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA

ESCALA 1:50,000

Kilómetros

6.4 GENERACION Y OBTENCION DE LA INFORMACION

Para desarrollar este estudio, se consideró la información primaria y secundaria generada por diversas instituciones y autores, sobre las características de los diferentes componentes de la cuenca.

Con el objeto de completar la información y estudiar los aspectos particulares de los productores que utilizan prácticas de conservación de suelos, se realizó una encuesta, la cual tuvo las características siguientes:

6.5 ESTABLECIMIENTO DEL MARCO LISTA:

Para establecer el marco lista de los productores (agricultores), se revisaron los archivos de las oficinas del "Proyecto de Conservación de Suelos de Sacatepequez" de la Dirección General de Servicios Agrícolas, en las sedes de los municipios de Antigua G. y de Ciudad Vieja. Se logró conformar un listado de agricultores por año que fueron sujeto de los servicios de "asistencia técnica" para la conservación de suelos.

Como consecuencia de la variabilidad y dispersión de la información existente en cuanto a personas "favorecidas" con el servicio de conservación de suelos, fue necesario actualizar los listados por cada uno de los Municipios y aldeas; también la tarea fue necesaria para ajustar las áreas que correspondían a jurisdicciones dentro de la cuenca en estudio.

6.6 MARCO MUESTRAL

Tomando en consideración la información obtenida en el marco lista, así también sobre el período de estabilización y funcionamiento de las prácticas de conservación, se procedió a plantear un "muestreo simple aleatorio estratificado", en donde los estratos se determinaron en función del tiempo de haberse establecido las prácticas de conservación de suelos.

Los estratos y sus muestras se presentan en el cuadro 11.

Para el estrato I, debido a la baja población e importancia de la información, se practicó un censo a los agricultores, en tanto que para los estratos II y III se calculó el tamaño de la muestra de la siguiente forma: (*)

$$n = N/Nd^2 + 1 \quad (d=10\%)$$

Cuadro 11 Tamaño de las muestras en los estratos

Número del estrato	Período	Tamaño de la muestra
I	Antes de 1955	4
II	1956 - 1986	11
III	1987 - 1991	32

6.7 INFORMACION DE CAMPO

Para la obtención de la información de campo, especialmente, lo relativo a las características del sitio del agricultor, se visitó cada uno de los terrenos, simultáneamente al paso de la boleta.

La información obtenida fue la siguiente:

- Tipo de práctica utilizada.
- Pendiente del terrero, se midió con clinómetro.
- Distancia entre estructuras o prácticas de conservación.
- Medición del grado de erosión. Esta característica se determinó de acuerdo al criterio de medición del grado de erosión del Servicio de Conservación de Suelos de USDA y es el siguiente:

<u>clase</u>	<u>grado</u>	<u>característica</u>
1	débil o ligero	perdido menos de 25% de horizonte A
2	moderado	perdido del 25 al 75% del horizonte A
3	fuerte	perdido más del 75% del horizonte A y aparecen partes del siguiente horizonte o el C
4	muy severo	Se ha perdido el horizonte A

(*) Alvarez, V. (Comunicación personal)

6.8 ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACION

La información que se obtuvo por métodos directos (de campo) o indirectos (fuentes secundarias), se analizó en forma cualitativa de tal forma que se pudieran explicar los impactos de las prácticas de conservación de suelos.

La información generada por medio de la boleta de campo se tabularon y posteriormente la misma fue analizada, lo cual permitió determinó algunas medidas de tendencia central, principalmente promedios, rangos y variación de las observaciones.

A partir de la información disponible sobre variables meteorológicas y características físicas y químicas de suelos y tierras, se realizaron estimaciones cuantitativas sobre el comportamiento de la erosión y las predicciones sobre el comportamiento de las prácticas de conservación de suelos; para el efecto se contó con los resultados obtenidos por Arana G. (1992) que aplicó el modelo de erosión conocido como Ecuación Universal de la Pérdida de suelo (EUPS). También se consideraron para el efecto, resultados obtenidos por la Facultad de Agronomía de la USAC durante un período de 5 años de trabajo en el área de estudio evaluando tres prácticas de conservación de suelos bastante usadas en el altiplano Guatemalteco.

Finalmente, para completar la evaluación ambiental, se realizaron análisis beneficio- costo y de rentabilidad aplicados a las principales prácticas de conservación de suelos utilizadas por los agricultores, tomando como referencia dos cultivos contrastantes, uno constituido por una hortaliza de exportación y el otro por un cultivo de subsistencia.

7.0 RESULTADOS

7.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SITIOS Y DE LOS AGRICULTORES MUESTREADOS

Los propietarios y/o personas que ocupan los sitios que fueron objeto de estudio por medio de la boleta de campo que se corrió en la presente investigación, tienen las características siguientes:

7.1.1 Ocupación y tenencia de la tierra

Entre las personas que ejercen control sobre los sitios, el 73% se dedica a la agricultura como forma de dependencia económica de la familia, en tanto que 3% tiene como actividad principal el comercio, el 9% depende de la agricultura y el comercio y el 15% de los informantes depende de otras actividades económicas, tales como salarios correspondientes a funcionarios públicos, laborantes de la construcción urbana en Antigua Guatemala y otras actividades diferentes a la agricultura.

En relación a la forma de propiedad de la tierra, el 88% de las personas son propietarios y el 12% restante son arrendatarios o colonos. En los tres estratos establecidos, existen algunas diferencias, por ejemplo entre los agricultores más antiguos, todos son propietarios de sus tierras, en tanto que en los estratos II y III, el 83 y el 91% son propietarios, respectivamente.

El tamaño de las propiedades es bastante variable, puesto que va desde 0.60 hasta 405 ha. con una media general de 39.5 ha. por propietario; ésta media se ve muy influenciada por tres propiedades mayores de 22 ha., por lo que al eliminar las propiedades más grandes, el tamaño promedio de los sitios es de 1.13 ha.; ésta superficie es similar a los 550,000 pequeños agricultores del país que tienen en promedio 1.1 ha. (MAGA 1990).

7.1.2 Uso de la tierra en los últimos años

Las áreas que ocupan actualmente y que tienen prácticas de conservación de suelos, han disminuido conforme los años en cuanto a su cubierta boscosa natural e incluso se ha reducido la extensión de las plantaciones de ciprés (Cupressus lusitánica) que fueron establecidas en la década de los años 50, para dar lugar a la utilización de las tierras para cultivos. La disminución del bosque y la extensión de cultivos se muestra en el cuadro 12

Cuadro 12 Variación del uso de los sitios muestreados, subcuenca del río Pensativo.

USO\AÑO	< 1954	1954-1980	> 1980
Bosque	45%	27%	6%
Cultivos	55%	73%	94%

Fuente: Encuesta de campo realizada en 1992

En el cuadro anterior se puede visualizar claramente como antes 1954, el bosque del área de los sitios, ocupaban un 45% para 1980 solamente se mantenía un 6%.

7.1.3 Prácticas que utilizan los agricultores del área:

Las prácticas de conservación de suelos no son técnicas que últimamente se estén desarrollando dentro del área, los agricultores consultados sobre formas en que se evitaba la erosión de los suelos antes de 1950, respondieron de la siguiente forma: El 51% de los agricultores no usaban ninguna medida para evitar la erosión en tanto que el 45% utilizaba una práctica con el nombre de "cajueleado" y el 4% usaba surcos en dirección opuesta a la pendiente. El cajueleado es una práctica que consiste en hacer zanjás cerradas de aproximadamente un metro de largo dentro de los surcos de cultivo, estas zanjás se hacen con espacios de menos de 0.5 metros entre sí; ésta práctica permite que el agua no fluya hacia los extremos de los surcos y de ésta forma se logra una alta infiltración del agua, acción que se logra dado al excelente drenaje interno que tienen los suelos.

Desde los años de 1950 en adelante, empezó con bastante intensidad el desarrollo de técnicas de conservación de suelos en el área que comprende la cuenca del río Pensativo, por lo cual a la fecha son 40 años de experiencia en éste tipo de actividades; prácticamente lo que hoy existe es el reflejo de lo que ocurrió desde los años 50 y el esfuerzo de las instituciones, entre ellas las del Sector Público Agrícola.

En forma sintética, en el cuadro 13 se presenta las características más importantes de las prácticas que utilizan en la actualidad los agricultores del área.

Cuadro 13 Principales características de las prácticas de los agricultores de la subcuenca del río Pensativo.

