

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Instituto de Investigaciones Agronómicas

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC

DEPOSITO LEGAL

PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

ESTUDIO DE LA EROSION HIDRICA EN LA

CUENCA DEL RIO MOTAGUA

(Análisis e Interpretación de la Información Existente)

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por

JUAN ANTONIO AZURDIA LONGO

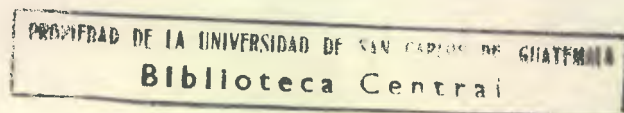
En el acto de su investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, febrero de 1984



D. 2.
01
T(483)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
VOCAL 1o.	ING. AGR. OSCAR R. LEIVA R.
VOCAL 2o.	ING. AGR. GUSTAVO A. MENDEZ R.
VOCAL 3o.	ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL 4o.	PROF. HEBER ARANA
VOCAL 5o.	PROF. LEONEL ARTURO GOMEZ
SECRETARIO	ING. AGR. RODOLFO ALBIZUREZ P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	DR. ANTONIO SANDOVAL S.
EXAMINADOR	DR. JOSE DE JESUS CASTRO
EXAMINADOR	ING. AGR. ROLANDO AGUILERA
EXAMINADOR	ING. AGR. MARINO BARRIENTOS G.
SECRETARIO	ING. AGR. CARLOS R. FERNANDEZ P.



Referencia

Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

9 de febrero de 1984

Ingeniero
César A. Castañeda S.
Decano Facultad de Agronomía
Presente

Señor Decano:

Tengo el agrado de informarle que he asesorado al Bachiller JUAN ANTONIO AZURDIA LONGO, en la realización de su trabajo de tesis titulado: "ESTUDIO DE LA EROSION HIDRICA EN LA CUENCA DEL RIO MOTAGUA" (Análisis e interpretación de la información existente); dicho trabajo llena los requisitos para ser presentado y discutido en el Examen General Público del autor, previo a que le sea otorgado el título de Ingeniero Agrónomo.

Además, el mencionado trabajo de investigación, que se desarrolló como parte del programa de investigaciones en Recursos Naturales Renovables, tiene aspectos meritorios que contribuyen al avance de la investigación a nivel nacional en este importante sector.

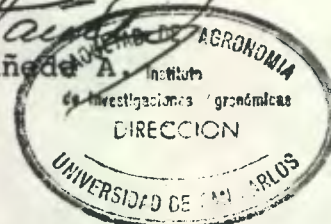
Por lo anterior, recomiendo que esta investigación sea aprobada como informe de tesis.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

Ing. Agr. Luis A. Castañeda S.
Director



LACA/tdev.

Guatemala,
10 de febrero de 1984.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía - USAC -
Presente

Señores:

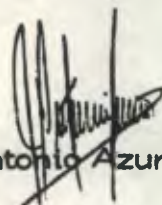
De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, me permito someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO DE LA EROSION HIDRICA EN LA CUENCA DEL RIO MOTAGUA" (Análisis e Interpretación de la Información Existente).

Presentándolo como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, esperando merezca su aprobación.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de Ustedes,

Respetuosamente,



Br. Juan Antonio Azurdia Longo

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

MI SEÑOR Y CREADOR

A MIS PADRES

CARLOS M. AZURDIA A. (QEPD)
MARTA LONGO V. DE AZURDIA

A MI ABUELITA

PILAR CALDERON S. (QEPD)

A MIS HIJOS

JUAN ANTONIO
CARLOS ESTUARDO
EDGAR ROBERTO

A MIS HERMANOS

JOSE MANUEL Y MARIA JUDITH
GUSTAVO ADOLFO (QEPD)
CLARA LUZ
MIGUEL ERNESTO Y DORA ISABEL

A MIS TIOS Y PRIMOS

EN ESPECIAL A MARIA HERMINIA
CALDERON Y JUAN ANTONIO LONGO

A MIS COMPAÑEROS

ING. AGR. WALDEMAR NUFIO R.
ING. AGR. MARINO BARRIENTOS G.
ARQ. LEONEL DE LA ROCA C.
ARQ. VICTOR P. DIAZ U.

A MIS AMIGOS

A MIS COMPAÑEROS
DE TRABAJO

A TODOS LOS PRESENTES

TESIS QUE DEDICO

A: MI PATRIA GUATEMALA

A: LOS AGRICULTORES Y CAMPESINOS
DE GUATEMALA

AL: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

AL: INSTITUTO TECNICO VOCACIONAL
"DR. IMRICH FISCHMANN"

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar expresado mi sincero agradecimiento a mi asesor Ing. Agr. Mag. Sc. Luis Alberto Castañeda A., por el interés, dedicación y la valiosa orientación que le mereció al presente trabajo de tesis.

A la Unidad de Estudios Básicos del Departamento de Planificación del Instituto Nacional de Electrificación (INDE), por la obtención y orientación de toda la información hidrométrica, en especial al Ingeniero Arturo Acajabón.

Al Instituto Geográfico Militar (IGM), particularmente al Ing. Agr. Efraín López y al Ing. Agr. Alan González, así mismo a todas las personas de la División de Estudios Geográficos y demás del mismo Instituto, que en una forma u otra colaboraron en las diferentes fases de ejecución de éste trabajo.

Al Departamento de Climatología del INSIVUMEH, especialmente al Ing. Agr. Edgar Sánchez, por su orientación y colaboración que se sirvió proporcionarme.

A mis compañeros de trabajo, por su constante apoyo moral y espiritual.

A Carola L. Roque C., por su eficiente y desinteresada colaboración en la ejecución del trabajo mecanográfico.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron en la realización de éste trabajo.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1 INTRODUCCION	1
2 REVISION BIBLIOGRAFICA	2
3 METODOLOGIA	6
3.1 Análisis de la información existente	6
3.2 Limitantes de la información	7
4 RESULTADOS Y DISCUSION	9
4.1 Características generales de la cuenca	9
4.1.1 Localización	9
4.1.2 Fisiografía	12
4.1.3 Geología	17
4.1.4 Morfometría	19
4.1.5 Suelos	19
4.1.6 Ecología	22
4.1.7 Hidrografía	29
4.1.8 Topografía	32
4.1.9 Uso actual de la tierra	32
4.2 Estimación de la erosión	37
4.2.1 Cobertura del estudio y estaciones hidrométricas base	37
4.2.2 Distribución de pendientes	37
4.2.3 Textura del suelo	38
4.2.4 Cobertura vegetal	38
4.2.5 Precipitación	40
4.2.6 Datos hidrométricos	40
5 CONCLUSIONES	49
6 BIBLIOGRAFIA	50

INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
1 Mapa de localización	10
2 Mapa de vías de comunicación	11
3 Mapa fisiográfico	16
4 Mapa geológico	18
5 Mapa de series de suelos	23
6 Mapa taxonómico de suelos	25
7 Mapa de zonas de vida vegetal	31
8 Mapa hidrológico	33
9 Mapa de pendientes	34
10 Mapa de uso actual de la tierra	35
11 Mapa hidrológico de estaciones de estaciones hidrométricas base	39
12 Mapa de isoyetas	42
13 Gráfica de comportamiento de sólidos en suspensión (década 1970-1980)	46
14 Gráfica de relación entre caudal máximo y precipitación	47

INDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
1 División fisiográfica	15
2 Clasificación de suelos	24
3 Clasificación taxonómica de suelos	26
4 Zonas de vida vegetal	30
5 Distribución de pendientes	32
6 Uso actual de la tierra	36
7 Estaciones hidrométricas base	37
8 Distribución de pendientes en estaciones hidrométricas base	37
9 Textura del suelo en estaciones hidrométricas base	38
10 Cobertura vegetal en estaciones hidrométricas base	38
11 Precipitación promedio anual en estaciones hidrométricas base	40
12 Días de precipitación en estaciones hidrométricas base	41
13 Concentración de sedimentos en suspensión	41
14 Descarga de sedimentos promedio anual	43
15 Caudal máximo promedio anual	43
16 Caudal medio promedio anual	44

RESUMEN

El presente estudio se realizó como parte del Programa de Recursos Naturales Renovables del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, basado en estudios anteriores efectuados por instituciones nacionales, e integrados a otras informaciones específicas sobre la cuenca del río Motagua.

La investigación estuvo enmarcada dentro de los siguientes objetivos:

1. Estimación de la erosión hídrica de la cuenca del río Motagua durante la década 1970-1980.
2. Establecimiento preliminar de la relación entre los datos de erosión hídrica con los factores que en ella intervienen, especialmente suelo, precipitación, pendiente y cobertura vegetal.

Para alcanzar los objetivos trazados, se analizaron los datos de la década 1970-1980 correspondientes a:

- Descarga promedio anual de sedimentos
- Concentración promedio anual de sedimentos en suspensión
- Caudal máximo promedio anual
- Caudal medio promedio anual
- Precipitación promedio anual y días de precipitación

Para tener un panorama bien claro de las características físicas y bióticas del área, se analizaron también los datos de: fisiografía, geología, morfometría, suelos, ecología, hidrografía, topografía, uso actual y potencial de la tierra en la cuenca del río Motagua.

Los resultados obtenidos muestran que, durante la década 1970-1980 el río Motagua transportó cantidades de sedimentos que fluctuaron entre 2,131.6 toneladas/km²/año y 207.1 toneladas/km²/año; promediando para dicho período un valor de 889 toneladas/km²/año. Estos valores son considerados altos al compararlos con los valores estimados para otras cuencas del país.

Los factores que incidieron más en la pérdida de suelo por erosión hídrica fueron: la precipitación, el tipo de textura del suelo y la pendiente; no pudiéndose establecer la relación de la erosión hídrica con la cobertura vegetal, por carecer de la información adecuada y actualizada de la cuenca.

1 INTRODUCCION

El presente trabajo se realizó basado en estudios efectuados por instituciones nacionales sobre la cuenca del río Motagua; dichos trabajos fueron analizados é integrados a otras informaciones dispersas y a otros estudios específicos sobre el área, con el objeto de ofrecer criterios que sirvan de base para el desarrollo de estudios más detallados, que posteriormente nos indiquen la forma más adecuada del manejo de los recursos de la cuenca.

El trabajo estuvo enmarcado dentro de los siguientes objetivos:

- Estimar la erosión hídrica de la cuenca del río Motagua, durante la década 1970-1980.
- Establecer en forma preliminar la relación entre los datos de erosión hídrica con los factores que en ella intervienen, especialmente suelo, precipitación, pendiente y cobertura vegetal.

Para cumplir con los objetivos propuestos se analizaron los datos de:

- Descarga promedio anual de sedimentos
- Concentración promedio anual de sedimentos en suspensión
- Caudal máximo promedio anual
- Caudal medio promedio anual
- Precipitación promedio anual y días de precipitación

Se analizaron también datos de: fisiografía, geología, morfometría, suelos, ecología, hidrografía, topografía y uso actual de la tierra en la cuenca del Río Motagua, para brindar un resumen de las características físicas y bióticas más importantes de la misma.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

La erosión se define como el proceso de separación y transporte de los materiales del suelo por los agentes de la erosión (4). Este proceso comprende una primera etapa de desprendimiento de la masa del suelo, quedando las partículas en condiciones de ser transportadas; y una segunda etapa de transporte de los materiales desprendidos por efecto de la escorrentía superficial. Este efecto combinado se expresa en términos de peso o volumen por unidad de superficie y tiempo.

Se conocen dos tipos de erosión: La erosión geológica, normal o natural, la cual es sólo consecuencia de las fuerzas de la naturaleza y la erosión inducida o acelerada, la cual es una combinación de los efectos naturales más la acción del hombre.

Los principales agentes de la erosión son el agua, el hielo y la gravedad. El índice de erosión que determina consecuentemente la cantidad de sedimentos, varía de una cuenca a otra dependiendo del área, las condiciones geológicas, climáticas, físicas y la vegetación; así como de la acción del hombre, el cual en aras del aprovechamiento del recurso, generalmente descuida su conservación (7).

Bermúdez (2) cita a Dourojeanni y Paulet, según quienes los factores que intervienen en el proceso de erosión son de dos tipos: pasivos y activos. Pasivos son el suelo, la topografía y la cobertura vegetal; mientras que el factor activo es la lluvia. La actividad humana puede actuar sobre los efectos pasivos y minimizar el efecto de las lluvias, reduciendo la energía del agua de escurrimiento.

El tipo de suelo actúa dependiendo de su diferencia de textura, especialmente en el contenido de limo.

Los suelos con mayor contenido de limo son más fácilmente erodables (5).

La estructura granular de los suelos aumenta la capacidad de infiltración (8); reduciendo el volumen de escorrentía y la erosión. Un alto contenido de materia orgánica, especialmente en los primeros cinco centímetros, hace que los suelos sean resistentes a la erosión. La materia orgánica a través de la formación de agregados, mejora la estructura y la capacidad de infiltración.

