

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RIO  
GRANDE DE ZACAPA"

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC**  
**DEPOSITO LEGAL**  
**PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

T E S I S

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por

EDGAR ESTUARDO PINEDA JUAREZ

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Mayo de 1983.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(748)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar R. Leiva R.
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3o.	Ing. Agr. Fernando Vargas
Vocal 4o.	Prof. Leonel Enriquez Durán
Vocal 5o.	Prof. Francisco Muñoz
Secretario	Ing. Agr. Carlos Fernández

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PUBLICO

Decano de Funciones	Ing. Agr. Carlos Orlando Arjona
Examinador	Ing. Agr. Fredy Hernández Oja
Examinador	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Examinador	Ing. Agr. Felipe Rivera Castro
Secretario a.i.	Ing. Agr. Negli Gallardo Pérez.



Referencia .....
Asunto .....
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala,  
11 de Mayo de 1983

Doctor  
Antonio A. Sandoval S.  
Decano de la Facultad de Agronomía  
EDIFICIO

Señor Decano:

Me es grato dirigirme a Usted, para informarle que he asesorado al Bachiller Edgar Pineda en la realización de su trabajo de Tesis titulado: "CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA"; este trabajo llena a cabalidad los requisitos para ser presentado y discutido en el Exámen 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, 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 "

Ing. Agr. M. Sc. Luis A. Castañeda  
Coordinador del Programa de Recursos  
Naturales Renovables

Instituto de Investigaciones Agronómicas

Guatemala,  
19 de Mayo de 1983

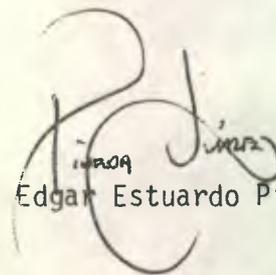
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
P R E S E N T E.

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

"CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA".

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, esperando merezca su aprobación.

Respetuosamente,



Br. Edgar Estuardo Pineda Juárez

## ACTO QUE DEDICO

- A: Dios: Mi creador
- A: Mis Padres: César Augusto Pineda  
Rosita De Pineda
- A: Mi Esposa: Alma Lucrecia  
Mi Gran Tesoro
- A: Mis Hijos: David Estuardo  
Monica Lucrecia
- A: Mis Hermanos: César Augusto  
Martha Roxana
- A: La Familia: García Torres  
Con especial cariño
- A: Mis Tíos y Primos: En especial a:  
Dr. Carlos Humberto Pineda
- A: Mis Sobrinos: César Emilio  
Carlos Alberto
- A: Mis Amigos: Edgar Ríos, Carlos Collado,  
José Portabella y Luis Gaytán
- A: Mis Compañeros de Trabajo
- A: Todos los Presentes

TESIS QUE DEDICO

A:

Mi Patria Guatemala

A:

Los Agricultores y Campesinos de Guatemala

A1:

Colegio Salesiano Don Bosco

A1:

Instituto de Investigaciones Agronómicas

A:

La Facultad de Agronomía

A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala

## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi Asesor; Ing. Agr. M.Sc. Luis Alberto Castañeda por su valiosa orientación, revisión e intereses demostrado en el presente trabajo de Tesis.

Al Ing. Agr. Oscar R. Leiva; Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas por toda la colaboración prestada en la elaboración de -- este trabajo.

A mi Amada Esposa, quien me alentó y apoyó en todo momento.

Al Instituto Geográfico Nacional, por permitirme el uso del equipo y material. Así mismo a todas las personas del mencionado Instituto que en una u otra forma colaboraron en las diferentes fases de elaboración de este trabajo; principalmente al Ing. Carlos Lemmerhoefer, Rodolfo Velásquez y Aleida Pérez.

A mi compañero y amigo Julio Estrada; por el dibujo de los diferentes mapas que se presentan en esta Tesis.

A Griselda Orantes; por su eficiente y desinteresada colaboración en el trabajo mecanográfico.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

## C O N T E N I D O

	Pág. No.
Indice de Figuras	
Indice de Cuadros	
Resumen	
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 Generales	2
2.2 Específicos	3
3. REVISION DE LITERATURA	
3.1 Manejo de los recursos de la cuenca	3
3.2 Estudio de los recursos de la cuenca	5
3.2.1 Recolección remota de datos	5
3.2.2 Hidrología de la cuenca	8
3.2.3 Estudios de suelo	12
3.2.4 Estudios de la vegetación	13
3.3 Estudios de los recursos naturales analizados en la cuenca del río Grande	14
4. METODOLOGIA	
4.1 Recopilación y Ordenación de la Información existente	16
4.1.1 Información Cartográfica	16
4.1.2 Información Aerofotográfica	17
4.1.3 Información de Satélite	17
4.1.4 Información Fisiográfica	17
4.1.5 Información sobre Suelos	17
4.1.6 Información Ecológica	20
4.1.7 Información Hidroclimática	20
4.1.8 Información sobre Infraestructura	20
4.1.9 Información Socio-económica	20
4.1.10 Información de Campo	21

4.2	Análisis de la Información	21
4.2.1	Delimitación de la cuenca Hidrográfica	21
4.2.2	Ubicación Física de la cuenca	22
4.2.3	Fisiografía de la cuenca	22
4.2.4	Drenaje de la cuenca	22
4.2.5	Climatología de la cuenca	23
4.2.6	Hidrografía	23
4.2.7	Demografía	24
4.2.8	Infraestructura	24
4.2.9	Tenencia de la tierra	24
4.2.10	Zonas de vida	24
4.2.11	Cobertura actual de la tierra	25
4.2.12	Uso potencial de la tierra	25
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	
5.1	Características generales de la cuenca	26
5.1.1	Geográficas	26
5.1.2	Geológicas	28
5.1.3	Ecológicas	33
5.1.3.1	Monte Espinoso	33
5.1.3.2	Bosque Seco Sub-Tropical	35
5.1.3.3	Bosque Humedo Sub-Tropical	36
5.1.4	Climáticas	38
5.1.5	Agrológicas	41
5.1.6	Hidrográficas	52
5.1.6.1	Ríos	52
5.1.6.2	Laguna	53
5.1.7	Hidrológicas	53
5.1.7.1	Estaciones	53
5.1.7.2	Datos Morfométricos	57
5.1.7.3	Calidad del agua	60
5.1.7.4	Agua subterránea	61
5.1.7.5	Transporte de sedimentos	62