No	TIPO DE PRACTICA	% DE LA SUPERFICIE *	Pendiente del terreno (%)	Distancia entre estructuras (metros)	
				Rango (%)	promedio
1	Acequia de ladera con barrera viva	56.10	29.00	8 - 32	16.30
2	Terraza	24.60	65.00	1 - 3	1.80
3	Barrera viva	14.20	42.00	6 - 22	13.70
4	Acequia sola	2.36	32.00	8 - 12	11.00
5	Diques contención	1.50	46.00	12	12.00
6	Barrera viva + acequia + pozos	0.92	29.00	46	30.00
7	Surcos contorno + acequia + Barrera viva	0.32	64.00	15	15.00
		100.00	G= 37.00		

Fuente: Encuesta de campo en sitios de agricultores, realizada en 1992.

* = porcentaje respecto al total del área identificada en la encuesta.

G = promedio general de todos los sitios muestreados

Del cuadro 13, los aspectos más relevantes que pueden indicarse son:

- A- Más de la mitad del área muestreada está trabajada con la práctica de barrera viva con acequia, lo cual demuestra en gran medida la difusión y aceptación de éstas prácticas.**
- B- En su orden, son también importantes las áreas donde se practican las terrazas y las barreras vivas solas, pues las dos en su conjunto llegan al 38.8% del área.**
- C- En general no hay una preferencia o búsqueda de las prácticas en relación con la pendiente del terreno. Solamente las terrazas son utilizadas en pendientes superiores a 65%.**
- D- La distancia entre cada una de las prácticas sobre el terreno y la pendiente donde se usan, no obedecen a criterios técnicos apropiados, sino más bien parecen ajustados a las necesidades de ocupación del espacio en los terrenos de los agricultores.**

7.1.4 OTRAS CARACTERÍSTICAS LIGADAS AL PROCESO PRODUCTIVO

A- Forma de labranza

Por las características de los terrenos, así como la topografía, el 91% de los agricultores realiza las labores agrícolas como la preparación de la tierra en forma manual; el 6% de los agricultores realiza sus tareas combinando la maquinaria con la forma manual y solamente el 3% trabaja la tierra en forma mecanizada totalmente.

B- Uso de abonos y fertilizantes

En la medida en que se ha cambiando el uso de la tierra y se hace uso intensivo de la misma, los insumos como los abonos y fertilizantes se han hecho casi imprescindibles, de tal forma que los agricultores estudiados en su totalidad utilizan fertilizantes o enmiendas en la producción agrícola; de la población estudiada el 82% utiliza combinaciones de productos orgánicos y químicos, el 15% utiliza solamente productos químicos y el 3% utiliza exclusivamente abonos orgánicos.

El producto orgánico que utilizan los agricultores es la gallinaza, la cual adquieren de las empresas que se dedican a la comercialización de la misma.

C- Asistencia técnica y financiera

Los agricultores que tienen prácticas de conservación de suelos dentro de la cuenca del río Pensativo, tienen el apoyo de asistencia tanto técnica como financiera de la siguiente forma:

a- asistencia técnica

El 42% recibe asistencia técnica de DIGESA, la asistencia técnica consiste en orientación para el diseño y construcción de prácticas de conservación de suelos, así como el apoyo en diferentes actividades agrícolas, tales como el control de plagas y enfermedades de los cultivos.

El 28% no recibe ningún grado de asistencia técnica y sus prácticas de conservación las han realizado por su iniciativa pensando en proteger al recurso suelo.

El 15% recibe asistencia técnica de Cooperativas de la región, la asistencia en éste caso es en forma global, tanto en las actividades productivas propiamente dichas, como en la comercialización de los productos. La Cooperativa más importante es Cuatro Pinos con sede en Santiago Sacatepequez.

El 9% de los agricultores recibe asistencia de Empresas Agroexportadoras que se encuentran asentadas dentro de la región; en éste caso la asistencia técnica es complementaria al financiamiento que dan a los agricultores

El 6% restante de agricultores, recibe asistencia técnica de otras entidades, tales como empresas distribuidoras de agroquímicos o bien reciben la orientación de vecinos con mayor grado de experiencia en las labores agrícolas.

b- Asistencia financiera

El 45% de los agricultores que tienen prácticas de conservación de suelos, sufragan los gastos en las labores agrícolas con sus propios recursos.

El 21% recibe financiamiento parcial o en la totalidad de las fases productivas de los cultivos, de las empresas exportadoras, con lo cual estas instituciones se reservan el derecho de compra de la producción.

El 18% de agricultores recibe financiamiento de Cooperativas de la región.

El 16% restante tiene como fuentes de financiamiento otras formas tales como Bancos, personas particulares que ofrecen dinero a interés.

7.2 IDENTIFICACION Y CALIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de los impactos, como se especificó en la metodología de la investigación, se logró con el auxilio de estudios biofísicos y socioeconómicos que se tienen sobre el área de estudio; además se levantó una encuesta para completar la información, de tal forma que existiera participación de la población, especialmente de los que realizan actividades de conservación de suelos.

La identificación y calificación de los impactos se presenta en el cuadro 14.

CUADRO 14.

MATRIZ DE IDENTIFICACION Y CALIFICACION DE IMPACTOS

		SIN PRACTICAS		CON PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS				
				TERRAZAS	BARRE-RAS VIVAS	ACEQUIA Y BARRERA	ACEQUIA SOLA	SURCOS CORRI-DOS
F A C T O R E S	AGUA	1- Calidad del agua	A,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M
	SUPER	2- Cantidad del agua	A,DIR,F	B,DIR,F	B,DIR,M	B,DIR,F	B,DIR,F	B,DIR,F
	FICIAL	3- Inundaciones	A,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M
	AGUA SUBTE	4- Cantidad de agua	A,DIR,D	B,DIR,M-F	B,DIR,D-M	B,DIR,F	B,DIR,F	B,DIR,M-F
	SUELO	5- Erosión	A,DIR,M-F	B,DIR,M-F	B,DIR,M-F	B,DIR,M-F	B,DIR,M	B,DIR,M
	TIERRA	6- Calidad del suelo	A,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M-F	B,DIR,M	B,DIR,M
	TIERRA	7- Capacidad uso tierra	A,DIR,D-M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M	B,DIR,M
	ATMOS-FERA	8- Calidad del aire	A,IN,D	B,IN,D	B,IN,D	B,IN,D	B,IN,D	B,IN,D
A M B I E N T E	ECOLO ESPE-	9- Especies vegetales	B,IN,L	A,IN,L-M	A,IN,L-M	A,IN,L-M	N	N
	GICOS,CIES	10- Especies animales	N	N	A,IN,L-M	A,IN,L-M	N	N
	ESTE	11- Relieve y topografía	A,DIR,CT	A,DIR,M	A,DIR,L-M	A,DIR,L-M	NI	N
	TICOS,	12- Elementos compo. única	A,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L
	SOCIO-	13- Vivienda urbana	A,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L
	ECONO-	14- Salud pública	A,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L
S O C I O E C O N O M I C O S	MICOS:	15- Economía de agricultores	B,D,L	B,D,M	B,D,M-F	B,D,M-F	B,D,M	B,D,M
		16- Economía regional	A,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L	B,IN,L

SIMBOLOGIA DE LOS IMPACTOS

<u>TIPO DE IMPACTOS</u>	<u>INCIDENCIA</u>	<u>MAGNITUD</u>
A= ADVERSO	DIR= DIRECTO	F= FUERTE
B= BENEFICO	IN= INDIRECTO	M= MODERADO
N= NEUTRO	CT= CIRCUNSTANCIAL	L= LEVE
		NI= NINGUNO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

1. Calidad del agua superficial

Cuando no se utilizan técnicas de conservación de suelos, el agua que escurre a través de los cauces de arroyos, riachuelos o ríos pierde su calidad, principalmente por la cantidad de sólidos que lleva en suspensión por la escorrentía, producto de la erosión de los suelos, además de las sustancias químicas que lleva en solución. El efecto en éste caso puede considerarse adverso, directo y de magnitud fuerte, sobre todo por las pendientes donde se establecen los cultivos que tienen un 37 % en promedio.

Las prácticas de conservación de suelos, tienen una incidencia directa sobre el escurrimiento superficial y por consiguiente sobre la calidad del agua; el efecto en éste caso se puede considerar como benéfico puesto que reducen una cantidad importante de la escorrentía. La magnitud y duración de éste efecto puede considerarse de moderado, pero esto dependerá sobre todo del mantenimiento que se dé a las prácticas o estructuras de conservación de suelos.

La calidad del agua superficial puede verse afectada por contaminación de agroquímicos que son empleados en las áreas que se dedican a la producción de hortalizas. En el presente estudio, se ha encontrado que el 94% de los sitios son destinados a la producción de hortalizas de exportación y en los mismos son utilizados una diversidad y cantidad de agroquímicos entre los que se incluyen los siguientes productos con sus ingredientes activos:

- **Insecticidas:**
Metamidaphos, Fenivalerato, Malathion, Oxidemeton-methyl. Se incluyen como piretroides: Ciflutrin y Permetrina.

- **Fungicidas:**
Azufre, Cobre, Propineb, Pentacloronitrobenceno, tridemorf.