Hudson (3) establece que la pérdida de nutrientes del suelo es tan importante como la pérdida misma del suelo. Cada elemento tiene sus mecanismos de pérdida. Por ejemplo, el fósforo se pierde principal

mente con las partículas arcillosas y coloidales en las que está absor
vido, mientras que el nitrógeno es lavado por las aguas de escurri --
miento en forma de nitritos o nitratos, sin que necesariamente exis-
ta movimiento del suelo.

El tamaño y cantidad del material que el agua puede arrastrar o lle--
var en suspensión, dependen de la velocidad con que ésta fluye, la --
cual a su vez, es una resultante de la longitud y el grado de pendiente
del terreno (9). El escurrimiento superficial se ve afectado por dos
tipos de factores: los asociados con la precipitación tales como la in-
tensidad y frecuencia, la precipitación media y la distribución de la
lluvia en el área de drenaje; y los factores asociados con la cuenca -
tales como el tamaño, la forma, la pendiente y el tiempo de concentra-
ción en la misma (6).

La cubierta vegetal es la mejor defensa de un terreno contra la ero--
sión. Ayres (1) resume que las plantas defienden el suelo en los si--
guientes puntos:

- a) Protección directa contra el impacto de las gotas de lluvia.
- b) Dispersión directa, intercepción por medio del follaje y evapora-
ción de gotas de agua, que en ésta forma no llegan al suelo.
- c) Transpiración a través de los tejidos de grandes cantidades de hu-
medad que pasan de estratos profundos al aire.
- d) Efecto sujetador del sistema radicular sobre las partículas del -
suelo.
- e) Penetración de raíces al suelo, las cuales al morir y decomponer
se dejan cavidades tubulares que aumentan la infiltración y mejo-
ran la aireación del suelo.
- f) Mejoramiento de la estructura del suelo y aumento de la infiltra-
ción debido al suministro de materia orgánica.
- g) Aumento de la fricción superficial y dispersión lateral de la esco-
rrentía, que reduce el volumen y disminuye su velocidad.

La lluvia, considerado el factor climático más importante y activo del
proceso de erosión, determina según su cantidad, intensidad y distri-
bución, el volumen del flujo que se desliza en capa uniforme sobre la
tierra, llevando en suspensión las sustancias minerales, o que se -
concentra en canales y arroyos que cortan el suelo.

Esta acción como se mencionó antes, varía de una cuenca a otra, de-
pendiendo de como se comporte en cada una de ellas el movimiento -
del agua según el ciclo hidrológico. La intensidad de la lluvia es el
factor pluviométrico que ejerce mayor influencia en la erosión; aun-
que se puede decir que la combinación de las tres características de

intensidad, cantidad y frecuencia, con los demás factores que se interrelacionan, determinan la fuerza erosiva de la lluvia.

Por su parte Vásquez Santizo (10), refiere que Horton clasifica los diversos factores que influyen en el proceso erosivo de la siguiente manera:

- 1) Factores fisiográficos de la cuenca:
 - Pendiente
 - Longitud del recorrido del flujo
 - Rugosidad de la superficie
 - Depresiones superficiales
- 2) Factores pedológicos:
 - Textura y estructura
 - Otras características del suelo
- 3) Factores hidrológicos:
 - Intensidad y duración de la lluvia
 - Capacidad de infiltración del suelo
 - Características superficiales de la escorrentía
- 4) Factores hidráulicos:

Según ésta clasificación, de todos ellos sólo los factores fisiográficos é hidrológicos operan indirectamente.

El mismo Vásquez Santizo menciona que Smith y Wischmaeir clasifican los factores de la siguiente manera:

- a) Clima:
 - Temperatura
 - Lluvia
- b) Suelo:
 - Resistencia a la dispersión
 - Tasas de infiltración y movimiento de agua
- c) Topografía:
 - Grado de pendiente
 - Longitud de la pendiente
- d) Cobertura vegetal:
 - Cobertura viva
 - Cobertura incorporada (resíduos)

El suelo como producto de procesos de formación de largos períodos de tiempo, no puede perderse indiscriminadamente, y se ha calculado (3) que una velocidad de formación de 25 milímetros de suelo en 30 años, equivale aproximadamente a 1.8 toneladas/hectárea/año, y que ésta cifra ha sido considerada como la cantidad máxima tolerable de ser erosionada. Esta tolerancia de pérdida de suelo depende naturalmente del tipo de éste, de su profundidad y de sus características físicas.

En resumen, se deduce que dentro del proceso de erosión intervienen muchas clases de factores, pero que ninguno de ellos actúa independientemente.

3 METODOLOGIA

3.1 Análisis de la información existente:

a) Delimitación de la cuenca:

La delimitación de la cuenca se realizó calcando un mapa de las hojas topográficas a escala 1:250,000 elaboradas por el Instituto Geográfico Militar (IGM), localizando el parte-aguas a través de la interpretación de las curvas de nivel. Esta información se comprobó con el Mapa de Cuencas editado por el mismo IGM a escala 1:500,000.

b) Ubicación de la cuenca:

En base al mapa anterior de delimitación de la cuenca, y teniendo como referencia los meridianos y paralelos de las hojas topográficas editadas por el IGM a escala 1:250,000, se localizó dichos puntos sobre el mapa, con lo cual se determinó la ubicación geográfica de la cuenca, observando qué departamentos con sus municipios están contenidos dentro de ella.

c) Morfometría de la cuenca:

Los principales parámetros morfométricos que se determinaron fueron el área total de la cuenca, la longitud del cauce principal, el perímetro de la cuenca, la longitud de todos los afluentes de diferente orden, la elevación máxima sobre el perímetro de la cuenca, el radio de elongación de la cuenca y el coeficiente de relieve. Esto se realizó con diferentes métodos tales como el uso de curvímetro, plantillas de puntos, planímetros e interpretación de diferentes mapas.

d) Drenaje de la cuenca:

Para obtener ésta información se calcó el mapa de delimitación de la cuenca, elaborado a escala 1:250,000 a las hojas topográficas de la misma escala, haciendo la localización de los principales cauces del río, así como el trazo de los afluentes permanentes e intermitentes, sobre el cual fueron localizadas las estaciones hidrométricas con registros de sedimentación operadas por el INDE.

e) Fisiografía de la cuenca:

Esta información fué obtenida en base al mapa fisiográfico a escala 1:250,000 que actualmente elabora el IGM, el cual fué cuantificado para cada parámetro fisiográfico.

f) Climatología de la cuenca:

De este renglón solamente se determinó lo que corresponde a la precipitación, por medio de la elaboración de un mapa de isoyetas a escala 1:500,000, con valores de registro durante un período de 27 años, proporcionados por el Departamento de Estudios especiales del INSIVUMEH en un mapa a escala 1:1.000,000 y el análisis e interpretación del registro de 41 estaciones pluviométricas localizadas dentro de la cuenca, con datos de registro de la década 1970-1980, obteniendo por comparación y ajuste un valor aproximado que fuera representativo para el período estudiado.

g) Hidrología de la cuenca:

Esta información se obtuvo mediante las hojas topográficas a escala 1:250,000, donde se identificaron y localizaron los diferentes ríos y arroyos que fluyen al cauce principal.

h) Zonas de vida:

Esta información fue posible por medio de la cuantificación del mapa de zonas de vida elaborado actualmente en el IGM a escala 1:250,000, tomando como base el elaborado por L. Holdridge y adaptado por René de la Cruz.

i) Uso de la tierra:

Esta información se obtuvo de la cuantificación del mapa de uso de la tierra elaborado actualmente por el IGM a escala 1:250,000.

j) Hidrometría de la cuenca:

Esta información se obtuvo por la determinación de los promedios de la década 1970-1980, de los valores correspondientes a descarga total de sedimentos, concentración de sólidos en suspensión, caudal máximo, caudal medio de las estaciones hidrométricas de El Tesoro, Concuá, Puente Orellana, Camotán y Morales. Esta información incluye además el área de influencia erosiva para cada estación. Fue tabulada y recopilada en la División Hidrológica del Plan Maestro en el INDE.

3.2 Limitantes de la información:

Durante la realización de este trabajo, se encontró que dentro de la erosión hídrica de la cuenca del río Motagua, está comprendida la influencia sedimentaria de la sub-cuenca del río Camotán, la cual tiene una extensión de 1,413.12 kilómetros cuadrados, -

que corresponden al 9.8% del área de influencia sedimentaria de toda la cuenca, de los cuales 609 kilómetros cuadrados se encuentran dentro del territorio nacional y el resto del área se encuentra dentro del territorio de Honduras; de ésta última región no se tuvo información.

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA:

4.1.1 Localización:

La cuenca del río Motagua está formada por dos sub-cuencas: la del río Grande de Zacapa y la del río Motagua. Está geográficamente situada entre los meridianos $88^{\circ} 15'$ y $91^{\circ} 15'$ de longitud, y entre los paralelos $14^{\circ} 30'$ y $16^{\circ} 00'$ de latitud. Cubre una extensión de 15,190.00 kilómetros cuadrados y forma parte de la vertiente del Mar de las Antillas o del Atlántico - (ver figura 1).

Dentro de su superficie se encuentran parcialmente los departamentos de El Quiché, Chimaltenango, Guatemala, El Progreso, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Izabal, Baja Verapaz y totalmente el departamento de Zacapa.

En el departamento de El Quiché abarca los municipios de Santa Cruz del Quiché, San Pedro Jocopilas, Patzité, Chichicastenango, Joyabaj, Chiché y Zacualpa; en Chimaltenango los municipios de Comalapa, Santa Cruz Balanyá, Santo Domingo Xenacoj, San José Poaquil y San Martín Jilotepeque; en Guatemala los municipios de San Raymundo, Chinautla, San José del Golfo, San Pedro Ayampuc, Chuarrancho, Palencia, San José Pinula, San Juan y San Pedro Sacatepéquez y la parte norte de la Ciudad Capital; en el Progreso los municipios de Sanarate, Sansare, San Antonio la Paz, Morazán, El Jícaro, San Agustín y San Cristóbal Acasaguastlán; en Jalapa los municipios de Jalapa, San Pedro Pinula y San Luis Jilotepeque; en Zacapa todos sus municipios: Estanduela, Río Hondo, Guatlán, Teculután, Usumatlán, Cabañas, San Diego, La Unión y Huité; en Chiquimula los municipios de Ipala, San José la Arada, Camotán, Jocotán, Chiquimula, San Juan la Ermita, Olopa, Quezaltepeque y San Jacinto; en Jutiapa el municipio de Agua Blanca; en Izabal los municipios de Los Amates, Morales, Quiriguá y Puerto Barrios y en Baja Verapaz los municipios de Granados y El Chol.

La cuenca del río Motagua colinda al norte con las cuencas de los ríos Dulce y Usumacinta; al oeste con la cuenca del río Samalá; al sur con las cuencas de los ríos Nahualate, Madre Vieja, Coyolate, Acomé, Achiguate, María Linda, Los Esclavos, Lempa y del Lago de Atitlán; al este con la frontera de Honduras y con el Mar Caribe al cual fluyen sus aguas (ver figura 2).



Figura 1 Mapa de Localización de la Cuenca del Río Motagua

CUENCA DEL RIO MOTAGUA

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
GUATEMALA, 1983

MAPA DE VIAS DE COMUNICACION



Figura 2 Mapa de Vías de Comunicación
Cuenca del Río Motagua

4.1.2 Fisiografía (*)

Fisiográficamente la cuenca del río Motagua está dividida en tres regiones principales:

4.1.2.1 Tierras altas sedimentarias

4.1.2.1 Depresión del Motagua

4.1.2.3 Tierras altas cristalinas

4.1.2.1 Tierras altas sedimentarias:

Esta región se subdivide en:

a) Colinas moderadamente erosionadas: Localizadas en la parte norte y este de la cuenca, con una topografía inclinada de pendientes entre 16% 32%, suelos de textura media en una zona de alta precipitación y cubierta vegetal de predominancia boscosa densa de coníferas y latifoliadas. Cubre una extensión de 1,270.75 kilómetros cuadrados o sea un 8.37% del área total de la cuenca.

b) Colinas fuertemente erosionadas: Localizadas en el norte de la cuenca con una topografía quebrada y escarpada con pendientes mayores a 32% y suelos de textura media a una combinación de fina/media, en una zona de elevada precipitación por lo cual los ríos que la drenan son de precipitado curso y con un patrón de drenaje dendrítico y paralelo. Comprende la Sierra de las Minas y la Sierra de Chuacús, cubiertas con vegetación de bosques densos y dispersos de coníferas, latifoliadas y bosques mixtos. Comprende una extensión de 4,799.63 kilómetros cuadrados que corresponden a 31.60% de el área total de la cuenca.

c) Llanura costera: Está ubicada exclusivamente al este de la cuenca, desemboca en la Bahía de Amatique en una zona de muy alta precipitación, suelos de textura media y un elevado nivel freático por su topografía muy plana, cubierta de bosque disperso de latifoliadas y bosque bajo o matorral. Cubre una extensión de 32.50 kilómetros cuadrados que corresponden al 0.21% del área total.

d) Valles: Comprenden la zona que sigue inmediatamente a las colinas moderadamente erosionadas, localizados parcialmente al norte y al este de la cuenca, topografía de pendiente suave u ondulada entre 8% y 16%, con cubierta vegetal que va desde bosques dispersos y bajos hasta cultivos bajo riego, la

(*) División de Estudios Geográficos IGM, 1983 (documento no publicado)

precipitación es de moderada a baja y suelos de textura fina y muy reducida profundidad. Comprende 337.25 kilómetros cuadrados o sea 2.22% del total.