5.1.8	Socioeconómicas	
5.1.8.1	Demografía	64
5.1.8.1.1	Población total	64
5.1.8.1.2	Densidad de población	64
5.1.8.1.3	Analfabetismo	67
5.1.8.1.4	Asistencia escolar	67
5.1.8.1.5	Población Económicamente activa	69
5.1.8.2	Tenencia de la tierra	
5.1.8.2.1	Tipos de tenencia	69
5.1.8.2.2	Extensión de los tipos de tenencia	73
5.1.8.3	Asistencia Técnica Agrícola	73
5.1.8.4	Asistencia Crediticia	73
5.1.9	Infraestructura	
5.1.9.1	Carreteras	77
5.1.9.2	Vías Férreas	79
5.1.9.3	Pistas de Aterrizaje	79
5.1.9.4	Bancos	80
5.1.9.5	Hospitales y Centros de Salud	80
5.1.9.6	Instituciones Estatales	81
5.2	Uso actual de la Tierra	84
5.3	Uso Potencial de la Tierra	85
6.	DISCUSION GENERAL	89
7.	CONCLUSIONES	90
8.	BIBLIOGRAFIA	91

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Índice de hojas cartográficas 1:50,000. Ubicación geográfica de puntos de control. Mapa base.	18
2. Mapa índice de posiciones de Landsat.	19
3. Mapa geológico.	29
4. Mapa de zonas de vida.	34
5. Isotermas y evapotranspiración media anual.	39
6. Isoyetas medias anuales.	40
7. Mapa de series de suelos según clasificación de Simmons.	42
8. Mapa hidrológico.	54
9. Serie histórica de 1969 a 1980 sobre descarga máxima de sedimentos y caudales medios anuales, Estación Camotán.	63
10. Mapa de uso actual de la tierra.	86
11. Mapa de uso potencial de la tierra.	87

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Material geológico que forma los terrenos de la cuenca del río Grande de Zacapa.	32
2.	Datos sobre las estaciones climáticas e hidrológicas existentes en la cuenca del río Grande de Zacapa.	55
3.	Resumen de los caudales medidos en la estación Camotán.	56
4.	Resúmenes de niveles. Estación Laguna de Ipala.	58
5.	Concentración máxima de sedimentos medidos en la Estación Camotán.	65
6.	Población total por sexo, según lugar de residencia, en los municipios que comprenden la cuenca del río Grande de Zacapa.	66
7.	Total de habitantes alfabetos, población -- económicamente activa y población indígena, con sus respectivos porcentajes, de los municipios que comprenden la cuenca del río Grande de Zacapa	68
8.	Total de alumnos inscritos en planteles oficiales y privados por sexo, en departamentos que cubre la cuenca del río Grande de Zacapa.	70
9.	Clasificación de la tenencia de la tierra. Zacapa. Censo Agropecuario 1979.	71
10.	Clasificación de la tenencia de la tierra. Chiquimula. Censo Agropecuario 1979.	72
11.	Clasificación del tamaño de la tierra. -- Zacapa. Censo Agropecuario 1979	74

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
12.	Clasificación del tamaño de la tierra. -- Chiquimula. Censo Agropecuario 1979.	75
13.	Número de fincas que recibieron asistencia técnica en el año agrícola 1978. Por muni- cipio comprendido y fuente de suministro en la cuenca del río Grande de Zacapa.	76
14.	Número de fincas que recibieron asistencia crediticia en el año agrícola según muni- cipio en la cuenca del Río Grande de Zacapa.	78
15.	Hospitales, centros de salud y puestos de salud en aldeas y municipios de la cuenca del río Grande de Zacapa.	82

CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA CUENCA  
DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

R E S U M E N

El Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, dentro del programa de Recursos Naturales Renovables, lleva a cabo el Proyecto de Caracterización de Cuencas Hidrográficas; el mencionado Proyecto ha seleccionado para su estudio tres cuencas representativas del país, entre ellas se desarrolla el estudio de caracterización de la Cuenca del Río Grande Zacapa. Esta Cuenca está ubicada en la vertiente del mar de las Antillas, entre los paralelos  $14^{\circ}27'19''$  y  $15^{\circ}02'00''$  de latitud y los meridianos  $89^{\circ}07'57''$  y  $89^{\circ}48'01''$  de longitud.

La caracterización de la cuenca comprende tres fases: La primera y Segunda, consisten en la caracterización preliminar; la tercera fase, consiste en la obtención de datos de campo y elaboración de modelos cualitativos y cuantitativos y planes de manejo, tomando como base los resultados obtenidos en la primera y segunda fase.

El presente trabajo constituye la primera fase del citado estudio; y pretende describir las principales características físicas, bióticas y socio-económicas de la cuenca, para que sirva de base a las siguientes etapas.

Para cumplir con los objetivos de este trabajo, se recopiló, ordenó, tabuló y analizó toda la información existente, procedente de estudios realizados previamente sobre la cuenca; también se obtuvo información a través de fotografías aéreas del área estudiada, imágenes de satélite y mapas topográficos y temáticos de la región.

La información relacionada con la cuenca fue recabada de distintas Instituciones Nacionales; principalmente del Instituto Geográfico Nacional, de la Dirección General de Estadística, de la Dirección General de Servicios Agrícolas, de la Dirección de Recursos Naturales Renovables, del Instituto Nacional de Comercialización Agrícola, del Instituto de Fomento Municipal, del

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, de la Dirección General de Servicios Pecuarios y del Instituto Nacional Forestal.

Una vez ordenada la información se procedió a su análisis; consistiendo el primer paso en la delimitación de la Cuenca en las hojas topográficas escala 1:50,000; sobre estas hojas se elaboró un fotoíndice, ubicando las fotografías aéreas por número, línea de vuelo y número de rollo fotográfico.

De la información obtenida, se analizaron características geográficas, topográficas, geológicas, génesis de suelos, fisiográficas, agrológicas, morfométricas, ecológicas, climáticas, hidrográficas, hidrológicas, socioeconómicas, uso actual y uso potencial de la tierra.

La cuenca del Río Grande de Zacapa se ha dividido en las sub-cuencas de: - El río San José, con un área de 568 Km.<sup>2</sup>, el río Shutaqué, con 311 Km.<sup>2</sup> y la del río Camotán que drena un área de aproximadamente 1,640 Km.<sup>2</sup>. Presenta además ocho grupos geológicos, veintiuna series de suelos, tres zonas de vida, dos regiones climáticas y una densidad de drenaje de 0.86 Km. de cauce por Km.<sup>2</sup>.