- **Fertilizantes foliares:**
Fórmulas completas (incluyen elementos mayores y menores) y algunos con predominio de Nitrógeno y/o Fósforo.

- **Fertilizantes al suelo:**
Simples: Sulfato de Amonio, Urea
Completo: 15-15-15, 16-20-0 o 20-20-0

2. Cantidad de agua superficial

Al igual que en la calidad del agua, cuando no se usan prácticas de conservación de suelos, se favorece sustancialmente el escurrimiento superficial en su cantidad, puesto que no se presentan obstáculos para que el agua siga su curso natural en dirección de la pendiente. Al no usar las técnicas que minimicen la energía cinética del agua, se puede calificar el impacto como adverso directo, de moderado a fuerte.

De acuerdo a Herrera (1992), como se ha mostrado en la figura 7, las tres prácticas de conservación minimizan el escurrimiento superficial en comparación con un área sin prácticas. El impacto en la reducción del escurrimiento superficial, puede calificarse para todas las prácticas como benéfico directo, de magnitud fuerte excepto para la barrera viva se le califica de moderado, debido a que permite el movimiento del agua, aunque con menor velocidad, sin embargo es eficiente para retener sedimentos.

Al reducir el escurrimiento superficial se favorece la infiltración y por consiguiente contribuye a aumentar los caudales de estiaje, lo cual representa un beneficio sobre todo para las comunidades que se abastecen del vital líquido, aguas abajo.

3. Inundaciones

Con frecuencia de casi dos inundaciones por año, ocurren en la entrada a la Ciudad de Antigua Guatemala por el extremo Este, en lo que constituye la parte baja de subcuenca del río Pensativo. Las inundaciones ocurren principalmente en los meses de julio a septiembre. La razón de presentarse las inundaciones generalmente

en ésta época es que anualmente se "draga" el cauce del río solamente antes de empezar el "invierno" (época lluviosa). Cuando transporta y sedimenta el cauce del río, lo azolva en la parte baja de la entrada de la Ciudad de Antigua. Posteriormente, con las lluvias de alta intensidad y/o duración que se producen en septiembre, se producen grandes caudales sólido y líquido que se transportan en un cauce azolvado, por lo que fácilmente ocurren inundaciones sobre la periferia del cauce del río y por la dirección de la pendiente, fácilmente se transportan las aguas hacia el interior de la Ciudad, incluso por la parte central de la misma.

La incidencia directa de las prácticas de conservación de suelos sobre las inundaciones, es discutible, puesto que si se analizan los aspectos tales como el uso de la tierra, la capacidad de uso de la tierra y la intensidad de uso de la tierra, se puede decir que el área de generación de sedimentos por erosión dentro de la cuenca, es relativamente baja en comparación con la gran extensión de la cuenca que tiene un buen grado de protección y se usa de acuerdo a su capacidad. En éste sentido, Arana (1992) concluye que las áreas bajo cultivo no son las únicas aportadoras de sedimentos y que las áreas de los caminos y carreteras son también fuentes importantes de sedimentos.

Por lo indicado anteriormente, el impacto de las prácticas de conservación de suelos, puede considerarse como un impacto benéfico, directo, de moderada magnitud.

4. Cantidad de agua subterránea

Las prácticas de conservación de suelos, a la vez que reducen el escurrimiento superficial, la minimización del agua que fluye tendrá que traducirse en agua que alimentará los acuíferos, por lo cual se mantiene el balance hidrológico al ofrecer las posibilidades de recarga de agua y favorecer la alimentación de manantiales, así también ayudar a mantener el "flujo base de los ríos"; situaciones que pueden traducirse también en oportunidades para disponer de agua durante la época seca.

El impacto de las prácticas de conservación al agua subterránea se puede considerar como un impacto benéfico directo, cuya magnitud y duración estará en función del tipo de práctica de conservación y del mantenimiento que se dé a las mismas, pero se estima que sea de moderado a fuerte; comparativamente, cuando no se usan prácticas de conservación el impacto se puede considerar adverso, directo y de moderada magnitud.

Revolorio (1989) calculó que con las prácticas de conservación se lograba la infiltración o absorción de 732.40, 726.30 y 216 metros cúbicos por hectárea por año, con el uso de las prácticas Acequia más barrera viva, Camellones en contorno con acequia y barrera viva sola respectivamente, en comparación con las áreas que no tienen prácticas de conservación de suelos.

Con base en los datos anteriores, a partir de la práctica que menos agua permite que se infiltre o sea 216 metros cúbicos por hectárea, solamente en el área crítica sobreutilizada (7.72% de la cuenca), se podría acumular en los acuíferos un volumen de 49,000 metros cúbicos, en el supuesto que toda el agua infiltrada efectivamente llegara a los mantos de agua. Aun suponiendo que el 80% del agua infiltrada sea la que se constituya en el agua subterránea o bien llegue a alimentar el caudal base de los ríos, la implementación de las prácticas de barreras vivas permitiría disponer de aproximadamente 108 pajas de agua para la población del área; esto supone que si se utiliza una práctica de mayor eficiencia en la reducción del escurrimiento superficial y que aumente la infiltración del agua, la producción de éste líquido podría tener una mayor cobertura para la población asentada en el interior de la cuenca.

5. Erosión del suelo

Por medio de la conservación de suelos se logra detener el suelo en su lugar, precisamente ese es el objetivo, la minimización de la pérdida del suelo. La erosión no es factible de eliminarse o anularse totalmente, puesto que siempre existe la erosión geológica, pero con prácticas adecuadas de conservación de suelos es factible

atacar las causas para lograr la minimización de la pérdida de suelo por efecto de erosión hídrica, que para el área puede considerarse como la más importante.

Como se ha indica en el cuadro 9 (pg31), existen diferencias entre el efecto de reducción de la erosión con el uso de diferentes prácticas de conservación de suelos; así Herrera *et.al.* (1992), reportan que el uso de las prácticas de camellones en contorno más acequia de ladera, barrera viva más acequia y la barrera viva sola, en cualesquiera de los casos reduce la erosión hídrica en más del 50% en comparación con un lugar sin ninguna práctica de conservación.

Con el trabajo de campo que se realizó en el presente estudio, se logró observar lo en una forma muy resumida, lo que se presenta en el cuadro 15. La información en referencia fue obtenida a través de la observación directa que tomó al momento de estar recabando los datos de campo de la encuesta.

Cuadro 15 Grado de erosión y pendiente observados en los sitios de los agricultores según tipo de prácticas y año de establecida.

TIPO DE PRACTICAS	AÑO DE ESTABLECIDA	PENDIENTE PROMEDIO	GRADO EROSION OBSERVADO
Barrera viva. y acequia + barrera	1954	20	De débil a fuerte
Terrazas. acequias + barrera viva	1962 - 1987	42	De moderadamente fuerte a muy severa
Acequia + barrera viva. Terraza. Acequia.	1987 - 1990	29	Principalmente fuerte.

Fuente: Observación de campo realizada en 1992.

En el cuadro anterior se observa que el tiempo de establecimiento de la práctica no es totalmente determinante para el grado de erosión que se pueda encontrar en los sitios de los agricultores; era de esperar que los sitios que tienen más tiempo con sus prácticas presentaran el menor grado de erosión. A través de las observaciones de campo se pudo apreciar que uno de los factores que más incide

en el grado de erosión, es el grado de mantenimiento de las estructuras de conservación que fueron establecidas. Tres de los cuatro sitios que tienen más de 30 años con prácticas de conservación, han dado a través de los años un buen mantenimiento a sus prácticas y ello ha incidido en la recuperación de los suelos, de tal forma que en la actualidad se aprecia el grado erosivo y la capa arable conteniendo niveles adecuados de materia orgánica y ya no es un suelo con predominio de características minerales.

Otro factor determinante para el grado de erosión que presentaban los suelos observados fue el daño de la Taltuza (Geomis hispidus), en muchos lugares se encontró una erosión en surcos y hasta cárcavas las cuales fueron iniciadas por éste roedor.

En síntesis, el impacto de las prácticas de conservación sobre la erosión del suelo, puede considerarse como un impacto benéfico, directo que se puede calificar de moderado a fuerte y que su durabilidad dependerá en gran medida del mantenimiento que se pueda dar la estructura o práctica.

6. Calidad del suelo

La calidad del suelo, está determinado por varios componentes de sus características tanto en su consideración como recurso natural, como los aspectos relacionados con su aprovechamiento con fines agrícolas; por lo tanto la calidad del suelo puede ser medida en términos de su profundidad, granulometría, otras características físicas, químicas y microbiológicas.