2.1.2.2 Depresión del Motagua:

Esta región fisiográfica se subdivide en:

a) Llanura costera: Está localizada al este de la cuenca y desemboca con el Mar Caribe en la zona tropical de mayor precipitación; terrenos de muy poca pendiente (0 - 8%) y de una textura fina con muy elevado nivel freático donde la vegetación predominante es el bosque bajo o matorral y áreas inundables o ciénagas. Comprende 331.00 kilómetros cuadrados igual a 2.18% del total.

b) Áreas inundables: Comprende la totalidad del área de Punta de Manabique, con la mayor precipitación en toda la cuenca, terrenos muy planos y cubiertos de bosque denso y manglares. Cubre una extensión de 300.25 kilómetros cuadrados equivalentes al 1.98% de la cuenca.

c) Terrazas recientes: Localizadas principalmente en las riveras del río Motagua donde la pendiente es ya mínima, formado por suelos de textura fina y arenas, principalmente por el material sedimentario producto de la erosión de las tierras más altas; la vegetación predominante es de cubierta boscosa dispersa así como de pastos naturales, es una zona donde por la topografía del terreno, el río se vuelve trenzado y formando meandros. Comprende un área de 447.00 kilómetros cuadrados o sea 3.14% del total de la cuenca.

d) Terrazas sub-recientes: Están localizadas en los cauces y riveras que se inundan o unen temporalmente por los meandros del río; sus suelos están constituidos de igual manera - que las terrazas recientes y su vegetación es boscosa dispersa, pastos naturales y monte espinoso. Abarca una superficie de 512.00 kilómetros cuadrados equivalentes al 3.37%.

e) Terrazas antiguas: Comprende los antiguos cauces del río que ya no se inundan y están cubiertos en su mayoría de pastos cultivados. Localizadas al este de la cuenca en una zona de elevada precipitación y muy poca pendiente. Cubre un total de 410.75 kilómetros cuadrados o sea 2.70%.

4.1.2.3 Tierras altas cristalinas:

Esta región fisiográfica se subdivide en:

a) Colinas moderadamente erosionadas: Localizadas en la rivera sur del río y al este de la cuenca, suelos de textura fina a combinaciones de fina/media; topografía ondulada y moderada precipitación, cubierta de bosques dispersos de latifoliadas, pastos naturales, bosques bajos y matorrales. Comprende una superficie de 2,049.50 kilómetros cuadrados o sea 13.49%.

b) Colinas fuertemente erosionadas: Están localizadas principalmente al sur del cauce de todo el río, desde el parte-a-guas hasta su desembocadura, pasando por lo tanto por diferentes zonas de vida que van desde zonas de elevada precipitación hasta zonas muy secas. El terreno es de topografía -quebrada y escarpada con suelos rocosos y pedregosos en elevado proceso de erosión, cubierta vegetal que incluye cultivos limpios, bosques densos y dispersos de coníferas y latifoliadas, bosques bajos y matorrales, predominando el monte -espinoso y áreas con escasa vegetación. Comprende un área de 3,984.62 kilómetros cuadrados o sea el 26.23% del total de la cuenca.

c) Valles: Localizados principalmente en la parte norte de la Ciudad de Guatemala, el valle de Chiquimula, San Luis Jilotepeque, San José la Arada é Ipala. Es una zona de poca precipitación y suelos de textura fina a combinaciones de fina/media hasta gruesa y pedregosa; cubierta vegetal que incluye cultivos limpios, bosques bajos o matorrales y monte espinoso. Cubre una extensión de 463.74 kilómetros cuadrados que son el 3.05 % del total.

d) Cimas volcánicas: Localizadas exclusivamente en las áreas de los volcanes de Jumay en Jalapa y de Ipala en Chiquimula, con suelos pedregosos, coladas de lava y tobas. Comprenden 21.25 kilómetros cuadrados o sea 0.14%.

e) Terrazas antiguas: Localizadas al centro de la cuenca en la zona más seca donde la vegetación predominante es el monte espinoso o muy escasa vegetación, suelos de textura fina - hasta pedregosa. Abarcan 200.75 kilómetros cuadrados o sea 1.32% del área total.

Como puede observarse, la cuenca del río Motagua presenta características fisiográficas que pueden propiciar un elevado índice de erosión, ya que la mayor cantidad de superficie (8,784.25 km² o sea el 57.83%) está formada de laderas o tierras altas en gran proceso de erosión (ver figura 3 y cuadro 1).

CUADRO 1. DIVISION FISIOGRAFICA DE LA CUENCA DEL RIO
MOTAGUA

	Area (Km ²)	%
A) <u>TIERRAS ALTAS SEDIMENTARIAS</u>		
A ₁ Colinas moderadamente erosionadas	1,270.75	8.37
A ₂ Colinas fuertemente erosionadas	4,799.63	31.50
A ₃ Llanura costera	32.50	0.21
B) <u>DEPRESION DEL MOTAGUA</u>		
B ₁ Llanura costera	311.00	2.18
B ₂ Areas inundables	300.25	1.98
B ₃ Terrazas recientes	477.00	3.14
B ₄ Terrazas sub-recientes	512.00	3.37
B ₅ Terrazas antiguas	410.75	2.70
C) <u>TIERRAS ALTAS CRISTALINAS</u>		
C ₁ Colinas moderadamente erosionadas	2,049.50	13.49
C ₂ Colinas fuertemente erosionadas	3,984.62	26.23
C ₃ Valles	463.74	3.05
C ₄ Cimas volcánicas	21.25	0.14
C ₅ Terrazas antiguas	200.75	1.32
	15,190.00	100.00

CUENCA DEL RIO MOTAGUA

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
GUATEMALA, 1983

MAPA FISIOGRAFICO

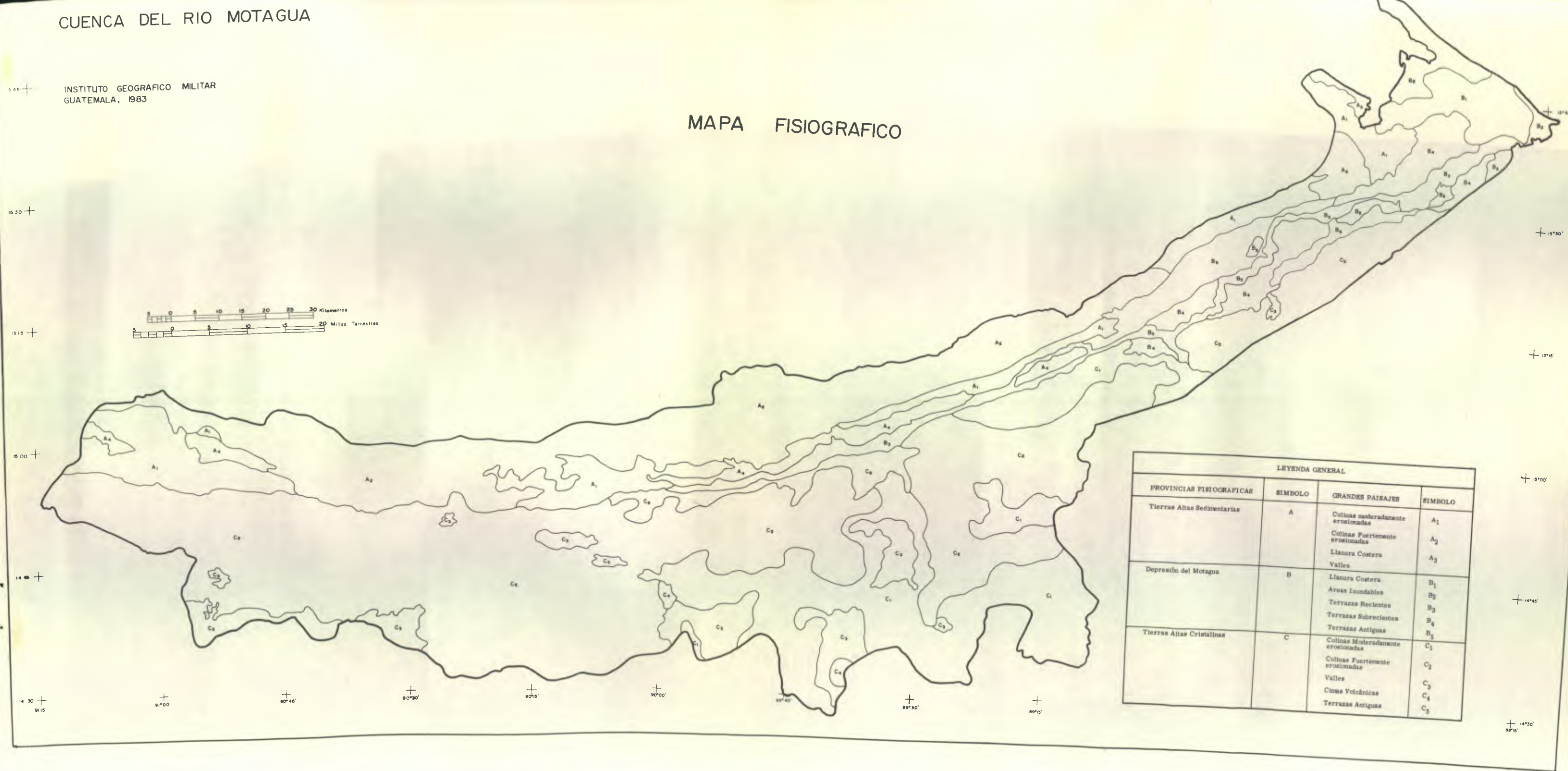


Figura 3. Mapa Fisiográfico

4.1.3 Geología : (*)

La formación geológica de la cuenca del río Motagua se clasifica de la siguiente manera:

Tierras altas sedimentarias: El material geológico de ésta región es fundamentalmente de rocas metamórficas sin dividir del paleozóico (filitas, esquistos cloróticos y granatíferos, gneises de cuarzo-mica, feldespatos, mármol y magmatitas), rocas volcánicas sin dividir del terciario, rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso del cuaternario, formaciones Río Dulce (caliza), Lacantún (capas rojas) y desempeño (conglomerados) del terciario superior oligoceno-mioceno, carbonatos neocomiano-campiano del cretáceo. Incluye también áreas de aluvión del cuaternario en la llanura costera.

Depresión del Motagua: El material geológico de ésta región está formado principalmente por aluvión del cuaternario, rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso del cuaternario y principalmente continentales del terciario superior oligoceno-plioceno. Incluye también material continental pero predominantemente las formaciones Cayo, Armas y Caribe del terciario oligoceno-plioceno. Es la zona deposicional de la cuenca.

Tierras altas cristalinas: El material geológico de ésta región está formado por rocas metamórficas sin dividir, filitas, esquistos cloróticos y granatíferos, gneises de cuarzo-mica, feldespatos, mármol y magmatitas con inclusiones de aluviones del cuaternario, así como rocas plutónicas sin dividir incluyendo granitos y dioritas de edad pérmica y terciaria. Incluye también tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos; rocas metamórficas sin dividir del paleozóico, carbonatos neocomiano-campiano ultrabásicos de edad desconocida. En los valles incluye aluvión cuaternario y cubiertas gruesas de cenizas pómez y rocas volcánicas sin dividir del terciario y del cretácico-eoceno por deposiciones del material arrastrado de las colinas adyacentes, las terrazas incluyen aluviones del cuaternario.