La densidad promedio de habitantes en la cuenca es de 64 habitantes por Km.<sup>2</sup>; esta población posee un alto índice de analfabetismo, siendo el promedio para los municipios de la cuenca de 72%, encontrándose algunos municipios hasta con un 90% de analfabetos como el caso de Jocotán. La población indígena está concentrada en unos pocos municipios al este de la cuenca, principalmente Jocotán, Camotán y Olopa.

En la cuenca se observan graves problemas de erosión; lo que se verifica analizando los sedimentos que transporta el río Camotán, que han llegado a --- 46,000 toneladas métricas por año. Estos sedimentos provocan problemas en -- la parte baja de la cuenca; al azolvar el cauce del río provocando las inundaciones y obstruyendo infraestructuras de riego en los Llanos de la Fragua.

Las Instituciones Estatales son las que prestan el mayor número de asistencias tanto crediticia como técnicas y son dirigidas en un 93% a la actividad agrícola. Dicha actividad se realiza en las regiones y valles fértiles regables en donde se concentran el mayor número de redes viales. Atraviesan la cuenca una red de 201 Km. de caminos y carreteras y 87 Km. de línea férrea.

La mayor parte de la cuenca esta cubierta por bosque abierto, poco denso en un 31% concentrada a lo largo de la frontera con Honduras. Otra gran porción esta cubierta con montes y pastos naturales, característicos de regiones áridas del río Motagua. Únicamente el 10% del área de la cuenca esta destinada a cultivos bajo riego, que es la actividad mas productiva de la región.

Los suelos de la cuenca son de vocación forestal en un 75% del área total, sin embargo el uso que se le da a los mismos es inapropiado, ya que únicamente el 31% del área posee cubierta forestal. Gran parte de la cuenca es utilizada para cultivos anuales y pastos.

La información disponible sobre los recursos naturales de la cuenca es insuficiente para la planificación del aprovechamiento óptimo de los recursos.

Se considera que el desarrollo de la cuenca debe planificarse en base al impulso y la tecnificación de la producción forestal y en base a la intensificación de la agricultura bajo riego.

## CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

### 1. INTRODUCCION

El Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, a través del Programa de Recursos Naturales Renovables, realiza investigaciones tomando como unidad a la Cuenca Hidrográfica. El objetivo final del análisis de la Cuenca como un Sistema es el de elaborar un diagnóstico de la potencialidad de la Región y la formulación de un plan de manejo de la Cuenca. Esto incluye la detección de los factores limitantes del desarrollo y el planteamiento de soluciones relativas a problemas en el uso y conservación de los recursos naturales de la Región.

Esta investigación constituye la Primera Fase del análisis de la Cuenca del Río Grande de Zacapa, que consiste en la caracterización de sus componentes físicos, bióticos y socioeconómicos. A largo plazo y basándose en el presente estudio, el Programa de Recursos Naturales Renovables se ha fijado como meta la elaboración del Plan de Manejo de la Cuenca en mención.

En Guatemala es necesario promover investigaciones que lleven a un mejor conocimiento de los recursos potenciales de cada cuenca, por considerarse estas como sistemas integrales. No solo el aprovechamiento racional a largo plazo de estos recursos, sino la solución de problemas inmediatos o inmediatos, plantea la necesidad de obtener un conocimiento a fondo de las características de las distintas cuencas.

En esta cuenca se evidencia una mala utilización de los recursos naturales. Estos problemas se han venido agudizando con el crecimiento demográfico y la consecuente deforestación. Una evaluación y un análisis integral de las condiciones actuales, nos llevan a establecer cuales son las posibles perspectivas para el desarrollo futuro.

En general son escasos los estudios integrales de cuencas; respecto a la que nos ocupa solo se han hecho estudios sectoriales de reconocimiento de las sub-cuencas del río San José (37) y del río Shutaqué -- (40).

La cuenca "Río Grande de Zacapa" comprende principalmente los Departamentos de Zacapa y Chiquimula, y una pequeña parte de los Departamentos de Jalapa y Jutiapa. Cubre un área de 2,519 Km.<sup>2</sup> en territorio -- Nacional y aproximadamente 879 Km.<sup>2</sup> en territorio Hondureño.

El presente estudio, se inició a mediados de 1981 y se concluyó a principios de 1983; con el mismo se desea caracterizar en forma preliminar la cuenca del Río Grande de Zacapa, con el objetivo de contar con un documento que sirva como base para el estudio integral de la cuenca y dar a conocer los parámetros físicos, biológicos y socioeconómicos que determinan el comportamiento de la cuenca.

La descripción de estos parámetros, se hizo en base a la recopilación, ordenamiento y análisis de la información que sobre la cuenca existe en el país; se utilizaron fotografías aéreas, imágenes de satélite, hojas cartográficas y diferentes tipos de mapas; así como visitas de campo para obtener información actualizada y de esa forma determinar el tipo de información que será necesario recopilar en el campo durante las siguientes etapas del proyecto.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

### 2.1 General

Caracterizar integralmente la Cuenca del Río Grande de Zacapa, en forma preliminar, para que la información generada sirva de base

para el desarrollo de estudios mas especificos y detallados que determinen el manejo adecuado de los recursos de la Cuenca.

## 2.2 Especificos

- 2.2.1 Determinar las principales características físicas, bióticas y socioeconómicas de la cuenca.
- 2.2.2 Determinar y describir el uso actual de los recursos naturales renovables de la cuenca.
- 2.2.3 Establecer las bases para una adecuada planificación del manejo de los recursos de la misma.
- 2.2.4 Recopilar, integrar y analizar la información existente sobre la cuenca.

## 3. REVISION DE LITERATURA

### 3.1 Manejo de los recursos de la Cuenca

Al aumentar la población, las personas emigran a zonas frágiles se cortan los árboles de las laderas para obtener combustible, forraje y para hacer cultivos. Los bosques son utilizados para pastar hasta tal punto que se impide su regeneración natural. Se establecen caminos sin tomar en cuenta los peligros de erosión que acarrea. Las consecuencias de todo esto son una acelerada pérdida de tierra, degradación del medio ambiente y un mayor empobrecimiento de los propios habitantes rurales.

Otro problema, es la pérdida de la capa protectora de la tierra y de su capacidad de retención de agua. Esto da como resultado un aumento en las inundaciones de los valles y desviaciones de los lechos de los ríos, lo que provoca que las aguas y los sedimentos invadan los campos agrícolas, los sistemas de irrigación, los --

embalses, los poblados y las comunicaciones (34). El caudal de los ríos durante la época seca es irregular e insuficiente para el mantenimiento de los sistemas de irrigación y para las necesidades industriales y urbanas. El nivel de las aguas subterráneas desciende dando como resultado la falta de manantiales y pozos.