La calidad del suelo es un aspecto importante a tomarse en cuenta por la influencia de las prácticas de conservación, puesto que la calidad se ve influenciada por la erosión que se provoca si no se realiza ninguna obra para minimizar las pérdidas del suelo; así la profundidad o espesor es uno de los aspectos que con mayor facilidad se aprecian como consecuencia de la erosión. La calidad tanto física

como química y microbiológica se logra mantener en la medida que se mantenga el suelo en su lugar, pues la erosión por mínima que sea hará que se pierdan inicialmente algunos elementos químicos además de un componente indispensable como lo es el material orgánico, ya que sin éste último, el suelo sería simplemente un cuerpo mineral de soporte para los organismos que se establecieran sobre o dentro de él.

El impacto a la calidad del suelo, se le considera como benéfico, directo con una magnitud de moderado a fuerte, dependiendo de la eficacia de la estructura que se establezca y su duración dependerá también del mantenimiento y cuidado que se dé a la estructura o técnica que se haya implementado.

7. Capacidad de uso de la tierra

La capacidad de uso de tierra, puede tomarse como un efecto benéfico directo, que puede ser de débil a moderada magnitud y también puede ser de duración permanente. La Capacidad de uso de la tierra cambiará en la medida que se modifiquen las características del suelo y esto se logra siempre que las prácticas funcionen eficientemente, para lo cual se requiere de un mantenimiento adecuado.

Los cambios en capacidad de uso tenderán a lograrse en el mediano y largo plazo, asignándose para el caso tiempos superiores a los 5 años; los componentes principales como la pendiente y la profundidad del suelo son los mejores indicadores iniciales que permiten establecer esos cambios en la capacidad de uso de la tierra. Esta situación se pudo apreciar en las propiedades de las Familias Guzmán y Salazar del Municipio de Santa Lucía Milpas Altas en donde se establecieron las prácticas de conservación en la década de los años 50 y dado a su buen mantenimiento en la actualidad se les considera de una capacidad de uso superior a la que tenían al momento del establecimiento de las estructuras de conservación.

8. Calidad del aire

Esta variable está considerada exclusivamente para la superficie que comprende el "área de influencia urbana" en la Ciudad de Antigua Guatemala, específicamente en las calles y avenidas en donde circula el agua de los desbordes del río Pensativo; en éstos lugares, en los días subsiguientes a las inundaciones como consecuencia de la evaporación del agua, los sedimentos se transforman en "polvo", el cual con el movimiento del transporte y los mismos vientos locales provocan que temporalmente se mantenga en suspensión una gran cantidad de partículas, las que en determinado momento limitan la visibilidad, pero sobre todo son la fuente que provoca problemas respiratorios para la población.

A sabiendas que las áreas agrícolas no son exclusivamente las fuentes de sedimentos y escurrimiento superficial, se puede decir que sin el uso de las prácticas de conservación se tiene un impacto adverso indirecto de grado leve; en tanto que si se implementan prácticas de conservación de suelos, el impacto se podrá calificar de benéfico, indirecto y de un grado débil.

9. Especies vegetales

Con la implementación de las prácticas de conservación de suelos, los agricultores utilizan materia orgánica como un insumo para conservar o mejorar la calidad del suelo, la fuente de materia orgánica es la "gallinaza"; ésta práctica ha traído como consecuencia que se lleven a los sitios, una abundante cantidad de semilla de especies vegetales que se consideran como "malas hierbas" para los cultivos. Las principales malezas que son llevadas a los terrenos son Verdolaga (Portulaca oleracea) y diversos bledos (Amaranthus sp).

Al ser consultada la opinión de los agricultores sobre la el incremento en éstas especies, el 76% opina que el incremento en las malezas es poco o nulo, en tanto que el 24% opina que al ser utilizada la materia orgánica, se incrementa sustancialmente

la población de malezas. Como consecuencia de la respuesta de los agricultores, puede deducirse que el origen y grado de tratamiento que se le dé a la gallinaza, será lo que determine su grado de influencia sobre el aporte de especies vegetales que constituyen malas hierbas.

La calificación que se ha dado a los impactos es la siguiente:

Cuando no se usa la materia orgánica en las prácticas de conservación de suelos, se tiene un impacto benéfico, indirecto, leve; en tanto que cuando se utiliza la materia orgánica, se considera un impacto adverso indirecto, de leve a moderado. En éste caso las diferentes prácticas de conservación no tienen ningún efecto independiente sobre las especies vegetales, puesto que en cualesquiera de las prácticas se utiliza la gallinaza.

10. Especies animales:

Con la implementación de prácticas de conservación de suelos, en particular las que usan barreras del pasto Zacatón (Panicum maximum), se menciona por muchos agricultores el problema de incremento en la población de Taltuza (Geomis hispida); sobre éste aspecto fueron consultados los agricultores y las respuestas a la consulta son las siguientes:

El 39% de las personas consultadas opinan que efectivamente el uso de la barrera viva, incrementa las poblaciones de Taltuza; sin embargo el 61% de los agricultores consideran que el uso de "barreras vivas" de Zacatón no tienen ningún efecto sobre el aumento de poblaciones de éste roedor y que su presencia se debe a otros factores distintos al tipo de "pasto" (barrera) que se establezca en los sitios.

La Taltuza es una especie que provoca muchos daños tanto al suelo como a los cultivos que se establecen; en el suelo por las cavernas o cuevas que realizan como parte de sus hábitos de vida, éstas favorecen el desprendimiento del suelo y el encauzamiento del agua superficial, acelerando los procesos erosivos y que se llegan a traducir en muchos casos en forma de surcos y cárcavas. Los daños a los cultivos

se dan por sus hábitos alimenticios, al consumir las raíces de los cultivos provocando la muerte de las plantas, además de aprovechar parte de la biomasa de interés comercial o alimenticio, tal es el caso de las mazorcas del maíz, lo cual se traduce en pérdidas al verse disminuidos los volúmenes de las cosechas. Por otra parte las cavernas de las taltuzas, en muchos casos favorecen la infiltración y absorción del agua de lluvia, con lo cual se puede incrementar el agua subterránea; sin embargo éste beneficio aparente de la taltuza puede conseguirse si se establecen bien o se da el mantenimiento adecuado a las prácticas de conservación de suelos.

Existe otro tipo de daño que provoca la taltuza y éste es que se alimenta de las raíces de la barrera viva, aparentemente tiene cierta preferencia o atracción por ésta planta; al consumirla provoca la destrucción de las barreras vivas favoreciendo la erosión y en algunos casos contribuyendo a la formación de surcos en dirección de la pendiente.

El impacto en las prácticas que llevan barrera de Zacatón, se le puede considerar adverso, indirecto de leve a moderado.

11. Relieve y características topográficas

La implementación de prácticas de conservación de suelos tiende a modificar la pendiente original de los terrenos, en algunos casos desde su elaboración en tanto que en otras prácticas ocurre con el transcurso del tiempo. De acuerdo a lo reportado por Chan (1992), las prácticas de conservación de suelos que incluyen barreras vivas son las que más influencia tienen sobre la reducción de la pendiente dentro de las prácticas de conservación con el tiempo; así, en el área de San Mateo Milpas Altas en cinco años, la pendiente se redujo en un promedio de 9.9,% con barrera viva, en tanto que sin ninguna práctica de conservación solamente se modificó en 3.5%.

Las terrazas, son un caso especial, puesto que las mismas desde su construcción modifican el relieve original del terreno, provocando cambios en el

paisaje natural; además en ésta práctica se realizan movimientos de tierra para acondicionar el suelo dentro los terraplenes que deben construir, situación que en alguna medida favorece posteriormente la erosión del suelo cuando los suelos tienen texturas gruesas y estructuras poco desarrolladas como es el caso de la subcuenca del río Pensativo.

En relación a los impactos sobre el relieve se pueden calificar de la siguiente forma:

- Sin prácticas de conservación lo que puede ocurrir será erosión y salvo que la misma sea fuerte o muy fuerte para que se provoquen surcos o cárcavas, entonces podrá apreciarse cambios significativos en el relieve y se podrá calificar como impacto adverso, directo y circunstancial.

- Si se realizan prácticas de conservación, los impactos pueden variar por lo indicado anteriormente en función del tipo de práctica de la siguiente forma:

Los surcos corridos y las acequias de ladera solas, no se les puede atribuir impactos por su naturaleza, por no modificar en forma directa el relieve desde el inicio o con el tiempo.

Las barreras vivas y las acequias con barrera viva, tienen impactos adversos, directos y que con el tiempo se podrán calificar entre leves y moderados.

Las terrazas, que como se citó anteriormente, desde su establecimiento modifican la superficie terrestre, se puede calificar su impacto como adverso, directo y moderado.

12. Elementos de composición única

Dentro del área de influencia, en la parte más baja de la misma se encuentra la Ciudad de Antigua Guatemala, la cual ha sido declarada "Patrimonio de la

Humanidad" por la UNESCO. Esta ciudad es casi en su totalidad un conjunto arquitectónico que representa históricamente el período colonial que vivió Guatemala, de tal suerte que fue también la penúltima Capital, tanto del actual país como del denominado antiguamente "Reino de Guatemala".