Geológicamente la cuenca del río Motagua es de gran importancia, ya que dentro de ella se encuentran varias fallas geológicas que han dado origen a una intensa actividad sísmica. La falla más importante es la llamada del Motagua, que atravieza la cuenca en su totalidad y que provoca un tipo de erosión de origen sísmico, la cual debiera tomarse en cuenta para futuros estudios más detallados sobre el tema (ver figura 4)

(*) División de Estudios Geográficos IGM, 1983 (documento no publicado)

15°45' +

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
GUATEMALA, 1983

MAPA GEOLOGICO

15°30' +

15°15' +

15°00' +

14°45' +

14°30' +

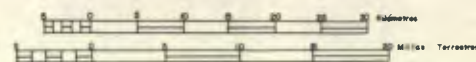
+ 15°30'

+ 15°15'

+ 15°00'

+ 14°45'

+ 14°30'



LEYENDA	
Qa	ALUVIONES CUATERNARIOS
Tsp	TERCIARIO SUPERIOR OLIGOCENO - PLIOCENO Predominantemente Continental.
Ksb	CRETÁCICO - EOCENO. Formación Subint. (capas rojas, predominantemente terciarias)
Ksd	CRETÁCICO. Carbonatos Neocomiano - Campanianos
Pc	PERMICO Formación Chobol (carbonatos)
Cpr	CARBONIFERO - PERMICO Grupo Santa Rosa (lutitas, areniscas, conglomerados y filitas).
Op	ROCAS ÍNEAS METAMÓRFICAS CUATERNARIO. Rellenos y cubiertas gruesas de ceniza pómez de origen diverso
Qv	CUATERNARIO Rocas Volcánicas. Incluyendo coladas de lava, material lahórico, tobas y edificios volcánicos
Tv	TERCIARIO Rocas volcánicas sin dividir predominantemente Mio Plioceno. Incluye tobas, coladas de lava, material lahórico y sedimentos volcánicos
T	Rocas plutónicas sin dividir. Incluyendo granitos y dioritos de edad pre-Permico, Cretácico y Terciario
U	Rocas ultrabásicas de edad desconocida. Predominantemente serpentinitas
Pzm	PALEOZOICO Rocas metamórficas sin dividir. Filitas, esquistos, cloritas y granulitos, esquists y gneissos de cuarzo-mica-feldespato, mármol y migmatitas
—	FALLA
*	CONO VOLCÁNICO

Figura 4 Mapa Geológico
Cuenca del Río Motagua

4.1.4 Morfometría:

Para la cuenca del río Motagua se determinaron los siguientes parámetros morfométricos:

El área total de la cuenca es de 15,190.00 kilómetros cuadrados. Está compuesta por dos sub-cuencas: la sub-cuenca del río Motagua ($12,719.00 \text{ km}^2$) y la sub-cuenca del río Grande de Zacapa ($2,471.00 \text{ km}^2$).

El perímetro de la cuenca es de 972.5 kilómetros y la longitud máxima del cauce principal es de 417.5 kilómetros, comprendida desde la divisoria de la cuenca hasta la desembocadura en el Mar Caribe. La longitud de todos los afluentes de diferente orden es de 1,417.5 kilómetros. La longitud de todas las corrientes representa en sí una medida de la extensión de la cuenca y un índice de la facilidad de evacuación.

El radio de elongación de la cuenca es de 0.33, el cual se define como el cociente entre el diámetro de un círculo de área igual al área total de la cuenca en kilómetros y la longitud máxima del cauce principal también en kilómetros. El radio de elongación da una idea de la forma de la cuenca; cuando es alargada su valor varía entre 0.1 a 0.4 y cuando es más redonda se aproxima a la unidad (1.0).

La máxima elevación en el perímetro de la cuenca es de 3,315.00 metros sobre el nivel medio del mar; la elevación mínima es de 0.00 metros sobre el nivel medio del mar el cual está situado en la desembocadura.

El coeficiente de relieve es un factor que guarda estrecha relación con la erosión, ya que es una medida de la inclinación de la cuenca y que se define como la relación entre la diferencia de elevación entre el punto más alto del perímetro de la cuenca y la desembocadura o estación de aforo, y la longitud máxima del cauce principal. En la cuenca del río Motagua éste valor calculado es de 0.008, el cual es un valor bajo comparado con el de otras cuencas.

4.1.5 Suelos:

Dentro de la cuenca del río Motagua se han encontrado según el sistema de Simmons y Tárano (*), cincuentinueve series de suelos, de los cuales los de mayor importancia son los que se describen a continuación:

(*) Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, IAN, 1959.

- Suelos Acasaguastlán: (381.49 km² - 2.51%) Son suelos poco profundos de color café rojizo que se han desarrollado sobre roca serpentina en el este central de Guatemala. Se encuentran en sitios semi-áridos o húmedos-secos a altitudes entre 300 a 900 msnm con altas temperaturas; son los suelos más pobres de Guatemala y rara vez son cultivados, aunque en la mayoría se usan para potreros. Casi todas las áreas tienen una delgada capa de pasto y algo de cactus, pero también se encuentran arbustos xerofíticos y pinos achaparrados. Están asociados con y tienden a los suelos Sholanimá y Guapinol. El perfil del suelo es franco arcilloso friable y son terrenos fuertemente erosionados.
- Suelos Civijá: (350.41 km² - 2.31%) Suelos profundos y bien drenados, desarrollados sobre esquistos en un clima húmedo, relieves ondulados a fuertemente inclinados a altitudes entre 900 a 1,900 msnm en el este central de Guatemala, particularmente en la Sierra de las Minas. Están asociados a los suelos Marajumá, Telemán y Sholanimá. Se asemejan a los suelos Gaxcho que se han desarrollado más al sur. La vegetación está compuesta de pinos, pero también están incluidos encinos, - árboles resiníferos y maleza. La mayor parte del área es inaccesible y no está cultivada, pero en algunas si lo está con maíz y una cantidad muy pequeña de café.
- Suelos Chol: (1,280.21 km² - 8.40%) Suelos poco profundos y excesivamente drenados de color café rojizo, desarrollados sobre esquisto en clima seco a húmedo-seco. Ocupan relieves inclinados a elevaciones medias entre la parte central de Guatemala. Están asociados a los suelos Marajumá, Civijá y Acasaguastlán, pero mucho menos profundos. Se asemejan a los suelos Sacapulas y la cubierta vegetal más común son pinos en bosques abiertos con grama delgada.
- Suelos Gaxcho: (1,006.85 km² - 6.63%) Suelos profundos y bien drenados, desarrollados sobre esquistos o esquistos arcillosos en clima húmedo y cálido; relieves escarpados a elevaciones medias, en la mayoría de lugares a elevaciones menores a los 1,200 msnm al este de Guatemala. Casi no hay piedras en el suelo y en la superficie. Están asociados a los suelos - Capucal y Tahuiní. Tienen vegetación densa de especies decíduas y se asemejan a los suelos Telemán del Valle del Polochic.

- Suelos Inca: (1,022.00 km² - 6.73%) Son suelos aluviales poco profundos y mal drenados, desarrollados en un clima cálido y húmedo; relieves planos a elevados bajos al este de Guatemala. Se asemejan a los suelos Polochic y la vegetación natural es de bosque alto con maleza baja y densa.
- Suelos Jalapa: (874.47 km² - 5.76%) Suelos poco profundos excesivamente drenados de color claro, desarrollados sobre cenizas volcánicas cementadas o tobas en un clima seco y húmedo-seco y cálido. Relieves inclinados a altitudes medianas en el sureste de Guatemala. Están asociados a los suelos Tahaití y Jilotepeque. La vegetación natural es abierta de pinos con cubierta de pastos.
- Suelos Marajumá: (706.31 km² - 4.65%) Suelos poco profundos y bien drenados, desarrollados sobre esquistos en clima húmedo-seco. Relieves inclinados a altitudes medianas. Están asociados a los suelos Chol y se asemejan a los suelos Civijá, Telemán, Tahuití, Gaxcho y Chol. La vegetación consiste en bosques deciduos mezclados con pino e incluyen liquidámbar y encino.
- Suelos Quiché: (517.27 km² - 3.41%) Suelos poco profundos y bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea firmemente cementada en clima húmedo-seco relativamente templado. Relieves ondulados a inclinados en altitudes entre 1,200 a 2,100 msnm. Asociados con muchos suelos pero generalmente con los Patzité y Sinaché. Las áreas de los suelos Quiché incluyen áreas de suelos Sinaché, Chixocol, Guatemala, Suelos de Valles no diferenciados y aluviales no diferenciados. La vegetación natural es de bosques abiertos de encino y pino con una cubierta de pastos.
- Suelos Subinal: (915.46 km² - 6.03%) Son suelos poco profundos excesivamente drenados y desarrollados sobre caliza en un clima cálido-seco a húmedo-seco. Declives inclinados a altitudes medianas y están asociados a los suelos Sansare y Chol. La vegetación natural es de bosques deciduos y matorrales, pero gran parte del área ha sido limpiada y sembrada con maíz.
- Suelos de Valles: (806.32 km² - 5.31%) Son una clase de terreno que describe a los grandes valles, en los cuales ningún tipo de suelo es dominante en lo que respecta al terreno o

a la agricultura. Incluyen una variedad amplia de clases de material madre, tipos de suelo é inclinación. En casi todos el material ha sido transportado y depositado por el agua. Areas casi planas y convenientes para la agricultura mecanizada, pero tambien incluyen áreas pendientes muy inclinadas en muchos lugares, por ejemplo al sur de Chiquimula. Al oriente de la república estos terrenos constituyen la parte principal del terreno arable de la región.

- Suelos Zacapa: (374.96 km² - 2.47%) Suelos poco profundos y bien drenados, desarrollados sobre rocas de granito y gneis intemperizado en un clima cálido-seco. Relieves de pendientes inclinadas a moderadamente inclinadas en altitudes bajas-medianas. Están asociados a los suelos Chol y Jigua. La cubierta vegetal consiste de maleza abierta con gran cantidad de cactus, pero tambien algunas áreas están forestadas y otras se usan para potreros.

De los tipos de suelos descritos anteriormente, debe decirse que poseen un alto grado de peligro a la erosión, excepto el caso de los suelos Inca, los cuales tienen un bajo peligro a la erosión. (ver figura 5 y cuadro 2)

Por otro lado, según la clasificación de Soil Taxonomy USDA (*), dentro de la cuenca del río Motagua se enmarcan nueve clases taxonómicas de suelos, de las cuales las de mayor importancia son:

Dystrandepts	4,799.63 km ²	31.60%
Ustrodepts	2,049.50 km ²	13.69%
Haplumbrepts	3,984.62 km ²	26.23%

Esta clasificación incluye además la diferenciación textural y factores limitantes para el uso de éstos suelos. (ver figura 6 y cuadro 3)

4.1.6 Ecología:

Según la zonificación ecológica de L. Holdridge (**), en el área de la cuenca del río Motagua existen diez zonas de vida. Este amplio número de formaciones ecológicas nos dá una idea de la complejidad y composición florística que posee toda el área. (ver figura 7 y cuadro 4)

(*) Soil Taxonomy Basic System of Soil Clasification for Making and Interpreting Soil Surveys. USDA, 1973.

(**) Zonificación Ecológica de América Central, Turrialba, C.R. ICAITI, 1959.

SERIES DE SUELOS DE SIMMONS

Figura 5 Mapa de Series de Suelos
Cuenca del Río Motagua

CUADRO 2 CLASIFICACION DE SUELOS DE LA CUENCA DEL RIO MOTAGUA

No.	SERIES	NOMBRE	AREA	%	No.	SERIE	NOMBRE	AREA	%
1	Ab	Altombrán	316.99	2.09	32	Mj	Marajuma	706.31	4.65
2	Ac	Acasagustlán	381.49	2.51	33	Mn	Manabique	212.29	1.40
3	Ae	Alzatate	122.20	0.80	34	Mr	Morán	73.90	0.49
4	AF	Areas Fragosas	231.87	1.53	35	Oq	Oquén	40.21	0.26
5	As	Ansay	25.59	0.17	36	Pi	Pinula	350.94	2.31
6	Ci	Civijá	350.41	2.31	37	Po	Poaquil	30.81	0.20
7	Cm	Camanchá	236.83	1.56	38	Pz	Patzité	116.98	0.77
8	Cq	Cauqué	313.60	2.06	39	Qi	Quiché	517.27	3.41
9	Ct	Cristina	16.71	0.11	40	Qr	Quiriguá	229.00	1.51
10	Cul	Culma	46.48	0.31	41	SA	Suelo Aluvial no diferenciado	57.18	0.38
11	Cha	Chacalté	271.30	1.79	42	Sa	Sacapulas	73.63	0.48
12	Chc	Chacón	33.47	0.23	43	Si	Sinaché	219.50	1.45
13	Chg	Chol	1280.21	8.40	44	Sl	Samalá	26.11	0.17
14	Chj	Chicaj	130.03	0.86	45	Slq	Samalá fase pendiente	151.97	1.00
15	Chn	Chinautla	131.34	0.86	46	Sn	Sholania	132.12	0.87
16	Chp	Champona	224.04	1.47	47	Ss	Sansare	337.88	2.22
17	Chr	Chuarrancho	279.39	1.84	48	St	Setal	14.10	0.10
18	Chu	Chuctal	13.84	0.09	49	SV	Suelo de Valles	806.32	5.31
19	Chx	Chixocol	49.87	0.33	50	Sub	Subinal	915.46	6.03
20	Ga	Gaxcho	1006.85	6.63	51	Ta	Tahuainí	236.83	1.56
21	Gl	Guapinol	56.40	0.37	52	Te	Telemán	81.73	0.54
22	Gt	Guatemala	238.92	1.57	53	Tc	Tecpán	78.86	0.52
23	Gtp	Guatemala fase pendiente	121.94	0.80	54	Tm	Tamahú	228.47	1.50
24	Gu	Guija	24.02	0.16	55	To	Toltec	36.82	0.24
25	In	Inca	1022.00	6.73	56	Tp	Totonicapán	68.41	0.45
26	Jg	Jiguá	337.10	2.22	57	Za	Zacapa	374.96	2.47
27	Ji	Jilotepeque	253.02	1.67	58	Zc	Zacualpa	151.71	1.00
28	Jl	Jalapa	874.47	5.76	59	Zr	Zarzal	101.57	0.67
29	Ju	Jubuco	104.18	0.69					
30	Mg	Mongoy	264.77	1.74					
31	Mi	Mita	57.97	0.38					