Todos estos problemas obligan a darle un manejo racional a los recursos; para tal propósito García (9), propone que la cuenca sea la Unidad Fundamental en el manejo de los recursos naturales renovables y argumenta: "Los biólogos, ecólogos y los biogeógrafos han comenzado a recurrir a las cuencas como una Unidad Ideal para el desarrollo de un enfoque sistemático ecológico. Los ingenieros de Sistemas y los Economistas consideran las cuencas como la base para el estudio y desarrollo de la planificación económica. Los hidrólogos y los ingenieros consideran que las cuencas son un sistema dentro del cual puede lograrse un equilibrio entre la entrada y salida de agua y energía. El concepto de cuenca implica una zona o sistema dentro de unos límites, estos pueden ser físicos tales como divisorias entre cuencas o pueden estar indicados por procesos tales como desagües. La zona de la cuenca de aguas puede ser dividida aún mas en subcomponentes de cuencas mas reducidas o en subprocesos tales como flujos de aguas superficiales. La cuenca puede ser controlada con estructuras físicas como presas, embalses o estar incontrolada como ocurre con las cuencas en la mayoría de países subdesarrollados.

Un concepto muy importante que ha de tomarse en cuenta en el manejo de los recursos de la cuenca es el de uso múltiple (36). El manejo de los recursos de la cuenca es simplemente un componente del Plan y Sistema de manejo global para la dirección que intenta llevar a cabo un manejo de la tierra.

Sin embargo el concepto de usos múltiples mencionado en el párrafo anterior, no implica necesariamente que la unidad de tierra de que se trate sea utilizada para todos los usos o productos en forma simultánea.

### 3.2 Estudio de los recursos de la Cuenca

#### 3.2.1 Recolección remota de datos:

Las técnicas para evaluar los componentes de un ecosistema se basan, en su mayor parte, en mediciones obtenidas en el campo. Por varias razones, a veces no es posible obtener en el terreno todos los datos que se necesitan para inventariar un ecosistema. En tales circunstancias se deben tomar en consideración la utilización de las técnicas de recolección remota de datos para detectar, identificar y luego medir objetos a distancia.

En 1971, el Consejo Nacional de Planificación Económica de Guatemala, otorgó prioridad a los estudios para la programación del aprovechamiento y conservación de los recursos naturales renovables (23). A partir de entonces se ha puesto énfasis en el estudio de imágenes de satélites, pues a pesar de que se cuenta con muchos estudios e informes sobre imágenes de satélites, en Guatemala todavía no se dispone de información básica suficiente. Además, los datos compilados no han sido obtenidos sobre una base coordinada, integrada y continua, porque en términos generales, se trataba de estudios con objetivos específicos a corto plazo y con enfoque de utilización bajo un solo propósito, o fueron obtenidos esporádicamente (23).

Por esta razón se considera que para Guatemala tiene gran importancia la utilización de la tecnología moderna, específicamente los sistemas de sensores remotos, para obtener información básica, suficiente, oportuna, confiable y representativa acerca del territorio nacional.

El primer satélite tecnológico para los recursos terrestres ERST - 1 (posteriormente denominado Landsat - 1) fue lanzado al espacio el 23 de julio de 1972. A partir de esa fecha se encuentra en operación dos satélites más: Landsat - 2 y Landsat - 3 que en esencia, tienen las mismas características. El sistema principal de adquisición de datos de Landsat lo constituye un rastreador multiespectral (Multispectral Scanner), MSS que permite obtener de la superficie de la tierra, cada 18 días en el mismo punto y con una resolución espacial de media hectárea. El MSS de Landsat - 2 opera en cuatro bandas de espectro electro magnético, dos de ellas en una porción correspondiente al rango visible y las otras dos en el infrarrojo cercano (23).

Los datos del MSS de Landsat pueden obtenerse como representaciones pictóricas (imágenes) y en forma digital como cintas compatibles de computadoras (cct). Las cintas de Landsat son pre-procesadas para ser utilizadas en el sistema de computación electrónica del laboratorio de aplicación de sensores remotos, LARS, de la Universidad de Purdue. El sistema de desarrollo por científicos de LARS, se denomina LARSYS y comprende el pre-procesamiento, procesamiento y análisis e interpretación de datos numéricos obtenidos con sensores remotos (23).

El resultado del procedimiento y análisis de los datos de sensores remotos de Landsat por medio del sistema LARSYS en

un mapa de tipos de cobertura de clases espectrales. Las clases espectrales obtenidas son cuantificadas, se obtienen su localización espacial y corresponden a clases naturales, es decir a elementos de la superficie terrestre como los suelos, el agua y la vegetación

Esta información tiene la ventaja de ser versátil, ya que un mismo mapa puede ser utilizado por diferentes usuarios e interpretado para los fines que cumplan sus propios objetivos.

Otro de los sensores remotos utilizados ampliamente y desde hace mucho tiempo es la fotografía aérea. El propósito de la interpretación de fotografías aéreas es identificar objetos y recopilar información acerca del recurso natural que se está analizando.

Cuando los objetivos que nos interesan son grandes e inaccesibles, este proceso normalmente facilita las respuestas que necesitamos, y frecuentemente con más precisión que si visitásemos la zona sobre el terreno (3).

La interpretación de la fotografía aérea no es difícil pero requiere conocimiento y comprensión y un trabajo sistemático, como la apunta Strandberg (43). Este mismo autor describe los pasos de la secuencia lógica, que se siguen para una interpretación sistemática de la fotografía aérea.

1. Orientación y localización, seguidos por el estudio estereoscópico, utilizando tanto el método de fotos separadas como el de la franja estereoscópica, y la identificación de imágenes.
2. Cálculo de la escala y mediciones sobre la fotografía.

3. El análisis comparativo, que es el método de reconocimiento basado en la comparación de fotografías obtenidas en distintas condiciones de fotografías con mapas.
4. Por último la recapitulación (convergencia de datos obtenidos), método usado para describir la correlación de datos para que puedan darse muchas mas identificaciones concluyentes y la preparación de mosaicos y estereogramas para ilustrar el informe.

La fotogrametría y fotointerpretación es una técnica que comprende varios aspectos, dependiendo del tópicó que se está estudiando así por ejemplo el Doctor RTU. Smith de la Universidad de Kansas, ha definido la fotogeología como la acción de identificar hechos geológicos por el examen de imágenes fotográficas (43). Así mismo en las técnicas de la fotointerpretación pueden utilizarse para hacer una primera clasificación de los suelos (3).