Dentro del área de influencia se encuentran varias edificaciones antiguas (ruinas), en diverso grado de deterioro o restauración, las cuales han sido afectadas parcialmente por los desbordamientos del río Pensativo, pero el más afectado ha sido el de Concepción, el cual se ubica desde la 4a. calle oriente hasta la Calle Chipilapa a orillas del cauce actual del río.

Los daños provocados pueden considerarse de la siguiente forma:

La parte del complejo de Concepción que se encuentra sobre el cauce del río ha sido afectado además de los terremotos, en particular el de 1976, por los caudales sólido y líquido que transporta el río, en parte socavando sus bases y arruinando sus muros o paredes. En forma indirecta a través de los trabajos de dragado, bien sea con la maquinaria o bien con los sedimentos que son arrojados sobre las ruinas mientras se realizan las actividades de extracción de los materiales transportados por el río.

Los impactos que se producen a los elementos de composición única, pueden calificarse de la siguiente manera:

Sin las prácticas de conservación de suelos, el impacto se define como adverso, indirecto de leve significancia.

Con cualesquiera de las prácticas de conservación de suelos, el impacto se califica como benéfico, indirecto de leve significancia.

13. Vivienda urbana

La vivienda urbana y algunos de los componentes del sistema urbano de la

Ciudad de Antigua Guatemala, se ven afectados con los desbordes e inundaciones del río Pensativo; los componentes urbanos en los que tiene incidencia los desbordamientos e inundaciones son principalmente los siguientes:

- carreteras de acceso a la ciudad
- calles de la ciudad
- residencias urbanas
- monumentos históricos
- infraestructura vial
- sistemas de drenaje

El área que se ve afectada comprende desde el ingreso de la Ciudad de Antigua Guatemala, a inmediaciones de la Aldea Santa Inés del Monte Pulciano y la Finca La Chacra, luego los alrededores del cauce del río, entre ellos la calle Chipilapa y los sectores que comprende desde la 3a. calle Oriente hasta los límites del cauce del río. En algunos casos el área de inundaciones ha llegado hasta la Garita Municipal en la Salida para Ciudad Vieja, con lo cual se aprecia que el río Pensativo trata de recobrar su cauce inicial.

El área más afectada anualmente comprende el sector de la Calle Chipilapa y la parte sur de la misma o sea en las riveras del cauce del río. En éstos lugares los habitantes reportan el ingreso del agua y lodo a sus viviendas, con el consecuente deterioro de las puertas y amueblados de madera, así como la pintura y el repello especialmente de los exteriores de las casas.

El impacto que tienen las prácticas de conservación de suelos sobre la vivienda urbana, tomando en cuenta que las mismas no son las únicas causas de los problemas de comportamiento hidrológico del río, se califica de la siguiente forma:

- sin las prácticas de conservación de suelos, el impacto se considera adverso, indirecto y de leve magnitud. El grado del impacto se califica leve, como consecuencia de considerar otras causas ajenas a la actividad agrícola como determinantes.
- con las prácticas de conservación implementadas, el impacto se puede

calificar de benéfico, indirecto de leve magnitud.

14 Salud pública

Como consecuencia de los desbordamientos del río Pensativo, los sedimentos o carga sólida del río compuesta por partículas medianas y finas, quedan depositadas en las calles del área de influencia; posteriormente las partículas son arrastradas o trasladadas a la atmósfera por los vientos o bien por el movimiento de los vehículos. Estas partículas en forma de "polvo", según vecinos del lugar y autoridades del Sector de la Salud, reportan problemas de enfermedades del tracto respiratorio entre las que se identifican: laringitis, amigdalitis y gripe o influenza.

Por otra parte, con el dragado del cauce del río quedan aguas estancadas en el sector de la calle Chipilapa con lo cual se favorece el desarrollo del Mosquito que transmite el Paludismo (Anopheles maculipenis); además algunas personas aprovechan para usar como basurero al cauce el río con lo cual se generan olores muy desagradables durante el proceso de descomposición de los residuos orgánicos depositados.

Según los vecinos de las áreas afectadas*, los problemas de enfermedades respiratorias se incrementan cuando las autoridades municipales no retiran rápidamente los sedimentos que se acumulan en las calles.

El impacto a la salud pública, por las prácticas de conservación de suelos, se pueden calificar partiendo del hecho que la no realización de éstas no determinan totalmente los desbordamientos del río Pensativo, en la siguiente forma:

Sin la implementación de las prácticas de conservación de suelos, el impacto es adverso, indirecto y de leve magnitud.

Implementando adecuadamente las prácticas de conservación de suelos dentro de la cuenca, el impacto es benéfico, indirecto y de leve magnitud.

15. Economía familiar de los agricultores

Para establecer el grado de influencia de las prácticas de conservación de suelos sobre la economía familiar se tomó en cuenta la información vertida por los agricultores y que fue captada por medio de la encuesta realizada. Debido a que los agricultores no llevan registros económicos de producción, no fue posible establecer con precisión la influencia sobre sus economías; sin embargo, a continuación se presentan resultados que permiten establecer en una forma semicuantitativa algunos elementos del tema.

15.1 Opinión de los agricultores sobre los rendimientos

De acuerdo a la consulta realizada a los agricultores que se entrevistaron, únicamente pudieron opinar sobre grados de incremento en sus cultivos con la implementación de las prácticas, de la siguiente forma:

A- Agricultores que practican conservación de suelos desde 1954:

De los cuatro agricultores censados, dos no saben si han tenido mejores cosechas o iguales, otro de ellos considera que ha tenido incrementos de producción entre 1 y 25%; en tanto que el último agricultor considera que ha tenido incrementos de producción entre 51 y 100%.

B- Agricultores que establecieron sus prácticas entre 1955 y 1987:

Las respuestas de los agricultores se presentan en el cuadro 16

* sondeo efectuado por el autor (septiembre de 1992).

Cuadro 16 Opinión sobre el incremento en el rendimiento de los cultivos. (% de agricultores)

GRADO DE INCREMENTO DEL RENDIMIENTO	% DE AGRICULTORES
Ningún incremento en el rendimiento	27
Entre 1 y 25%	26
Entre 26 y 50%	5
Entre 51 y 100%	26
No sabe	16

Fuente: Información tomada en campo en 1992

Como se aprecia en el cuadro anterior, el 57% de los agricultores indica que sí ha tenido incrementos en sus rendimientos como consecuencia de la implementación de sus prácticas de conservación y el 27% no ha observado ningún efecto.

El grado de incrementos reportados en la producción se considera con bastante grado de variabilidad, el cual se puede atribuir a las diferencias en las características de los terrenos entre las cuales se incluye la pendiente y las características propias de los suelos y su mismo grado erosivo.

C- En agricultores que establecieron sus prácticas después de 1987

En el cuadro 17, se aprecia que el 67% de los agricultores reportan incremento en el rendimiento de sus cultivos por la implementación de prácticas de conservación de suelos, en tanto que solo el 9% considera que no ha tenido ningún efecto positivo; es importante el resultado correspondiente a este estrato, puesto que a menos de 5 años de haber instalado sus estructuras de conservación, ya reportan resultados positivos.

Cuadro 17 Opinión sobre el incremento en rendimiento de los cultivos. (% de agricultores)

GRADO DE INCREMENTO DEL RENDIMIENTO	% DE AGRICULTORES
Ningún incremento en el rendimiento	9
Entre 1 y 25%	27
Entre 26 y 50%	36
Entre 51 y 100%	00
No sabe	28

Fuente: Encuesta de campo realizada en 1992.

D- Influencia de cada una de las prácticas

A continuación se presentan los resultados de la opinión del efecto de las principales prácticas sobre los rendimientos de los cultivos

Cuadro 18 Opinión de la influencia de cada práctica de conservación sobre el rendimiento de los cultivos (% de agricultores)

TIPO DE PRACTICA	Barrera viva	Terraza	Acequia + Barrera	Acequia sola
INCREMENTO DE RENDIMIENTO				
NINGUN INCREMENTO	30	33	12	33
INCREMENTO DE 1-25%	40	-----	25	33
INCREMENTO DE 26 A 50%	-----	-----	-----	-----
INCREMENTO DE 51 A 100%	10	66	44	-----
NO SABE	20	-----	19	33

Fuente: Encuesta de campo realizada en 1992.

Del cuadro anterior, se puede interpretar lo siguiente:

El 88% de los agricultores que utilizan acequia con barrera viva consideran que sí tienen incrementos de producción con las prácticas que han establecido;

entre ellos, el 63% reporta incrementos de rendimiento en sus cultivos con volúmenes superiores al 50%.