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
GUATEMALA, 1983

MAPA DE SUELOS



Figura 6 Mapa Taxonómico de Suelos
Cuenca del Río Motagua

CLASIFICACION TAXONOMICA DE SUELOS, CUENCA RIO MOTAGUA

CLASIFICACION	SIMBOLO	TEXTURA	SIMBOLO
CUARZIPSAMMENTS	1	FINA	A
DYSTRANDEPTS	2	MEDIA	B
EUSTRANDEPTS	3	GRUESA	C
HAPLUMBREPTS	4	FACTORES LIMITANTES	SIMBOLO
TROPAQUEPTS	5		
UDORTHENTS	6		
USTROPEPTS	7	PENDIENTE TEXTURA NIVEL FREATICO PROFUNDIDAD PEDREGOSIDAD EROSION ROCOSIDAD	P
USTERTS	8		T
USTIFLUVENTS	9		W
			Pr
			Pe
			E
		R	

CUANTIFICACION		
	AREA (KM ²)	%
3-B/P+E	746.25	4.92
7-A/P+T+Pr+E	524.50	3.45
2-B/P+E	4,799.63	31.60
4-B/T+W+E	32.50	0.21
7-A/T+PR	337.25	2.22
5-B/W	404.75	2.67
1-C/T+W	226.50	1.49
9-A/T+W+Pe	477.00	3.14
5-A/T+W	512.00	3.37
5-A+B/T+W	410.75	2.70
7-A+B/P+T+Pr+E	2,049.50	13.69
4-B/P+T+Pe+E	3,984.62	26.23
2-A/T+Pe+R	463.74	3.05
6-C/P+T+Pr+Pe+E+R	21.25	0.14
8-A/T+PR+E	200.75	1.32
	15,190.00	100

- Monte Espinoso sub-tropical: (me-S) En ésta zona de vida - las condiciones climáticas están representadas por días claros la mayor parte del año y una escasa precipitación. La relación de evapotranspiración potencial se estima alrededor de 2.5. Su uso agrícola sólo es posible con regadío y los cultivos principales son: chile, maíz, tomate, tabaco, melón y sandía. Abarca un área de 890.13 km^2 (5.86%) desde la aldea El Júcaro cruzando hacia la Fragua, Zacapa hasta llegar a Chiquimula.

- Bosque seco sub-tropical: (bs-S) En ésta zona los días son claros y soleados durante los meses que no llueve y parcialmente nublados de enero a abril. La época de lluvias corresponde especialmente durante los meses de junio a octubre en que llegan a ser la precipitación más importante en ésta región. La biotemperatura media anual aproximadamente es entre 19° y 24° centígrados y la relación de evapotranspiración potencial es alrededor de 1.5. La vegetación está constituida de frutales y especies maderables. El uso de la tierra en los terrenos con riego produce rentablemente caña de azúcar, frijol, ajonjolí, maní, melón, sandía, tomate, chile, yuca, etc. Los terrenos inclinados son pobres y deben protegerse contra la erosión. Abarca una franja angosta que rodea el monte espinoso en el valle del Motagua desde las ruinas de Mixco Viejo hasta el río Lobo, baja hacia el sur por el valle de Chiquimula. Abarca una extensión de $2,280.02 \text{ km}^2$ (15.01%).

- Bosque húmedo sub-tropical templado: (bh-S(t)) Esta zona - va desde Joyabaj pasando por San Raymundo hasta la meseta central, luego sigue hasta Jalapa y Chiquimula, hasta llegar a el Florido frontera con Honduras. Las lluvias más frecuentes ocurren de mayo a noviembre, variando de intensidad según la situación orográfica. La biotemperatura es alrededor de los 20° a 26° centígrados. La relación de evapotranspiración potencial es alrededor de 1.0. Abarca una extensión de $5,763.09 \text{ km}^2$ (37.94%).

- Bosque muy húmedo sub-tropical frío: (bmh-S(f)) Esta zona comprende una franja angosta que viene de la cumbre de Santa Elena, bordea la Sierra de las Minas por un lado y por el otro sigue rumbo a la cumbre de El Chól en Baja Verapaz. Las lluvias son de igual duración que la zona anterior lo que influye en la vegetación. La biotemperatura es aproximadamente entre 16° y 23° centígrados. La relación de evapotranspiración potencial es alrededor de 0.50. Esta formación se utiliza para la agri-

cultura y explotación de bosques, también se cultiva maíz y frijol tradicionalmente, café, cardamomo, árboles frutales y aguacate, pastos criollos en pequeña escala. Abarca una extensión de 464.81 km² (3.06%)

- Bosque muy húmedo sub-tropical cálido: (bmh-S(c)) Esta zona comprende parte del departamento de Izabal. Las condiciones climáticas son variables por la influencia de los vientos. El régimen de lluvias es de mayor duración influyendo mucho en la composición vegetal del área. La biotemperatura es del rango entre 25° y 27° centígrados, la relación de evapotranspiración potencial es alrededor de 0.45. Los cultivos principales de esta región son: banano, hule, arroz, caña de azúcar y maíz. La ganadería ocupa un lugar importante en esta formación. Abarca 1,970.14 km² (12.97%).

- Bosque húmedo Montano Bajo sub-tropical: (bh-MB) Comprende una franja desde Mixco, dirigiéndose al noroeste pasando por San Juan, San Pedro y San Lucas Sacatepéquez, Chimaltenango, San Martín Jilotepeque, Zaragoza, Santa Cruz Balanyá, San José Poaquil, Chichicasterango y Santa Cruz del Quiché. El patrón de precipitación tiene un promedio de 1,344 mm. La biotemperatura es alrededor de 15° a 23° centígrados y la relación de evapotranspiración potencial es de 0.75. El uso apropiado para esta zona es agro-forestal, ya que los terrenos planos se pueden usar para producción de maíz, frijol, trigo, hortalizas y frutales de zona templada. Los terrenos accidentados se deben usar para mantenimiento del bosque para consumo local, ya que las existencias son limitadas especialmente por la densidad de población. Abarca una superficie de 1,777.23 km² o sea el 11.70% del total.

- Bosque muy húmedo Montano Bajo sub-tropical: (bmh-MB) Comprende una franja pasando por Patzún y Tecpán que se separa en Los Encuentros. Es una zona de precipitación promedio de 2,730 mm. La biotemperatura es alrededor de 12.5° a 18.6° centígrados y la relación de evapotranspiración potencial es de 0.35. El uso apropiado es combinado de agricultura y bosque. Los cultivos limpios principales son: trigo, maíz, papa, haba, hortalizas y frutales. El bosque debe ser manejado cuidadosamente por la alta densidad de población ya que el terreno es muy susceptible a la erosión. Cubre una extensión de 350.89 km² o sea 2.31% de toda la cuenca.

- Bosque pluvial Montano Bajo sub-tropical: (bp-MB) Comprende un área pequeña pasando por la parte alta de la Sierra de las Minás. La precipitación sobrepasa los 4,100 mm y la biotemperatura es alrededor de los 19°centígrados. La relación de evapotranspiración potencial es alrededor de 0.25. La vegetación de ésta región es muy importante como lo son los bosques como reguladores del escurrimiento. Abarca una extensión de 294.69 km² (1.94%).
- Bosque muy húmedo tropical: (bmh-T) Esta formación se observa en Izabal desde la montaña del Mico hasta Puerto Barrios. Las condiciones climáticas son muy variables é iguales a las de la zona de bosque muy húmedo sub-tropical cálido, por la influencia de los vientos. El régimen de lluvias también es de mayor duración. La biotemperatura es aproximadamente entre 25° y 27°centígrados y la relación de evapotranspiración potencial es alrededor de 0.45. La vegetación natural es de variada composición florística. Esta zona ecológica se encuentra en estudio, ya que no ha sido definida exactamente. Comprende una superficie de 1,371.66 km² o sea 9.03%.
- Bosque muy húmedo Montano (bmh-M): Comprende una faja - que va desde el volcán de Tajumulco. llega a San José Ojetenán hasta el volcán Tacaná en San Marcos. En la parte alta de los Cuchumatanes adelante de Paquix rumbo a San Juan Ixcay y San Mateo Ixtatán en Huehuetenango. Por ser zonas un poco apartadas no se dispone de datos climatológicos, pero se estima una precipitación total anual de 2,500 mm, biotemperatura de 11°centígrados y una relación de evapotranspiración potencial alrededor de 0.30. La vegetación natural predominante es de bosques de coníferas. El uso más indicado es el manejo y aprovechamiento de bosques y el incremento de los mismos. Abarca una extensión de 27.34 km² equivalentes al 0.18 de toda la cuenca.

4.1.7 Hidrografía:

El río Motagua también llamado Grande, en su gran recorrido recibe muchos afluentes, pero el principal es el Río Grande de Zacapa, el cual a su vez recibe las aguas de los ríos San José, Shutaque y Camotán. El río San José recibe las aguas del río Colima y el río Camotán recibe las aguas de los ríos Mapá, Jupilingo, Copán y Playón, éstos dos últimos provenientes de Honduras.

CUADRO 4. ZONAS DE VIDA DE LA CUENCA DEL RIO MOTAGUA

Zona	Nombre	Area Km ²	%
me-S	Monte espinoso sub-tropical	890.13	5.86
bs-S	Bosque seco sub-tropical	2,280.02	15.01
bh-S (t)	Bosque húmedo sub-tropical (templado)	5,763.09	37.94
bmh-S(f)	Bosque muy húmedo sub-tro- pical (frío)	434.81	3.06
bp-MB	Bosque Pluvial Montano Bajo	294.69	1.94
bh-MB	Bosque húmedo Montano Bajo	1,777.23	11.70
bmh-MB	Bosque muy húmedo Monta- no Bajo	350.89	2.31
bmh-S(c)	Bosque muy húmedo sub- tropical (cálido)	1,970.14	12.97
bmh-T	Bosque muy húmedo tropi- cal	1,371.63	9.03
bmh-M	Bosque muy húmedo Montano	27.34	0.18

CUENCA DEL RIO MOTAGUA

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
GUATEMALA, 1983

MAPA DE ZONAS DE VIDA VEGETAL



CODIGO	LEYENDA
me-S	Monte Espinoso Sub-tropical
bs-S	Bosque Seco Sub-tropical
bh-S(t)	Bosque Húmedo Sub-tropical (Templado)
bmh-S(t)	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical (Frio)
bp-MB	Bosque Pluvial Montano Bajo
bh-MB	Bosque Húmedo Montano Bajo
bmh-MB	Bosque Muy Húmedo Montano Bajo
bmh-S(c)	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical (Cálida)
bmh-T	Bosque Muy Húmedo Tropical
bmh-M	Bosque Muy Húmedo Montano

FUENTE: Rana de la Cruz, Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala, junio 1976

Figura 7 Mapa de Zonas de Vida Vegetal
Cuenca del Río Motagua

En la rívera norte el río Motagua recibe las aguas de los ríos Hato, Huijó, La Palmilla, Teculután y San Francisco. En la rívera sur recibe las aguas de los ríos Pixcayá, El Tambor, San Vicente, Lajillal, Managuá, Chinamito, Lobos, Animas y Negro. Además fluyen numerosos ríos, riachuelos y quebradas de corrientes continuas é intermitentes. (ver figura 8).

4.1.8 Topografía:

La cuenca del río Motagua presenta una gran variedad de accidentes topográficos que, como agentes de la erosión favorecen é incrementan la producción de sedimentos. Es así como encontramos que dentro del área existen terrenos quebrados, escarpados, ondulados y planos, los cuales muestran un paisaje muy diverso en toda la región. El cuadro 5 muestra la distribución de pendientes dentro de la cuenca:

CUADRO 5 . DISTRIBUCION DE PENDIENTES EN LA CUENCA DEL RIO MOTAGUA

nivel	pendiente	área (km ²)	%
A	0% a 8%	3,066.86	20.19
B	8% a 16%	2,210.15	14.55
C	16% a 32%	2,359.01	15.53
D	más de 32%	7,353.98	49.73

Como puede observarse en el cuadro anterior, las áreas con mayor pendiente que presentan alto peligro a la erosión, comprenden una extensión de 9,712.99 kilómetros cuadrados o sea el 65.26% de toda la cuenca; por lo que se puede interpretar que la pendiente es uno de los factores que más afectan la producción de sedimentos en la cuenca, ya que como se ha visto, corresponden éstas áreas a terrenos descuidados y de cubierta vegetal muy reducida para la protección del suelo. (ver figura 9)

4.1.9 Uso actual de la tierra: (*)

Dentro de la cuenca del río Motagua se encuentra una gran diversidad de usos que se le dan a la tierra. Esta información es de vital importancia, ya que nos muestra la forma de como está cubierta vegetalmente la cuenca en la actualidad (ver figura 10 y cuadro 6).