### 3.2.2 Hidrología de la Cuenca

La información hidrológica es necesaria para las actividades de planificación de los recursos de las cuencas, así como para estudios o proyectos. Existen numerosos métodos para determinar las características hidrológicas tales como el caudal máximo, volúmenes de flujo de agua de tormenta, producción anual de agua media y secuencias del flujo de bajo nivel crítico (9).

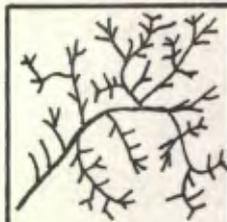
El análisis de las redes de avenamiento ayuda a encontrar la dirección y la forma de la red de drenaje de las capas rocosas que componen la estructura básica y de las estructuras -

de fallas y fracturas que en ella existen. También indica la resistencia del suelo (y del material rocoso) a la meteorización y erosión.

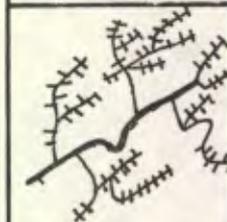
El avenamiento de la cuenca está afectado por varios factores, entre los cuales se hallan: pendientes iniciales de las superficies del suelo, diferencias del grueso de la roca, estructura de la roca madre, textura del suelo, topografía, canales artificiales, vegetación, evaporación, clima y cantidad total, frecuencia e intensidad de las lluvias (9).

Las redes de avenamiento se clasifican por su forma y textura. La forma de la red de avenamiento depende de un principio de: a) La permeabilidad del suelo y de b) El volumen de agua disponible para penetrar en la superficie en un período de tiempo dado. Los seis patrones de red de drenaje son los siguientes:

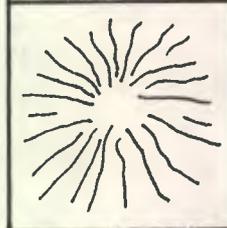
1- DENDRITICA



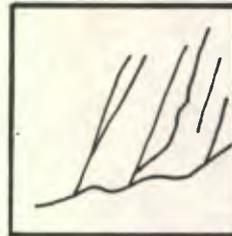
2- ENREJADO



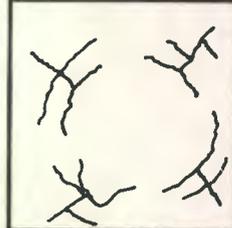
3- RADIAL



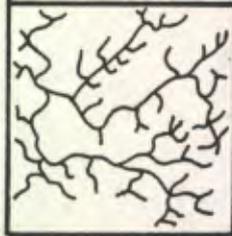
4-PARALELA



5-ANULAR



6-RECTANGULAR



La textura del avenamiento significa el número y espacio de los cursos dentro de una cuenca. Se componen de dos elementos principales: densidad de cursos y frecuencia de cursos.

Pueden calcularse números relativos para comparar estos elementos en distintas áreas.

La densidad de cursos se refiere a la longitud total de todos los cursos fluviales en una cuenca. La frecuencia de cursos se refiere al número total de cursos fluviales existentes en una cuenca. Pueden calcularse también números relativos para comparar la capacidad de percolación (infiltración) del agua en el interior del suelo. Los números relativos de infiltración se calculan a partir de la densidad y frecuencia de los cursos fluviales (9).

Otros de los cálculos hidrológicos importantes es la medición de la precipitación tanto en intensidad, cantidad, tipo,

frecuencia y duración. Para obtener el volumen de precipitación media en una cuenca, se utilizan varios procedimientos. Los tres métodos comunes son: El aritmético, el de Thiessen y el Isohyetal.

De los datos hidrológicos el que se refiere a el caudal de agua es posiblemente la información más importante, ya que son necesarios para el control de inundaciones o para las estructuras de ingeniería. Los datos sobre niveles mínimos de caudal son requeridos para estimar los suministros de agua (36).

Dependiendo del uso que se le piense dar al recurso agua, se deben realizar varias mediciones de la calidad de éste, Vargas (46) sugiere que se evalúe la calidad química, la cantidad de sedimentos y la calidad bacteriológica.

Los métodos para determinar la calidad química del agua incluyen el análisis de un volumen estándar de agua obtenido en una muestra aleatoria y mediciones directas de un elemento determinado en el medio líquido. Existen instrumentos -- que permiten mediciones directas de algunas sustancias químicas en el medio acuático. También se han desarrollado sondas estándar de oxígeno y pH para medir "insitu" el oxígeno -- disuelto y el pH.

En lo que se refiere a la medición de sedimentos existen varias técnicas para calcular los sedimentos en suspensión. Uno de los procedimientos comunes es el de la obtención de muestras aleatorias. Una vez que se obtiene la muestra, se remueve la parte líquida por evaporación, filtrado o por medio de una centrifugadora y se pesa la cantidad de sedimentos, -

el peso en seco del sedimento en suspensión es expresado como una concentración en miligramos por litro.

Para cuantificar la presencia de determinados poluentes así como para determinar cambios en la calidad del agua, se obtienen muestras para detectar organismos indicadores. La presencia en el análisis de colibacilos fecales, una bacteria que característicamente vive en los intestinos de los animales de sangre caliente, puede ser utilizada como indicador de polución provodada por los humanos u otros -- animales (46).

### 3.2.3 Estudios de Suelo

El conocimiento del recurso suelo es básico para el manejo de la cuenca, tal conocimiento se obtiene de los inventarios de suelos. En concreto, la información que debe de estar recogida en un inventario de suelos incluye el color, la textura, la estructura, la profundidad de las rocas blandas y duras, la reacción y la presencia de sales y carbonatos. Un -- análisis apropiado de estas u otras propiedades físicas y químicas dará como resultado una determinación adecuada del uso apropiado de los diferentes tipos de suelos que puedan existir en una zona, o ayudar a realizar las medidas necesarias para obtener una mejor productividad del suelo (18).

En la clasificación de suelos, hecha por Simmons, Tarano y Pinto (41), se enumeran los factores a tomar en cuenta para una clasificación. Son estos: color, estructura, textura, consistencia, porosidad, contenido de materia orgánica, exceso de cascajo, grava o piedra; así como el drenaje interno y externo, el relieve del terreno, etc. Los suelos son ---

clasificados según sus características internas y externas, dándole especial importancia a las que influyen en el crecimiento de las plantas. Los suelos se agrupan en unidades de clasificación, encontrándose entre las más importantes las "Series" y los "Tipos".