- Con las prácticas de barrera viva o acequia sola, el 50% o más de los agricultores no reportan incrementos de producción o no sabe cuantificar la influencia de las prácticas.
- En las prácticas de barrera viva más acequia, así como en el caso de las terrazas, son las prácticas donde más porcentaje de agricultores reportan incrementos en la producción.

15.2 Influencia de las prácticas sobre el arrendamiento y costo de la tierra

Los costos de los terrenos son variables e influyen sobre los mismos, la ubicación o acceso a cada sitio, en ésta forma los valores asignados a las tierras sin prácticas de conservación fluctuaron entre Q 16,800 y Q 150,000 por hectárea, con un promedio de Q 22,396.67. En tanto que para los terrenos en donde se tienen prácticas de conservación se reportan costos de la tierra desde Q 25,000 hasta Q 500,000 por hectárea, con un promedio de Q 62,534.35

El costo del arrendamiento de los terrenos, de acuerdo a la opinión de los agricultores no se ve influenciado por contar con prácticas de conservación de suelos y se le asigna más valor a la calidad del terrero expresado en la pendiente, ubicación y su grado de accesibilidad. Los costos de arrendamiento en el área varían desde Q 480 hasta Q 3,500 por hectárea, con un promedio de Q 1,024.54.

16. Economía regional

La economía regional como consecuencia de los problemas de erosión e inundaciones en la cuenca se ven afectados por lo siguiente:

A- Las entidades gubernamentales tienen que desviar fondos que podrían emplear en otras actividades de apoyo a otros problemas de los habitantes del área. De ésta forma los cálculos sobre la inversión que realizan principalmente la Municipalidad de Antigua Guatemala y la Dirección General de Caminos, ascienden a la cantidad de Q 100,500.00 por año. Este valor no incluye los sedimentos que se depositan en las calles del interior de la ciudad, pero los mismos se pueden estimar entre Q.850 y 3600.00 por cada inundación, dependiendo de su magnitud; en los cálculos se incluye la mano de obra, arrendamiento de maquinaria (camiones de volteo) y costos de operación de la misma.

B Los gastos en que tienen que incurrir los habitantes del área e influencia, éstos gastos van desde la eliminación del agua y lodo que ingresa a sus residencias, hasta la pintura y mantenimiento de las puertas y los gastos en servicios médicos y medicamentos por las enfermedades respiratorias posteriores a las inundaciones.

Dado el carácter eventual, pero casi anual de las inundaciones y que las áreas agrícolas no son las únicas que determinan los problemas que se presentan, el impacto de las prácticas de conservación de suelos sobre la economía regional se califica en la siguiente forma:

- Sin las prácticas de conservación de suelos, se tendría un impacto adverso, directo, leve.
- Con las prácticas de conservación, en general el impacto se puede calificar benéfico, directo y de grado leve.

6.3 ANALISIS BENEFICIO - COSTO DE LAS PRINCIPALES PRACTICAS

Como parte del análisis ambiental de la actividad de prácticas de conservación de suelos en la subcuenca del río Pensativo, se realizó el análisis beneficio-costos en dos cultivos, de las prácticas más importantes que se han implementado en la subcuenca del río Pensativo.

El análisis beneficio costo, se ha realizado a partir de los siguientes elementos:

* Los costos de la implementación de las prácticas, se han calculado para el año de 1992, con base a los informes de Basterrechea (1,990) y Chan (1,992). Los precios fueron trasladados a sus valores actuales correspondientes considerando las tasas de cambio y tasas de interés.(Ministry of Agruculture, 1973).

* Los costos se calcularon en Quetzales por hectárea por año, para el efecto se tomaron valores de precios y costos de 5 años, partiendo de la base que es un tiempo prudencial para el establecimiento, fijación adecuada y funcionamiento eficiente de las prácticas. El tiempo estipulado es congruente con los planteamientos de Oyuela (1,987), al estimar que prácticas como las terrazas de banco pueden empezar a generar ingresos netos después de los 4 años de funcionamiento.

* El costo correspondiente a los gastos en salud de la población de Antigua Guatemala, afectada por las inundaciones y lo que corresponde al dragado y limpieza de las calles de la Ciudad, se estimó en forma global de acuerdo a la información de Cabrera (1986), Arana (1992) y los últimos datos que maneja la Municipalidad de Antigua Guatemala*. Se partió de la base que las áreas de uso agrícola pueden aportar aproximadamente el 50% de los sedimentos y caudal líquido, en tanto que el resto proviene de las obras de infraestructura tales como carreteras, camino y obras de urbanización. El cálculo por hectárea se realizó con base al área de uso agrícola de la cuenca.

En el cuadro 19 se presenta la síntesis de los cálculos de las relaciones beneficio-costos de tres de las principales prácticas que existen dentro de la subcuenca del río Pensativo, con cultivo de maíz.

* Información de la Tesorería Municipal de la Ciudad de Antigua G.

Cuadro 19 Análisis beneficio/costo de las prácticas de conservación más importantes, en el cultivo de Maíz.
(Costos e ingresos Q/ha/año).*

TIPO DE PRACTICA	Acequia con barrera viva	Terraza de banco	Acequia sola	Sin práctica
CONCEPTO				
Costo de producción del cultivo	5,089.00	4,936.33	5,089.00	5,089.00
Costo instalación de la práctica	871.85	4,371.85	564.85	00.00
Costo de mantenimiento de la práctica	180.59	546.48	75.39	00.00
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	6,141.44	9,854.66	5,728.74	5,089.00
Ingreso por venta de maíz.	5,586.41	5,206.19	5,703.40	5,849.65
Ingreso por venta de pasto de la barrera viva	109.80	00.00	00.00	00.00
Valor agregado del terreno	5,676.00	5,676.00	5,676.00	00.00
Ahorro por movimiento de tierra	246.26	00.00	90.72	00.00
Gastos en salud población Antigua	518.02	518.02	518.02	(-) 518.02
Gastos dragado y limpieza de Antigua	5,161.29	5,169.29	5,161.29	(-) 5,161.29
TOTAL BENEFICIOS BRUTOS	17,297.78	16,561.29	17,149.43	(+) 170.34
TOTAL BENEFICIOS NETOS	11,156.34	6,706.63	11,420.69	(-) 4,918.66
RENTABILIDAD (%)**	92.75	52.83	99.56	114.00
RELACION BENEFICIO/COSTO	3.09	1.68	2.99	0.03

* Costos promedio de 5 años

** Rentabilidad percibida del agricultor. (no incluye costos sociales)

Cuadro 20 Análisis beneficio/costo de las prácticas de conservación más importantes, en el cultivo de Arveja China.

(Costos e ingresos Q/ha/año).*

TIPO DE PRACTICA	Acequia con barrera viva	Terraza de banco	Acequia sola	Sin práctica
CONCEPTO				
Costo de producción del cultivo	37,963.07	35,805.39	38,368.21	38,856.39
Costo instalación de la práctica	871.85	4,371.85	564.35	00.00
Costo de mantenimiento de la práctica	180.59	546.48	75.39	00.00
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	39,055.51	40,723.72	39,007.95	38,856.39
Ingreso por venta de arveja	133,981.37	123,568.40	135,369.78	138,840.80
Ingreso por venta de pasto de la barrera	109.80	00.00	00.00	00.00
Valor agregado del terreno	5,676.00	5,676.00	5,676.00	00.00
Ahorro por movimiento de tierra	246.26	00.00	90.72	00.00
Gastos en salud población Antigua	518.02	518.02	518.02	(-) 518.02
Gastos dragado y limpieza de Antigua	5,161.29	5,169.29	5,161.29	(-) 5,161.29
TOTAL BENEFICIOS BRUTOS	145,692.74	134,931.71	146,815.81	133,161.49
TOTAL BENEFICIOS NETOS	106,677.23	92,207.99	107,807.86	94,305.10
RENTABILIDAD (%)**	343.69	303.43	347.03	357.00
RELACION BENEFICIO/COSTO	3.73	3.31	3.76	3.43

* Costos promedio de 2 años

** Rentabilidad privada del agricultor. (no incluye costos sociales)

De los cuadros anteriores (19 y 20) se puede deducir lo siguiente:

Las relaciones beneficio-costos con maíz tienen diferencias bien marcadas, de tal forma que con las prácticas de acequia con barrera y acequia sola, se obtienen los mayores valores con escasa diferencia; la práctica de acequia con barrera viva, tiene una mayor relación beneficio-costos como consecuencia del ingreso adicional que genera la producción de pasto o la biomasa comercial de cualquier especie que se establezca en la barrera viva.

Con la terraza de banco se tiene una menor relación beneficio-costos, en cualesquiera de los cultivos; esto se atribuye a la fuerte inversión necesaria con la construcción e instalación de la práctica de conservación, además de tener mayores espacios muertos (sin espacio para siembra), en lo que constituyen sus taludes, con lo cual el espacio real para la producción se reduce en la medida que las pendientes del terreno son mayores y en consecuencia también disminuyen los volúmenes de cosecha.