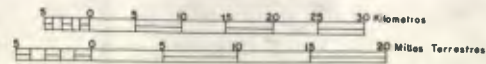
(*) División de Estudios Geográficos IGM, 1983.

CUENCA DEL RIO MOTAGUA

15°45' +

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
GUATEMALA, 1983

MAPA HIDROLOGICO



15°30' +

15°15' +

15°00' +

14°45' +

14°30' +
91°15'

+
91°00'

+
90°45'

+
90°30'

+
90°15'

+
90°00'

+
89°30'

+
89°15'

+
89°00'

+
88°30'

+
88°15'

14°30'

+ 15°30'

+ 15°15'

+ 15°00'

+ 14°45'

Figura 8 Mapa Hidrológico

18°45' +

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
GUATEMALA, 1983

MAPA DE PENDIENTES

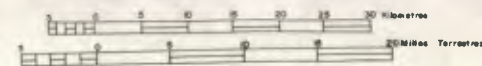
18°30' +

18°15' +

18°00' +

17°45' +

17°30' +



18°30' +

18°15' +

18°00' +

17°45' +

17°30' +

LEYENDA

A	DE 0 A 8%
B	DE 8 A 16%
C	DE 16 A 32%
D	MAYORES DE 32%

Figura 9 Mapa de Pendientes
Cuenca del Río Motagua

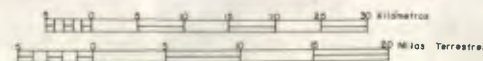
16°45'

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
GUATEMALA, 1983

MAPA DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA

16°30'

16°15'



16°00'

15°45'

15°30'

16°00'

16°05'

16°10'

16°15'

16°20'

16°25'

16°30'

16°35'

16°40'

16°45'

LEYENDA GENERAL

1. Urbano y Construido
2. Cultivos
 - 2.1 Cultivos Anuales
 - 2.1.1 Maíz
 - 2.1.2 Algodón
 - 2.1.3 Trigo
 - 2.1.4 Otros Cultivos
 - 2.2 Cultivos Permanentes y Semi-permanentes
 - 2.2.1 Arboles Frutales
 - 2.2.2 Café
 - 2.2.3 Caca de Azúcar
 - 2.2.4 Hule
 - 2.2.5 Banano
 - 2.2.6 Otros Cultivos
- 2.3 Cultivos con Riego
- 2.4 Tierras en Preparación
3. Pastos
 - 3.1 Pastos Cultivados
 - 3.2 Pastos Naturales
4. Bosques
 - 4.1 Bosques Densos
 - 4.1.1 Coníferos
 - 4.1.2 Latifoliales
 - 4.1.3 Misto
 - 4.1.4 Manglar
 - 4.2 Bosques Dispersos
 - 4.2.1 Coníferos
 - 4.2.2 Latifoliales
 - 4.2.3 Misto
 - 4.2.4 Manglar
 - 4.3 Bosques Bajo o Mortuor
5. Tierras Húmedas
 - 5.1 Pantanos
 - 5.2 Ciénegas
 - 5.3 Areas Inundables
6. Cuerpos de Agua
 - 6.1 Lagos
 - 6.2 Lagunas
 - 6.3 Ríos
 - 6.4 Mar
7. Tierras Improductivas
 - 7.1 Playas
 - 7.2 Lava o Rosas
 - 7.3 Area con escasa Vegetación
 - 7.4 Monte Espinoso
8. Suelos
 - 8.1 Suelos Mejorados
 - 8.2 Suelos no Mejorados

16°30'

16°15'

16°00'

15°45'

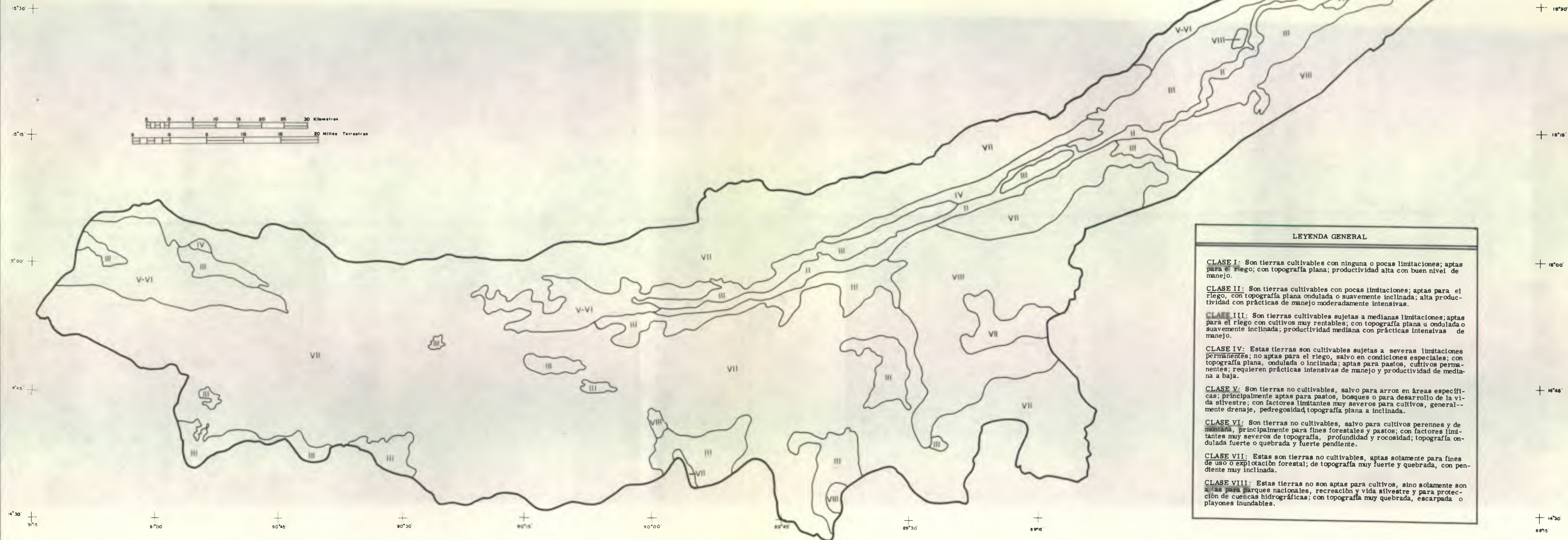
16°40'

16°45'

Figura 10 Mapa de Uso Actual de la Tierra
Cuenca del Río Motaqua

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
GUATEMALA, 1983

MAPA DE USO POTENCIAL



LEYENDA GENERAL

CLASE I: Son tierras cultivables con ninguna o pocas limitaciones; aptas para el riego; con topografía plana; productividad alta con buen nivel de manejo.

CLASE II: Son tierras cultivables con pocas limitaciones; aptas para el riego, con topografía plana ondulada o suavemente inclinada; alta productividad con prácticas de manejo moderadamente intensivas.

CLASE III: Son tierras cultivables sujetas a medianas limitaciones; aptas para el riego con cultivos muy rentables; con topografía plana u ondulada o suavemente inclinada; productividad mediana con prácticas intensivas de manejo.

CLASE IV: Estas tierras son cultivables sujetas a severas limitaciones permanentes; no aptas para el riego, salvo en condiciones especiales; con topografía plana, ondulada o inclinada; aptas para pastos, cultivos permanentes; requieren prácticas intensivas de manejo y productividad de mediana a baja.

CLASE V: Son tierras no cultivables, salvo para arroz en áreas específicas; principalmente aptas para pastos, bosques o para desarrollo de la vida silvestre; con factores limitantes muy severos para cultivos, generalmente drenaje, pedregosidad, topografía plana a inclinada.

CLASE VI: Son tierras no cultivables, salvo para cultivos perennes y de montaña, principalmente para fines forestales y pastos; con factores limitantes muy severos de topografía, profundidad y rocosidad; topografía ondulada fuerte o quebrada y fuerte pendiente.

CLASE VII: Estas son tierras no cultivables, aptas solamente para fines de uso o explotación forestal; de topografía muy fuerte y quebrada, con pendiente muy inclinada.

CLASE VIII: Estas tierras no son aptas para cultivos, sino solamente son aptas para parques nacionales, recreación y vida silvestre y para protección de cuencas hidrográficas; con topografía muy quebrada, escarpada o playones inundables.

CUADRO 6
USO ACTUAL DE LA TIERRA, CUENCA DEL RIO MOTAGUA

1) <u>URBANO Y CONSTRUIDO</u>				66.00 km ²	0.43%
2) <u>CULTIVOS</u>				1,884.00 km ²	12.40%
2.1 <u>Cultivos Anuales</u>			975.00	6.42%	
2.1.1 Maíz	948.00	6.24%			
2.1.2 Arroz	27.00	0.18%			
2.2 <u>Cultivos Permanentes y Semi-Permanentes</u>			502.00	3.30%	
2.2.1 Arboles Frutales	13.00	0.08%			
2.2.2 Café	229.00	1.51%			
2.2.3 Caña Azúcar	18.00	0.12%			
2.2.4 Hule	55.00	0.36%			
2.2.5 Banano	187.00	1.23%			
2.3 <u>Cultivos con Riego</u>			407.00	2.68%	
3) <u>PASTOS</u>				2,137.00 km ²	14.07%
3.1 <u>Pastos Cultivados</u>			859.00	5.67%	
3.2 <u>Pastos Naturales</u>			1,278.00	8.41%	
4) <u>BOSQUES</u>				9,208.00 km ²	60.62%
4.1 <u>Bosque Densó</u>			4,315.00	28.40%	
4.1.1 Coníferas	2,170.00	14.28%			
4.1.2 Latifoliadas	1,996.00	13.14%			
4.1.3 Mixto	142.00	0.83%			
4.1.4 Manglar	7.00	0.05%			
4.2 <u>Bosque Disperso</u>			2,231.00	14.69%	
4.2.1 Coníferas	1,356.00	8.93%			
4.2.2 Latifoliadas	612.00	4.03%			
4.2.3 Mixto	263.00	1.73%			
4.3 <u>Bosque Bajo</u>			2,661.00	17.52%	
5) <u>TIERRAS HÚMEAS</u>				64.00	0.42%
5.1 <u>Pantanos</u>			38.00	0.25%	
5.2 <u>Áreas Inundables</u>			26.00	0.17%	
6) <u>CUERPOS DE AGUA</u>				5.00	0.03%
7) <u>TIERRAS IMPRODUCTIVAS</u>				1,826.00	12.03%
7.1 <u>Tierras con escasa vege-</u> <u>tación</u>			264.00	1.74%	
7.2 <u>Monte Espinoso</u>			1,562.00	10.28%	
			T O T A L	15,190.00 km ²	100

4.2 ESTIMACION DE LA EROSION

4.2.1 Cobertura del estudio y estaciones hidrométricas base:

En el cuadro 7 se presentan las estaciones hidrométricas sobre las cuales se tuvo registro, así como su elevación, área de influencia y el porcentaje del área de influencia sobre el total de la cuenca.

CUADRO 7 ESTACIONES HIDROMETRICAS BASE - CUENCA DEL RIO MOTAGUA

Estación	Area (km ²)	%	Elevación (msnm)
El Tesoro	145.94	0.91	1,719.0
Concuá	2,593.50	16.31	607.0
Puente Orellana	5,802.88	36.49	265.0
Camotán	1,413.12	8.88	410.0
Morales	14,332.51	90.14	33.0

Puede observarse que el área de influencia sedimentaria de la estación Morales (14,332.51 km²) no corresponde al área total de la cuenca (15,190.00 km²), ya que ésta se encuentra en Morales, Izabal y ha sido tomada para éste estudio como estación de comparación con las otras cuatro situadas más arriba. Además el área de influencia sedimentaria de la estación Camotán comprende 609 km² dentro del territorio nacional y 804.12 km² se encuentran en territorio de Honduras. (ver figura 11)

4.2.2 Distribución de pendientes:

En el cuadro 8 se presenta la distribución de pendientes expresadas en kilómetros cuadrados dentro del área de influencia sedimentaria.

CUADRO 8 DISTRIBUCION DE PENDIENTES

Pendiente	El Tesoro	Concuá	Puente Orellana	Camotán	Morales
0% - 8%	91.34	331.68	548.55	9.75	1,449.61
8% - 16%	20.24	674.49	1,203.97	110.25	1,824.90
16% - 32%		354.85	987.40	154.75	2,141.01
más de 32%	33.52	1,231.55	3,062.96	334.25	7,484.48

Como puede observarse, la mayor cantidad de superficie corresponde a terrenos con pendientes mayores de 32% , excepto en El Tesoro en la cual es menor.