En los suelos de la cuenca se dan tres procesos de erosión: Erosión de la Superficie, Derrame de Masas y Erosión del Canal o de Desagüe (44).

La erosión hídrica de superficie es el desprendimiento y consiguiente separación de las partículas de tierra o pequeñas gravas de las superficies del suelo, es causado por la acción de las gotas de lluvia, flujos de agua finos y flujos de agua sobre la superficie concentrada. Ello produce como resultado, erosión laminar y la formación de pequeños surcos.

El derrame de masas, es un proceso erosivo significativo en los terrenos inclinados y montañosos. Las actividades del hombre pueden acelerar en gran manera el proceso de derrame de masas.

La erosión de Canal o de Desagüe, es el desprendimiento y movimiento de material del canal del río. A fin de poder desarrollar medidas de control efectivas, es necesario tener conocimiento de la formación de los desagües y de las estructuras de control (44).

#### 3.2.4 Estudios de la Vegetación

La cobertura y uso actual de la tierra se basa en una combinación de factores físicos como: clima, características de la tierra y factores económico-sociales, tales como: ----

accesibilidad a las carreteras y mercados, tamaño de las fincas o explotaciones agrícolas y formas de tenencia de la tierra (18).

Se entiende por uso de la tierra cualquier clase de intervención del hombre, permanente o cíclica, tendiente a satisfacer las necesidades humanas, o como las actividades del hombre sobre la tierra directamente relacionadas con la misma. La actividad del hombre sobre la tierra puede presentar diferentes grados de intensidad, en algunas interviene y modifica sustancialmente el ecosistema natural y en otras su intervención es marginal o puede en algunos casos formar parte del mismo, en cuyo caso no podría hablarse de uso actual de la tierra.

Cobertura se refiere a la vegetación y construcciones artificiales que cubren la superficie de la tierra, los límites entre ambas categorías; uso actual y cobertura, son tenues porque la vegetación de una u otra forma en la mayoría de las veces está siendo sometida a un uso (18).

### 3.3 Estudios de los Recursos Naturales realizados en la Cuenca del Río Grande.

Dentro de los estudios que se han realizado sobre la cuenca del Río Grande de Zacapa, se tienen dos tesis de grado: "Estudio de Reconocimiento de la Subcuenca del Río San José, con fines de riego en el Valle de Chiquimula" (40) y "Estudio de Reconocimiento de la Subcuenca del Río Shutaqué" (37). Ambos estudios usaron la misma metodología: para su elaboración se procedió a realizar una revisión bibliográfica de antecedentes relativos al área de la cuenca. Se llevó a cabo una investigación y observación de campo, auxiliados con el uso de fotografía aérea. Sin embargo estos estudios adolecen

de información importante, debido a que no son integrales.

Otro estudio realizado por el Instituto Nacional Forestal (34), obedeció a una solicitud hecha por el Presidente del Comité Regional de Desarrollo, donde plantea la necesidad de elaborar un proyecto de reforestación para la cuenca - del río Grande de Zacapa, con el objeto de contrarrestar la problemática que le crea al distrito de riego la Fragua, la constante disminución del caudal del mencionado río.

El estudio concluye que de un mínimo de estiaje de 8 metros cúbicos en 1974, se ha reducido a 4 metros cúbicos en 1979, afectando las actividades de riego de dicha zona (34). Según el documento, INAFOR espera reforestar en la cuenca del Río Grande, y en un período de cinco años, una extensión de 7,643 hectáreas, con un costo estimado de Q.3.249,727.00.

INAFOR realizó otro estudio en el año de 1979 titulado "Proyecto de Reforestación en las Areas de Vocación Forestal del Departamento de Zacapa" (34). En dicho estudio INAFOR programa ejecutar 40,143 hectáreas ubicadas en distintos municipios del Departamento de Zacapa, se realizará en un período de cinco años, a partir del año 1980. El beneficio que se espera lograr según el documento, será la de proteger las -- fuentes de agua, restaurar el recurso bosque y mejorar la calidad de vida de 105,739 habitantes que radican en el departamento. Para la ejecución de dicho proyecto se requiere de Q.11.005,203.00 distribuidos en los cinco años que dure el - proyecto.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN), elaboró un trabajo titulado "Reconocimiento Hidrológico de las Cuencas de los Ríos Grande de Zacapa y Olopa" (27). El objetivo fundamental

de dicho estudio es recopilar y analizar la información hidrológica básica existente sobre ambas cuencas. Se presentan datos de caudales medios anuales, coeficientes de escurrentía media, índices de variabilidad, curvas de duración de caudales y crecidas de 2, 5 y 10 años.

Además el IGN, ha recopilado varios trabajos geológicos (4, 5, 6, 7, 10) y los presenta en un mapa geológico publicado en 1970.

#### 4. METODOLOGIA

##### 4.1 Recopilación y Ordenamiento de la información existente:

Se recopiló la información básica y los antecedentes en todos los organismos e instituciones que tuvieron relación con el presente estudio: El Instituto Geográfico Nacional, La Dirección General De Estadística, La Dirección General De Servicios Agrícolas, La Dirección De Recursos Naturales Renovables, El Instituto Nacional De Comercialización Agrícola, El Instituto Nacional De Fomento Municipal, El Instituto Nacional De Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, La Dirección General De Servicios Pecuarios y El Instituto Nacional Forestal.

##### 4.1.1 Información cartográfica

Esta información se obtuvo en el Instituto Geográfico Nacional.

Se utilizaron las hojas cartográficas escala 1:50,000, que cubren la Cuenca del Río Grande-Zacapa: Río Hondo 2261 II, Gualán 2371 III, Zacapa 2260 I, La Unión 2360 IV, El Tesoro 2360 I, Chiquimula 2260 II, Jocotán 2360 III, Timushán 2360

II, Jalapa 2259 IV, Ipala 2259 I, Esquipulas 2359 IV, San Diego 2260 III, Chanmagua 2359 I y Asunción Mita 2259 II. Asi como los siguientes mapas cartográficos a escala --- 1:250,000: Chiquimula ND 16-5 y Puerto Barrios ND 16-1. Ver figura No.1.

#### 4.1.2 Información Aerofotográfica

Esta información se obtuvo mediante la compra de 274 fotografías aéreas escala 1:30,000, en blanco y negro (Pancromáticas), que cubren la Cuenca en un 95%, la fecha de toma corresponde a 1981.