En el caso de la arveja china, que es un cultivo con mayor rentabilidad, las diferencias en la relación beneficio-costos no son tan marcadas entre las diferentes prácticas de conservación e incluso sin la práctica; pero en todo caso, sobresalen las mejores relaciones (b/c) en las prácticas de barrera viva con acequia y de acequia sola. Por otra parte se puede apreciar que por los beneficios económicos del cultivo y sus beneficios netos, que su relación beneficio-costos es relativamente alta.

Comparando las rentabilidades privadas de los dos cultivos y sobre todo las relaciones beneficio-costos, cuando no se utilizan prácticas de conservación, puede explicarse el porqué de las mayores utilidades con cultivos como la arveja china no motivan las mejoras en los terrenos (las prácticas de conservación, por ejemplo), puesto que se logran, al menos temporalmente, mayores beneficios económicos directos.

8.0 CONCLUSIONES

- 8.1** Más del 80% de los impactos identificados, son benéficos con la utilización de prácticas de conservación de suelos; con esto se acepta parcialmente las hipótesis (h1 y h2) planteadas. Se consideran únicamente como impactos adversos por la implementación de las prácticas, la modificación que se hace al relieve con algunas de las estructuras de conservación de suelos y en forma indirecta por permitir que se lleven especies de flora y fauna que afectan a los mismos cultivos.
- 8.2** Las principales prácticas de conservación de suelos que se han establecido en la subcuenca del río Pensativo son: Acequia de ladera con barrera viva, terrazas de banco, barrera viva surcos en contorno. Entre éstas prácticas, más del 50% de los agricultores utilizan la barrera viva con acequia.
- 8.3** La no utilización de las prácticas de conservación de suelos por los agricultores, produce impactos que son adversos casi en su totalidad.
- 8.4** Los impactos más fuertes por no utilizar prácticas de conservación de suelos tienen las siguientes implicaciones:
- * incremento en el escurrimiento superficial
 - * pérdida del suelo por erosión hídrica
 - * modificación en la calidad del agua superficial
 - * pérdida en la calidad del suelo
- 8.5** Por los impactos benéficos que produce la práctica de barrera viva con acequia y la acequia sola; así también por su efectividad y las mejores relaciones beneficio-costos que producen, se les considera como prácticas apropiadas para las condiciones de la subcuenca del río Pensativo.
- 8.6** La práctica de barrera viva con acequia comparativamente con la acequia sola, resulta más efectiva, sobre todo por la eficiencia con la que retiene los

suelos y por la forma de minimizar el escurrimiento superficial, aumentando también la infiltración del agua.

8.7 Al analizar las características de la práctica de terraza de banco, se considera como una práctica no muy apropiada para las condiciones del área por las siguientes razones:

- * tiene una alta inversión inicial
- * los suelos del área, en su mayoría no son superficiales para justificar la práctica.
- * el grado de deterioro de los suelos no es excesivo en la mayor parte de la cuenca.
- * las relaciones beneficio-costos con ésta práctica son las más bajas.

8.8 Con la ayuda de la información de campo y los análisis de la información colectada, no se pudo detectar diferencias en cuanto a la productividad en función del tiempo de haberse implementado las prácticas; con lo cual se rechaza la hipótesis (h3) planteada.

9.0 RECOMENDACIONES

- 9.1 Tomando en consideración los resultados obtenidos en investigaciones anteriores y en la presente, se recomienda buscar las estrategias apropiadas para la utilización y difusión de las técnicas de conservación de suelos en toda la cuenca, indistintamente de las pendientes o características propias de los terrenos. Entre las prácticas a elegir, preferentemente se debe impulsar la construcción de barreras vivas con acequias o bien las acequias solas.**
- 9.2 Continuar investigaciones relativas a las mejores especies vegetales que se puedan usar como barreras vivas y que las mismas puedan ofrecer posibilidades de incrementar los ingresos por concepto de venta de la biomasa que se produzca en esas barreras.**
- 9.3 Por el impacto indirecto que produce la materia orgánica, es conveniente que los agricultores dispongan o adquieran fuentes apropiadas de subproductos de la avicultura y que el material haya sufrido un tratamiento previo. Con ésta recomendación se pretende minimizar el incremento de las especies vegetales herbáceas no deseables dentro de los cultivos agrícolas.**
- 9.4 Se debe estudiar detenidamente los problemas que ocasiona la taltuza (Geomis hipidus), de tal forma que se encuentre alguna alternativa que minimice su incidencia y consecuentemente los riesgos de erosión y formación de cárcavas.**
- 9.5 Por la dificultad que se tiene para estimar adecuadamente la procedencia de los sedimentos que azolvan el cauce del río Pensativo, se deben realizar estudios más específicos tendientes a determinar con precisión todas las fuentes de esos sedimentos, de tal forma que puedan delinearse los planes de contingencia necesarios, para atacar el problema desde los mismos orígenes.**

9.4 Es importante que el Proyecto Regional de Conservación de Suelos (Chimaltenango, Sacatepequez y Escuintla), estudie la posibilidad que en lugar de avanzar en cubrir mayor área con prácticas de conservación de suelos, se destinen recursos para la supervisión y seguimiento de los sitios en los cuales se ha trabajado en los años anteriores, a efecto que se dé el mantenimiento necesario a las estructuras de conservación para que éstas funcionen adecuadamente.

10. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, V.M. 1992.** Director Centro de Estadística y Cómputo. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos. Comunicación personal.
- ARANA L., G.A. 1992.** Análisis espacial para evaluar la erosión hídrica en la subcuenca del río Pensativo, Guatemala. Tesis Magister Scientae. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba. Costa Rica 118p.
- BANCO DE GUATEMALA. 1986.** Estimación de los costos de producción de los principales productos agrícolas del país para la temporada 1986-1987. Guatemala. 23p.
- BASTERRECHIA M. 1990.** Taller Centroamericano sobre Incremento de la Producción Agropecuaria y Conservación de los Recursos Agua, Suelo y Bosque. Informe. Costa Rica. s.p.
- BERGERON G., SANDOVAL J. 1991.** Un estudio del uso del "pago social" en conservación de suelos en Guatemamala. Agencia para el Desarrollo Internacional -AID-. Guatemala. 54p.
- BLAIR E. 1986.** Manejo de Cuencas. En Memoria Seminario-taller Fundamentos del Manejo de Cuencas. Proyecto Regional de Manejo de Cuencas -PRMCA-CATIE- Antigua G. Guatemala
- BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACION ECONOMICA. 1986.** Manual de Evaluaciones de Impacto Ambiental. Honduras. pp 3-68
- BRAVO DE LEON M.E. 1988.** Estudio preliminar de erosividad de lluvia en la República de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 40p.

- BUOL S., HOLLE M. McCracken J. 1983. Génesis y Clasificación de Suelos. Editorial Trillas. México. pp 1-38**
- CABRERA, C. 1986. Caracterización de los recursos naturales renovables de la subcuenca del río Pensativo. Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 212p.**
- CASTRO M., H.S Y VELASCO L., O.E. 1991. Bases para la planificación de asentamientos humanos en el valle de Panchoy. Tesis Maestría en Planificación de asentamientos humanos. Universidad de San Carlos de Guatemala e Instituto Nacional de Administración Pública. Guatemala. 91p.**
- ESTEBAN BOLEA, M.T. 1977. Las evaluaciones de impacto ambiental. Madrid. España. pp 2-12.**
- FERRATE, L.A. 1987. La situación ambiental en Guatemala, causas del deterioro ambiental. Asociación de Investigación y Estudios Sociales. Editorial Piedra Santa. Guatemala. 23p.**
- FITZPATRICK E.A. 1980. Soils their formation, classification and distribution. Longman Group Limited. London. 353p.**
- FOTH, H. 1987. Fundamentos de la ciencia del suelo. Tercera reimpresión. Editorial CECSA. México. 433p.**
- GARCIA L., J.A. 1992. Jefe Regional Proyecto de Conservación de Suelos. Comunicación Personal.**
- GUATEMALA, COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1990. Instructivo de procedimientos para las evaluaciones de impacto ambiental. 25p.**

GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION. 1988. Diagnóstico de la producción y consumo del rubro maíz en Guatemala. MAGA-CADESCA. Guatemala. pp 9-22.

GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION. 1991. Informe Sectorial Agropecuario. s.p.

-----, MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. Proyecto de Conservacion de Suelos y Aguas de Sacatepequez. 1984. Estudio de los problemas causados por los rios Pensativo y Guacalate y propuestas para resolverlos. Antigua Guatemala, Guatemala. 31p. mimeo.

-----, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1974. Estudio Morfométrico de la cuenca del rio Guacalate. s.p.