4.2.3 Textura del suelo:

En el cuadro 9 se presenta la distribución textural expresada en kilómetros cuadrados, dentro del área de influencia.

CUADRO 9 TEXTURA DEL SUELO

Textura	El Tesoro	Concuá	Puente Orellana	Camotán	Morales
fina	82.25	245.25	440.25		2,040.75
media	63.69	2,348.25	5,326.38	115.25	8,728.75
fina/media			22.00	493.75	2,110.50
gruesa			14.25		38.00

Como puede observarse, la mayor cantidad de superficie corresponde a suelos de textura fina y combinaciones de fina/media, - la cual es más susceptible a la erosión.

4.2.4 Cobertura Vegetal:

En el cuadro 10 se presenta el uso actual de la tierra en kilómetros cuadrados, que cubre el área de influencia.

CUADRO 10 COBERTURA VEGETAL

tipo	El Tesoro	Concuá	Puente Orellana	Camotán	Morales
Urbano		1.75	59.00		64.75
Cultivos	102.44	462.44	775.19	15.50	1,287.69
Pastos		10.75	192.25		843.75
Bosques	47.50	2,096.31	4,341.19	578.25	9,136.06
Tierras improductivas		22.25	438.25	15.25	1,585.75

Puede observarse que la mayor cantidad de superficie está cubierta de bosques, tierras improductivas y cultivos principalmente.

ESCALA GRAFICA

5 10 15 20 25 30 Kilometros

5 10 15 20 Millas



Figura 11 Mapa Hidrológico de Estaciones

4.2.5 Precipitación:

Para la cuenca del río Motagua se elaboró un mapa de isoyetas con valores de registro de 27 años. (ver figura 12). Para la década en estudio (1970-1980), se determinaron valores promedio de 41 estaciones pluviométricas situadas dentro del área tributaria. (ver cuadros 11 y 12) Es de hacer notar que el período en estudio mencionado corresponde a una escasa precipitación comparándolo con los años anteriores y posteriores.

4.2.6 Datos hidrométricos:

Esta información comprende los valores de descarga de sedimentos promedio anual, concentración de sedimentos promedio anual, caudal máximo promedio anual y caudal medio promedio anual (ver cuadros 13, 14, 15 y 16). Corresponde a los valores medidos en cada estación hidrométrica diariamente, de los cuales se ha determinado el promedio anual. Los valores de concentración de sedimentos se obtienen por medio del muestreador USD-48 y los valores de caudales por medio de molineo.

CUADRO 11 PRECIPITACION PROMEDIO ANUAL (MILIMETROS)
ESTACIONES HIDROMETRICAS BASE
CUENCA DEL RIO MOTAGUA

Año	El Tesoro	Concuá	Puente Orellana	Camotán	Morales
70-71	1,449.4	1,472.6	1,165.6	1,187.5	1,769.1
71-72	1,736.1	1,497.9	1,143.9	1,070.2	1,377.1
72-73	798.6	743.5	795.2	634.1	1,158.9
73-74	1,604.9	1,304.1	1,358.3	1,201.9	1,427.8
74-75	1,092.6	926.7	990.7	994.1	1,471.2
75-76	947.9	1,030.5	1,073.8	895.3	1,449.5
76-77	1,251.3	1,059.1	1,079.8	758.9	1,313.6
77-78	1,067.5	934.5	779.3	726.5	1,295.1
78-79	1,263.8	1,230.0	1,097.7	960.0	1,709.6
79-80	1,391.3	1,498.6	1,438.5	940.2	1,872.3

CUADRO 12 DIAS DE PRECIPITACION - ESTACIONES HIDROMETRICAS BASE - CUENCA DEL RIO MOTAGUA

Año	El Tesoro	Concuá	Puente Orellana	Camotán	Morales
70-71	132	119	109	98	148
71-72	133	116	117	95	110
72-73	109	86	92	66	120
73-74	152	126	124	111	136
74-75	120	98	100	91	130
75-76	120	109	105	91	136
76-77	119	103	95	74	132
77-78	109	105	89	76	120
78-79	138	118	104	96	146
79-80	149	114	104	86	112

CUADRO 13 CONCENTRACION DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION (MG/LT) ESTACIONES HIDROMETRICAS BASE CUENCA DEL RIO MOTAGUA

Año	El Tesoro	Concuá	Puente Orellana	Camotán	Morales
70-71		925	3,137	437	2,013
71-72	437	1,010	2,311	258	923
72-73	128	1,066	1,204	101	464
73-74	370	1,093	2,202	352	1,142
74-75	447	842	1,725	369	1,411
75-76	193	771	789	214	789
76-77		943	2,253	161	784
77-78		1,263	1,968	115	445
78-79		928	2,122	269	1,037
79-80		1,019	3,272	384	1,361

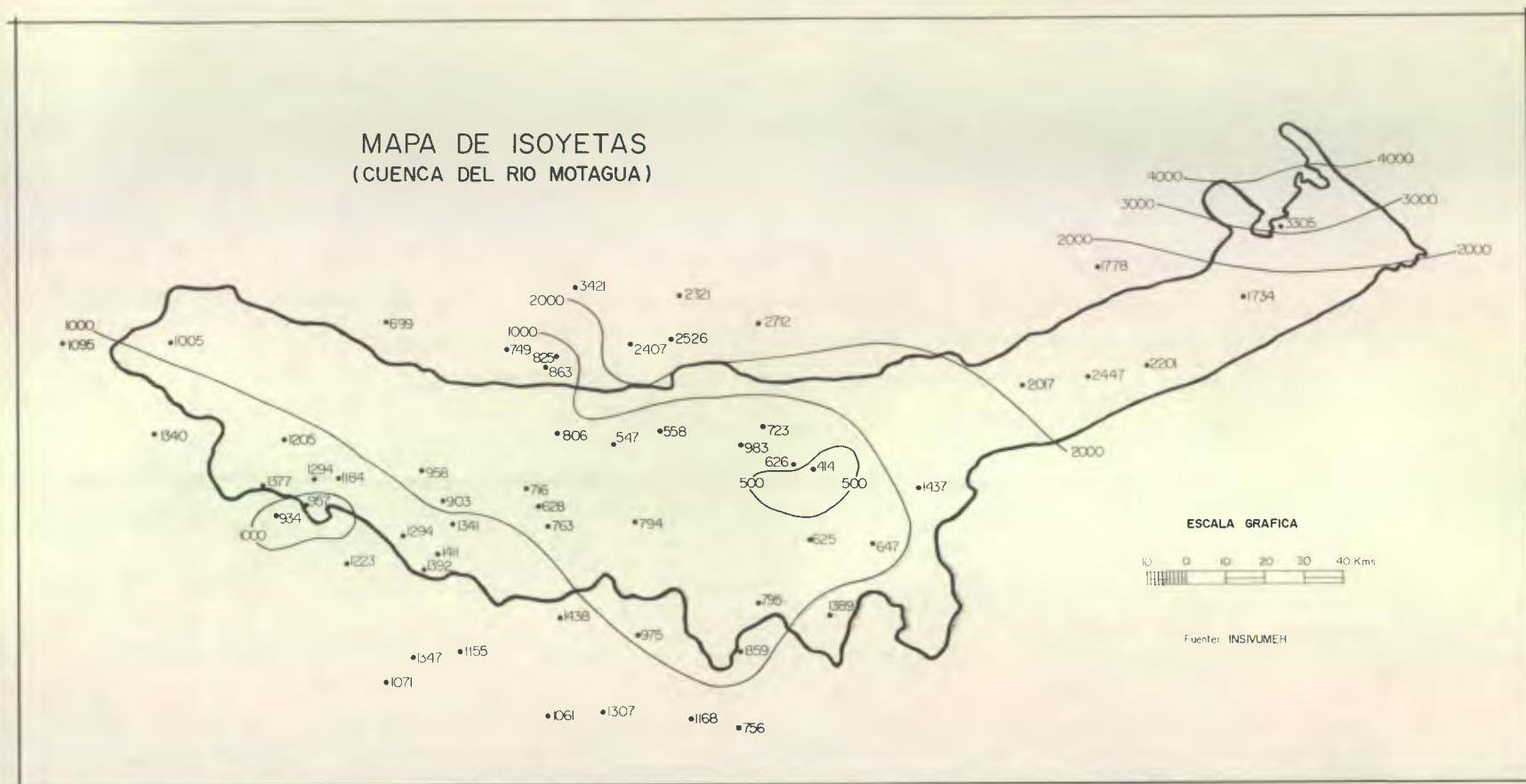


Figura 12 Mapa de Isoyetas
Cuenca del Río Motagua

CUADRO 14 DESCARGA DE SEDIMENTOS PROMEDIO ANUAL
(TONELADAS) ESTACIONES HIDROMETRICAS BASE
CUENCA DEL RIO MOTAGUA

Año	El Tesoro	Concuá	Puente Orellana	Camotán	Morales
70-71		173,774.4	1.590,047.5	92,917.2	3.959,389.2
71-72	1,905.4	130,401.2	917,127.1	35,258.0	897,717.0
72-73	318.2	75,775.8	117,078.6	4,278.8	182,465.1
73-74	1,573.9	106,654.8	741,889.2	55,805.8	1.096,264.1
74-75	1,661.7	68,220.5	314,571.8	57,600.4	1.434,608.4
75-76	746.0	73,689.3	599,464.1	23,197.8	599,464.1
76-77		89,895.7	658,905.1	13,483.0	529,074.9
77-78		103,723.2	1.070,362.7	9,783.3	202,062.1
78-79		86,626.9	694,255.1	32,160.6	1.189,960.5
79-80		100,993.8	2.909,496.6	61,215.3	1.808,600.4

CUADRO 15 CAUDAL MAXIMO PROMEDIO ANUAL (MT³/SEG)
ESTACIONES HIDROMETRICAS BASE
CUENCA DEL RIO MOTAGUA

Año	El Tesoro	Concuá	Puente Orellana	Camotán	Morales
70-71		120.22	214.46	95.94	527.00
71-72	2.10	88.90	167.92	58.73	356.36
72-73	1.15	55.53	90.55	40.95	244.53
73-74	2.51	57.55	164.65	83.55	448.56
74-75	2.86	44.54	92.59	89.35	526.29
75-76	1.60	65.21	119.83	66.05	345.16
76-77		62.67	133.73	52.83	329.83
77-78		101.46	166.01	36.46	233.37
78-79		56.89	141.09	80.11	397.33
79-80		79.13	369.31	94.70	564.88

CUADRO 16 CAUDAL MEDIO PROMEDIO ANUAL (MT³/SEG)
ESTACIONES HIDROMETRICAS BASE
CUENCA DEL RIO MOTAGUA

Año	El Tesoro	Concuá	Puente Orellana	Camotán	Morales
70-71		41.34	80.13	40.64	298.90
71-72	1.42	32.47	60.06	19.63	164.80
72-73	0.85	21.97	29.06	10.14	104.12
73-74	1.23	26.71	55.45	28.80	195.70
74-75	1.00	19.00	35.86	27.05	197.51
75-76	1.00	21.32	41.63	22.55	157.83
76-77		24.47	48.43	19.18	158.96
77-78		26.70	58.95	15.29	120.60
78-79		23.74	49.54	25.89	195.44
79-80		29.50	130.43	29.19	260.80

Por comparación de la cantidad de sedimentos medidos en la estación Morales, contra la suma de los sedimentos medidos en las demás estaciones, se infiere que el río Motagua ha tenido durante la década - 1970-1980, dos características importantes: erosión y sedimentación.

Fué altamente erosivo durante el período 70-71 y medianamente erosivo en los períodos 73-74, 74-75 y 78-79. Esto se infiere porque la cantidad de sedimentos que fueron encontrados en la estación Morales durante dichos períodos, fué mayor que la suma de las cantidades medidas en las demás estaciones río arriba.

Fué altamente sedimentario o deposicional durante los períodos 77-78 y 79-80, y medianamente sedimentario en los períodos 71-72, 72-73, 75-76 y 76-77. Durante éstos períodos la cantidad de sedimentos que se encontraron en la estación Morales, eran menores que en la suma de las demás estaciones. Con lo anterior se deduce, que gran cantidad de sedimentos se quedan a lo largo del cauce del río durante los períodos de deposición, obstruyendo los canales de riego que se encuentran en la zona más seca de la cuenca.(ver figura 13)

La concentración de sedimentos en suspensión es mayor en la estación Puente Orellana, debido a la gran cantidad de afluentes altamente erosivos y concentrados que llegan al cauce principal, donde el volumen de flujo es mayor y la velocidad de escurrimiento tiende a disminuir debido al cambio de pendiente. Este cambio brusco en la topografía del terreno, provoca que los sólidos se precipiten o acumulen en las orillas del río, cuando la velocidad ya no es lo suficientemente fuerte para arrastrarlos y transportarlos hasta el mar.

La precipitación ha influido en dos aspectos: por su frecuencia e intensidad afecta los valores de caudales máximos o crecidas; al mismo tiempo que por su duración afecta el volumen de escorrentía, dependiendo éste volumen de la naturaleza del sedimento y de la topografía del terreno, para finalmente determinar la distancia máxima de arrastre de los mismos. (ver figura 14).