#### 4.1.3 Información de Satélite

Fue obtenida en el Instituto Geográfico Nacional, que permitió el estudio de las imágenes del satélite que cubrían la cuenca. Las imágenes interpretadas son en falso color e infrarrojo; la imagen fue tomada por el satélite en 1979 con una escala 1:200,000. Ver figura No.2.

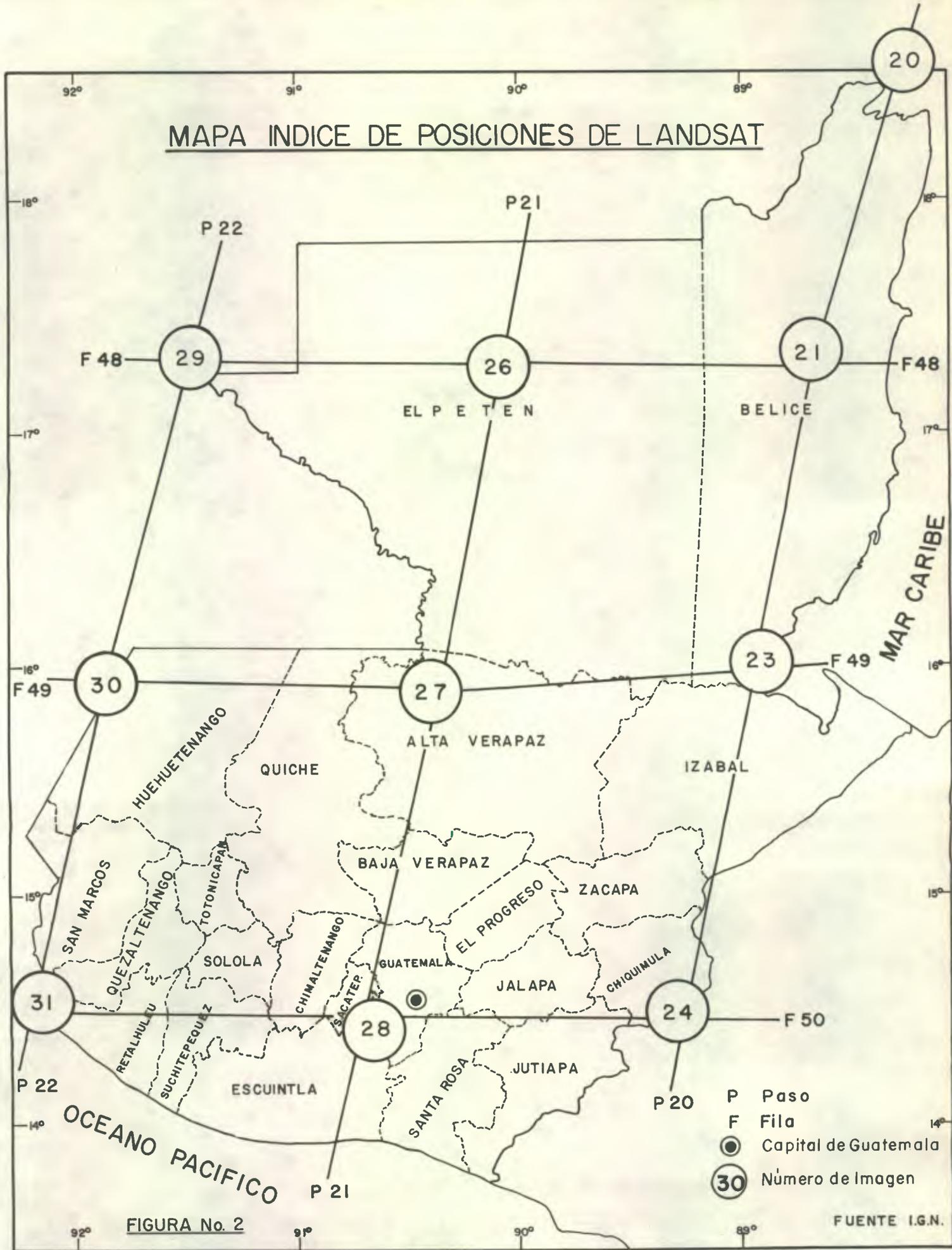
#### 4.1.4 Información Fisiográfica

Esta información fue obtenida del atlas nacional, elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (22). En este inciso se incluye todo lo referente a la geología de la zona bajo estudio, que fue extraída del mapa geológico de la república elaborado por el IGN.

#### 4.1.5 Información sobre suelos

Del mapa clasificación de reconocimiento de los suelos, de la república de Guatemala, elaborado por Charles Simmons, Miguel Tarano y Manuel Pinto (41), se obtuvo toda la información sobre las clases de suelos, y sus características.

# MAPA INDICE DE POSICIONES DE LANDSAT



- P Paso
- F Fila
- Capital de Guatemala
- Número de Imagen

FIGURA No. 2

FUENTE I.G.N.

#### 4.1.6 Información Ecológica

El Perito Forestal René de la Cruz, elaboró un trabajo de Zonificación Ecológica o Formaciones Vegetales en Guatemala, con la asesoría del Doctor L.R. Holdridge. El levantamiento en el campo dió como resultado un mapa a escala 1:500,000, con once zonas de vida (8); dicho estudio sirvió de base para elaborar el presente trabajo en su parte de zonificación ecológica.

#### 4.1.7 Información Hidroclimática

Esta información se obtuvo del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología; que mantiene un inventario continuo y sistemático del potencial hidráulico en todo el territorio nacional; para lo cual lleva una estadística continua y su detalle del escurrimiento diario, estacional y anual, así como de sus variaciones (30).

#### 4.1.8 Información sobre Infraestructura

Esta información fue obtenida de diferentes fuentes, tales como: el mapa general de "Infraestructura de la república de Guatemala" y el "Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Grande" (28), ambos obtenidos del archivo del Instituto Geográfico Nacional.

#### 4.1.9 Información Socioeconómica.

La información socioeconómica se recopiló de diversas instituciones, siendo ellas: Centro Nacional de Información de la Dirección General de Estadística (13), Banco de Guatemala, Instituto Geográfico Nacional y la Unidad Sectorial de

Planificación Agrícola y de Alimentación (USPADA).

#### 4.1.10 Información de campo

En una serie de visitas al área en estudio, se recopiló la mayor cantidad de datos, así mismo se verificó la información cartográfica recabada con anterioridad.