HERRERA DE LEON. M. et.al. Evaluación de prácticas de conservación de suelos en la cuenca del río Pensativo. (fase III). Tikalia (Gua) 9(1-2):35-49.

HERRERA. I.R. 1984. Levantamiento semidetallado de los suelos de la cuenca del rio Achiguate(Fase D). Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 199p.

LEONARD, H. F. 1985. Recursos naturales y desarrollo economico en America Central, Un perfil Ambiental regional. Trad. G. Budowski y Tirso Maldonado. Washington D.C Instituto Internacional para el Ambiente y el desarrollo. V.1 174p

ISRAEL. MINISTRY OF AGRICULTURE. Extension Service Department of Production Economics. 1973. Interest tables. Edited by M.Login. 35p.

LOPEZ J. 1989. Segunda Evaluación de tres prácticas de conservación de suelos en la cuenca del río Pensativo. Sacatepequez. Tesis Ing.Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. pp3-15

- MOJICA I.H. 1975. Conflictos culturales en el manejo de cuencas hidrográficas en el Istmo Centroamericano. En Simposio Internacional sobre ecología de la conservación y el desarrollo en el Istmo Centroamericano. Turrialba. Costa Rica. 8p.**
- MORA J.R. 1977. Introducción a la ordenación de cuencas hidrográficas. FAO-Instituto Tecnológico. San José de Costa Rica 17p.**
- MORALES M., J.O. 1983. Manual de Conservación de Suelos. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Dirección General de Servicios Agrícolas. Unidad de Comunicación Social. 72p.**
- NUFIO, W. 1982. Caracterización Preliminar de la Cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Facultad de Agronomía. 165p**
- ORTIZ V., B. 1982. Estudio experimental sobre la conservación del suelo, la erosión y el escurrimiento superficial. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Suelos. 94p.**
- OYUELA OLIVERA D.O. 1987. Los sistemas de producción agrícola y la determinación de las posibles fuentes de contaminación en la subcuenca del río Guajire. Cuenca del río Guacerique. Honduras. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba. Costa Rica. pp 11-157**
- PERU. PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS EN CUENCAS HIDROGRAFICAS. Manual Técnico de Conservación de Suelos y Aguas. 1985. Convenio Peru - AID No. 527- 220. Peru. pp 7-26**
- ROSAL. C.R. 1988. Evaluación de las tierras y de su uso en la subcuenca del río Pensativo en Guatemala y directrices generales para su manejo sostenido. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba. Costa /Rica . 386p**

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS DE MEXICO Y COLEGIO DE POSTGRADUADOS DE CHAPINGO. 1982. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Instructivo. México. 248p.

SUAREZ DE CASTRO F. 1980. Conservación de Suelos. Primera reimpresión de la tercera edición. Editorial IICA. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José de Costa Rica. Costa Rica. 312p.

UNITED STATES OF AMERICA, SOIL CONSERVATION SERVICE. 1981. Examination and description of soils in the field. pp 420-426

A P E N D I C E S

Cuadro 12 Matriz general para la identificación de Impactos

FACTORES AMBIENTALES\	
A- EFECTOS FISICO - QUIMICOS	
1- A G U A	
Características Drenaje superficial-	
Variación Flujo Superficial	
Calidad Agua Superficial	
Alteración de flujo subterráneo	
Interacción superf/subterránea	
2- S U E L O Y T I E R R A	
Erosión	
Calidad del Suelo	
Estabilidad	
Uso Potencial	
Características geomorfológicas	
Compatibilidad de Uso	
Asentamiento y compactación	
3- ATMOSFERA	
Calidad del aire	
4- EFECTOS ECOLOGICOS	
Vegetación	
Habitats terrestres	
Fauna interés ecológico	
5- EFECTOS ESTETICOS	
Relieve y caracter. topograf.	
Elementos composición única	
B- EFECTOS SOCIOECONOMICOS	
Tenencia de la tierra	
Economía Regional	
Infraest.y servicios regionales	
Salud Pública	
Educación	
Economía Familiar	

No. Boleta _____ Estrato _____

BOLETA PARA AGRICULTORES

OBJETIVO: Esta boleta ha sido preparada con el objeto de generar información para la Evaluación de Impacto Ambiental que han producido las Prácticas de Conservación de Suelos en la Subcuenca del río Pensativo.

I. INFORMACION GENERAL:

AGRICULTOR _____ ALDEA/AREA _____
MUNICIPIO _____

II. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS:

1. No. de personas de la familia _____ ocupación _____
2. Fuentes de ingreso: a) agricultura b) comercio c) otro _____
3. Forma de tenencia de la tierra:
propia ___ si ___ no __. arrendada si ___ no __ usufructo ___ otro _____
4. En cuanto vendería ud. una cuerda o manzana de su terrero
Con prácticas Q _____/cda/z. Sin Prácticas.Q _____
5. Area que posee: _____mz. _____cds.
6. Area cubierta con prácticas de conservación _____
7. Produccion agrícola:
cultivo área producción

8. Que tenía sembrado en su terreno: antes de 1954 _____
entre 1954 y 1980 _____
de 1980 a la la fecha _____

III. ESTIMACION DE COSTOS

1. Valor del arrendamiento Q _____/cuerda _____/Mz
2. Usa mano de obra: contratada: si ___ no ___ familiar: si ___ no ___
3. Uso de agroquímicos

	producto	cantidad	producto	cantidad	producto	cant
cultivo 1	_____	_____	_____	_____	_____	_____
cultivo 2	_____	_____	_____	_____	_____	_____
cultivo 3	_____	_____	_____	_____	_____	_____
cultivo 4	_____	_____	_____	_____	_____	_____

IV. INFORMACION SOBRE MANEJO DE SUELOS:

1. Forma de labranza: manual ___ mecanizada ___ otra _____
2. uso de abonos y fertilizantes:
químicos: urea __, 3(15) __ 16-20-0 __ otro _____
orgánicos: gallinaza ___ broza ___ compost ___ otro _____
3. Asistencia técnica que recibe o ha recibido:
institución _____, en que consiste _____
frecuencia (año/mes) _____
4. Asistencia crediticia:
Institución _____ montos _____ interes _____

V INFORMACION SOBRE PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS

1. En que forma evitaba anteriormente que se erosionara el suelo

2. Que prácticas usa actualmente:

tipo de práctica extensión dist.hor. fecha(año)

_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

3. cual es su opinion sobre cada práctica:

excelente--muy buena--buena--regular--mala

terrazza	_____	_____	_____	_____
acequia	_____	_____	_____	_____
barrera	_____	_____	_____	_____
surc.contor.	_____	_____	_____	_____
dique	_____	_____	_____	_____
pozos abs.	_____	_____	_____	_____
?	_____	_____	_____	_____

4. Las prácticas que usa han influido en la producción(rend)

Nada____ 0-25%____ 25-50%____ 50-75%____ 75-100%____

5. Cree que con las prácticas que usa, está contribuyendo a conservar los recursos (tierra o agua): si__no__no sabe__

6. Ha visto que con las prácticas que usa, han desaparecido algunos animales o han aparecido otros: si__no__cuales__

7. Con las prácticas, han aparecido nuevas "malezas"o han desaparecido algunas plantas. si__no__cuales__

VI. INFORMACION SOBRE EL AGUA

1. Ha visto ud. cambios en la clase del agua del(los) río(s) si__no__cuando__

2. Ha observado peces en el agua del río, existen actualmente. Si__no__. Que peces__

=====MUCHAS GRACIAS POR SU INFORMACION=====

VII.OBSERVACIONES

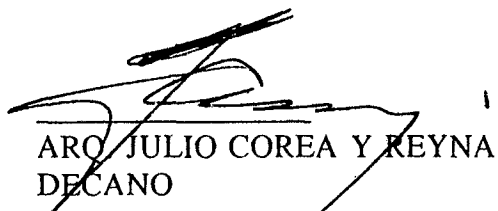
VIII. INFORMACION FISCA DE CAMPO:

- = Pendiente del sitio:_____
- = grado de erosión: muy Severo__fuerte__débil__ninguno__
- = profundidad del suelo arable:_____cms.
- =grado de cobertura vegetal_____especies

Lugar_____ fecha_____

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

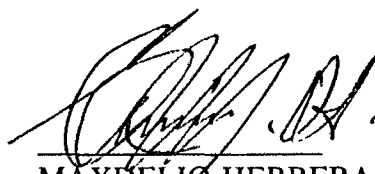
IMPRIMASE:



ARO JULIO COREA Y REYNA
DECANO



MANUEL BASTERRECHEA DIAZ. PhD.
ASESOR PRINCIPAL



MAXDELIO HERRERA DE LEON. MSc
ASESOR ADJUNTO



ING. HUGO ANTONIO TOBIAS VASQUEZ
PONENTE