La susceptibilidad a la erosión está en función al tipo de textura del suelo. Según éste análisis, se observa que el 83.43% del área de estudio de la cuenca del río Motagua, o sean 10,769.5 km², poseen suelos de textura fina o media, los cuales ofrecen muy poca resistencia a los efectos de la erosión y escorrentía superficial.

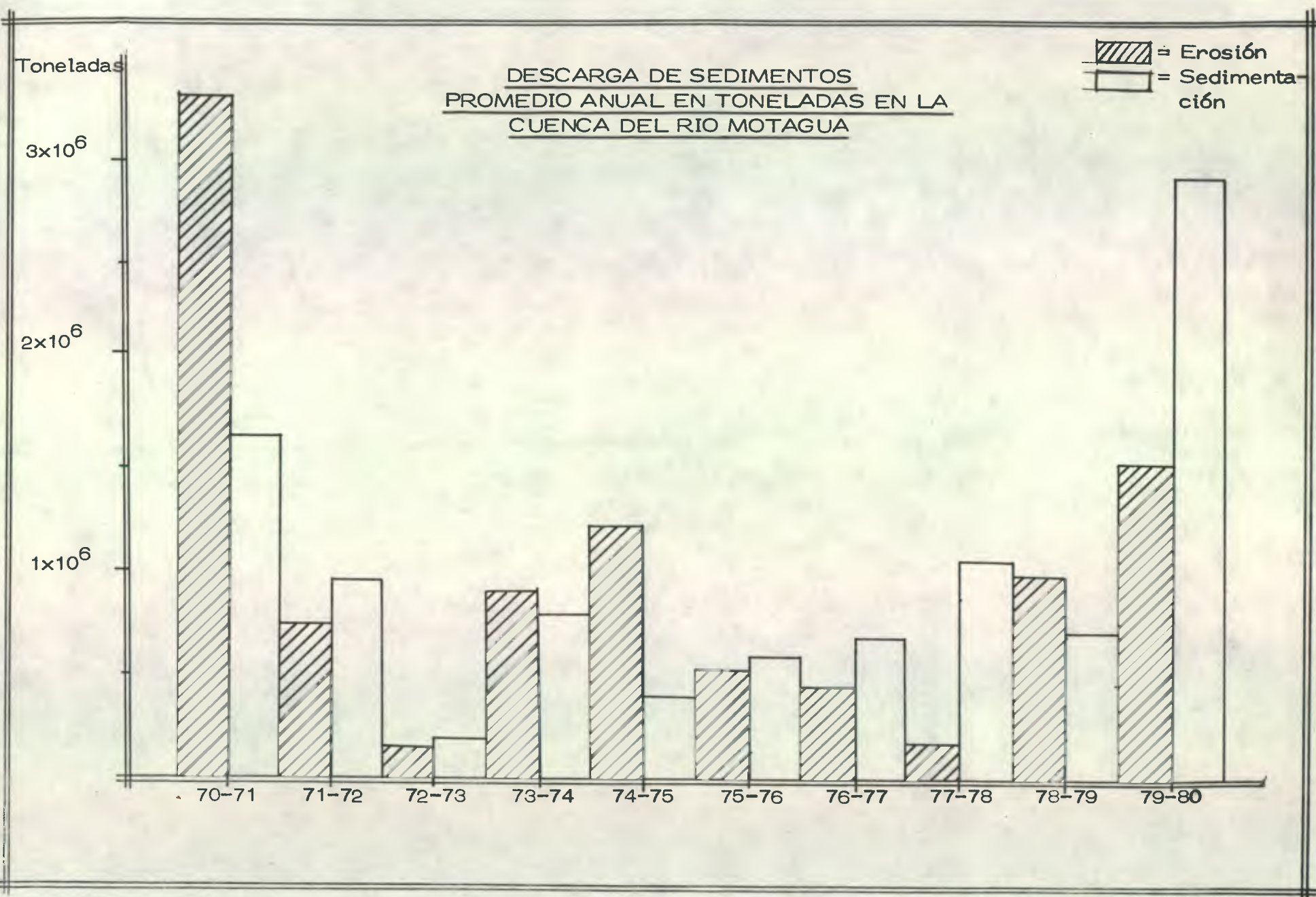


Figura 13: Descarga de sedimentos promedio anual. Cuenca del río Motagua (década 1970-1980)

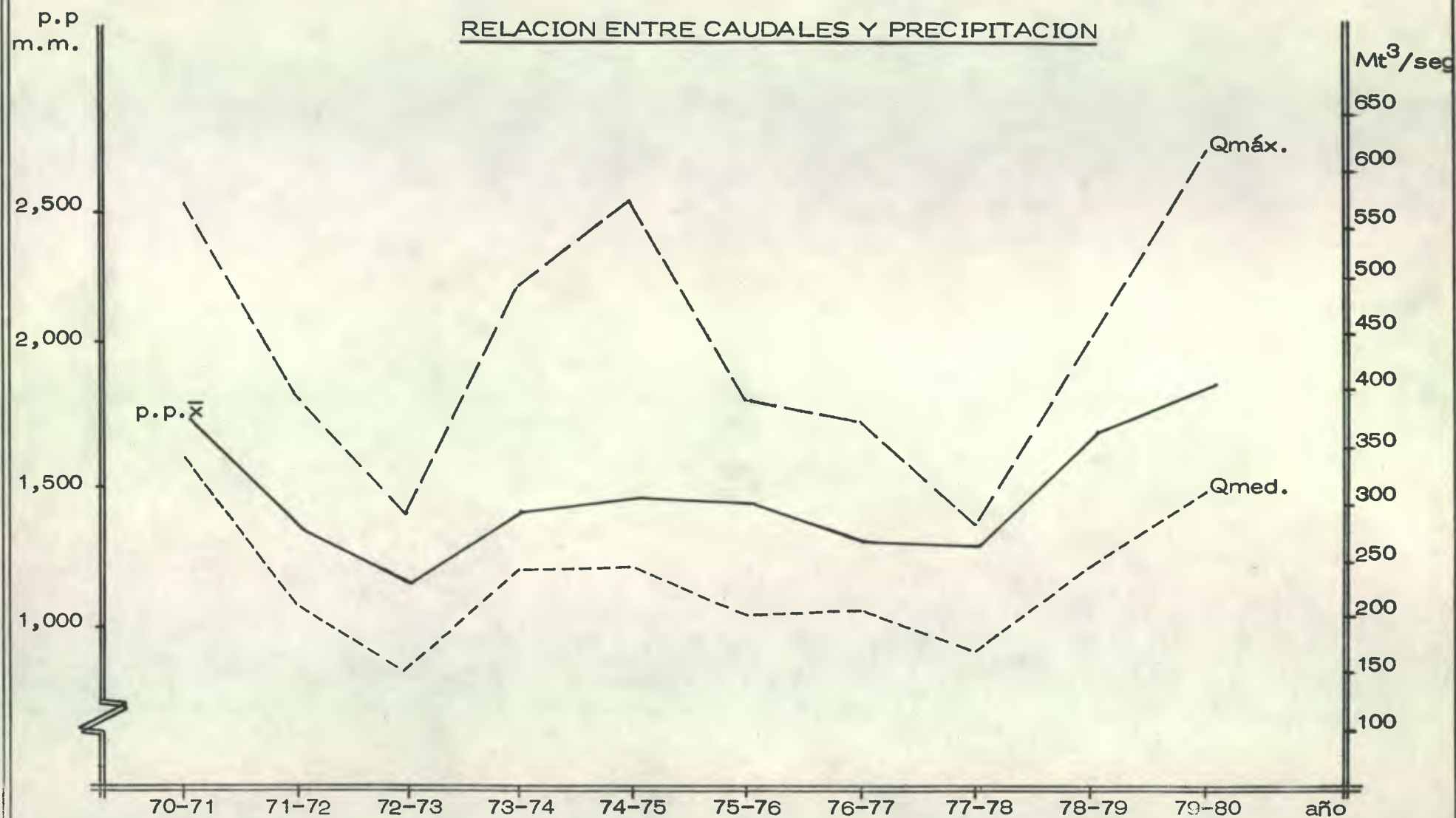


Figura 14: Relación entre caudales y precipitación. Cuenca río Motagua (década 1970-1980)

La cubierta vegetal es en la mayoría del área (70.82%) de bosques densos y dispersos; cultivos (9.98%) y de tierras desnudas consideradas improductivas (12.29%), las cuales presentan poca protección al suelo para la dispersión y disminución de la erosión y la escorrentía superficial, lo que provoca la pérdida del mismo. Un aspecto preocupante en este sentido, es la tendencia a la disminución y empobrecimiento del bosque como consecuencia de un inmoderado uso y al aumento de la densidad poblacional.

Según éste estudio, se estima que el suelo se ha erosionado anualmente durante la década 1970-1980, aproximadamente a razón de:

1970-1971	2,049.0 Toneladas/km ²
1971-1972	715.4 Toneladas/km ²
1972-1973	207.1 Toneladas/km ²
1973-1974	711.2 Toneladas/km ²
1974-1975	552.5 Toneladas/km ²
1975-1976	477.2 Toneladas/km ²
1976-1977	584.0 Toneladas/km ²
1977-1978	666.9 Toneladas/km ²
1978-1979	795.2 Toneladas/km ²
1979-1980	2,131.6 Toneladas/km ²

El tipo de erosión que presenta es principalmente del tipo surcos y -surcos-cárcavas en las zonas fuertemente erosionadas; y de laminar surcos en las moderadamente erosionadas.

El promedio de la década es de 889 toneladas/km²/año; este valor es mayor al de cuencas consideradas como altamente erosionadas, pues éste valor es comparable con los registrados para la cuenca del río Chixoy, estimado en 760 toneladas/km²/año; la cuenca del río Samalá estimado en 689 toneladas/km²/año; aunque menor que el valor estimado para la cuenca del río Villalobos que es de 1,170 toneladas/km² año.

Evidentemente, los valores de transporte de sedimentos de la cuenca del río Motagua, no son comparables con valores de cuencas poco erosionadas, como las del río Pasión y río San Pedro, las que presentan valores estimados en 5 toneladas/km²/año y de 2.3 toneladas/km² año respectivamente. (*).

(*) ROSAL DEL CID, C. Caracterización preliminar de la cuenca del río Samalá, Tesis Ing. Agrónomo, Guatemala, Fac. Agronomía USAC, 1982. 135 pp.

5 CONCLUSIONES

- 1) Durante la década 1970-1980, el río Motagua transportó cantidades de sedimentos que fluctuaron entre 2,131.6 toneladas/ $\text{km}^2/\text{año}$ y 207.1 toneladas/ $\text{km}^2/\text{año}$; promediando para la década un valor de 889 toneladas/ $\text{km}^2/\text{año}$. Estos valores son considerados altos sí se les compara con los de otras cuencas del país.
- 2) Los valores que mostraron mayor influencia en la pérdida de suelo por erosión hídrica fueron: la precipitación, el tipo de textura del suelo y la pendiente. No pudo establecerse por carecer de la información adecuada, la relación entre la erosión hídrica y la cobertura vegetal en la cuenca.

6 BIBLIOGRAFIA

1. AYRES, Q.C. La erosión del suelo y su control. Barcelona, España, Omega, 1960. 441 pp.
2. BERMUDEZ MENDEZ, M.M. Erosión hídrica y escorrentía superficial en el sistema café-poró-laurel en Turrialba Costa Rica. Tesis Mag. Sc. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 1980. 77 pp.
3. HUDSON, N.W. Soil conservation. Washington, Cornell University Press, 1973. 320 pp.
4. FREVERT, R.K. Soil and water conservation engineering, New York, Wiley, 1966. 683 pp.
5. LINSEY, R.J., KOHLER, M.A. & PAULUS, J.H. Hidrología para ingenieros, 2a. ed., Bogotá, Colombia, MacGrow Hill Latinoamericana, 1977. 386 pp.
6. MANUAL DE conservacion de suelos. Chapingo, México, Colegio de Post-Graduados, 1977.
7. MORALES Y MORALES, M. La capacidad de arrastre de sedimentos en corrientes superficiales, su importancia y determinación. Tesis Ingeniero Civil, Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería, 1973. 90 pp.
8. RELACION ENTRE suelo-planta-agua. Traducción de E. Avila. México, Diana, 1978. 99 pp.
9. SUAREZ DE CASTRO, F. Conservación de suelos. San José, Costa Rica, I.I.C.A., 1979. 315 pp.
10. VASQUEZ SANTIZO, J. Evaluación en condiciones de laboratorio de los factores físicos que influyen en la producción de sedimentos. Tesis Mag. Sc., Mérida, Venezuela, Universidad de Los Andes, 1979. 194 pp.



Vo. Pp.
Alfonso Ramírez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRESA" Y "ADVERTENCIA"
LA POSTAL LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O