### 4.2 Análisis de la información

#### 4.2.1 Delimitación de la cuenca hidrográfica

Para establecer los límites de la cuenca, se estudiaron los mapas regionales, nacionales y sobre todo los mapas cartográficos a escala 1:50,000 (22, 24, 25): La delimitación se hizo identificando el parte-aguas, mediante las curvas de nivel. Con esta base y el uso de fotografías aéreas se trazó la divisoria de aguas sobre el mapa cartográfico a escala 1:250,000, que es la escala de presentación. Una vez delimitada la cuenca se determinó el área tributaria en territorio nacional, por medio de un planímetro y se confrontó con el dato obtenido en la plantilla de puntos, usando la siguiente fórmula:

$$f = \frac{\left( 2 \frac{x}{100} \right)^2}{25 \times 10^6} = 1.6 \times 10^{-11} x^2$$

donde:

f = Factor de conversión a Km.<sup>2</sup>

x = Escala del mapa. 1/

---

1/ Comunicación personal: José Zanotti y Julio Estrada, Departamento de Ecología.-

#### 4.2.2 Ubicación física de la cuenca

Considerando los parámetros longitud y latitud de las hojas cartográficas, se logró ubicar la cuenca, es decir que se determinó su posición geográfica. Debido a la forma -- irregular que presenta la cuenca, se establecieron siete - puntos de control con sus respectivas coordenadas, en las salientes mas pronunciadas. Ver figura No.1.

Se realizó también una ubicación política territorial, que consistió en definir a que departamentos y municipios pertenece la cuenca en estudio.

Por último, una vez ubicada geográficamente la cuenca, se comparó con el mapa de cuencas de la república de Guatemala (escala 1:500,000) publicado por el Instituto Geográfico -- Nacional.

#### 4.2.3 Fisiografía de la cuenca

Analizando e interpretando las fotografías aéreas que cubren la cuenca, las hojas topográficas escala 1:50,000, y la información contenida en el Atlas Nacional, se obtuvieron todos los datos relativos a fisiografía y geología de la región.

En lo que a geología se refiere, la información se trasladó del mapa geológico nacional, debido a que la escala de este último (1:500,000) no coincidía con la de presentación ---- (1:250,000), fue necesario el uso de la máquina ampliadora-reductora propiedad del IGN, Instituto que permitió hacer uso de dicha máquina.

#### 4.2.4 Drenaje de la Cuenca

Para la determinación del patrón de drenaje, se usaron básicamente las curvas a nivel trazadas en los mapas cartográficos

escala 1:50,000. Interpretando la separación entre curvas se estimó el grado de pendiente y relacionándolo con la -- configuración de las curvas se clasificó el patrón de drenaje.

Para obtener el porcentaje de pendientes se elaboró una -- plantilla que permite evaluar en base a la distancia entre curvas, el tipo de drenaje.

#### 4.2.5 Climatología de la Cuenca

Se recopiló toda la información posible del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, publicada en sus boletines y registros climáticos (30, 31,- 32). Se tabuló y analizó la información, para elaborar los diferentes mapas de Isoyetas, líneas de igual evapotranspiración e Isotermas.

Por último esta información se comparó con la presentada en el reconocimiento hidrológico de la cuenca del Rfo Grande - (27), que fue muy similar a la obtenida aplicando el método de triangulación e interpretación.

#### 4.2.6 Hidrografía

Mediante la fotointerpretación, el análisis de las hojas -- cartográficas y algunas veces con la verificación en el campo, se estudiaron los ríos y sus afluentes, que son tributarios de la cuenca.

Al final se complementó esta información con el uso de las imágenes de satélite proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional (26).

#### 4.2.7 Demografía

Se analizó la concentración de población y su distribución dentro de la cuenca, luego se ordenó y tabuló para presentar los cuadros en una forma clara y sencilla. Los datos se obtuvieron del Centro Nacional de Información, de la -- Dirección General de Estadística (14, 15).

#### 4.2.8 Infraestructura

Con el objeto de elaborar planes de desarrollo en el área Nor-oriental del país, se ha encargado a la Dirección General de Obras Públicas poner énfasis en la infraestructura de servicios públicos en áreas urbanas.

Siendo la infraestructura un índice aceptable del desarrollo de una zona, o bien la causa de un sub-desarrollo, se presenta una descripción analítica y gráfica de la situación de ésta dentro de la cuenca. Para ello se recurrió al Atlas Nacional (22) y los mapas regionales (24, 25) elaborados por el IGN.

#### 4.2.9 Tenencia de la tierra

La información fue compilada en la Sección de Catastro del IGN y del Centro Nacional de Información de la D.G.E.; se analizó y tabuló para presentarla en cuadros de clasificación de la tenencia por fincas y clasificación del tamaño de la tierra. Estos datos están referidos a municipios de los departamentos.

#### 4.2.10 Zonas de vida

La información original obtenida por el Perito Forestal De La Cruz (8), se encuentra a escala 1:250,000, por lo que -

se trasladó directamente a la representación gráfica de la cuenca delimitada a esa misma escala. Se analizó e - interpretó la relación entre las formaciones vegetales que aparecen dentro del área de la cuenca y las que ecológicamente deberían de existir o existen.

#### 4.2.11 Cobertura actual de la tierra

A partir de la interpretación estereoscópica de las fotografías aéreas, escala 1:30,000, se realizó el análisis - de la cubierta vegetal y uso actual de la tierra.

Para la clasificación del uso actual y cobertura, se usó la clave elaborada a partir de los lineamientos establecidos por Anderson, R. en "A Land-use classification system for use -- with remote sensor data", adaptadas a las condiciones específicas de Guatemala.

La clasificación distingue cuatro niveles que van de lo general a lo específico, alcanzando mayor detalle en la categoría de cultivos.

Finalmente, se elaboró el mapa definitivo de la cuenca con los diferentes tipos de cubierta vegetal. Con el uso de - una plantilla de puntos y un contador, se cuantificaron las áreas cubiertas por cada uso y se obtuvieron porcentajes.

#### 4.2.12 Uso Potencial de la tierra

Con el objeto de definir con mejor exactitud el potencial de los suelos, no solamente se necesita el conocimiento de los requerimientos de suelos por los cultivos sino también de los requerimientos ecológicos, tales como temperatura, precipitación, altura sobre el nivel del mar y pendiente de los suelos.

Para tener este conocimiento, se analizó la información existente sobre requerimientos agronómicos de los distintos cultivos, en literatura elaborada en Guatemala como lo es el "Estudio Agronómico de la República de Guatemala", realizado por el Banco de Guatemala en 1963, donde se pueden encontrar tales requerimientos de cultivos, también se investigaron algunos folletos del ICTA.

En base a lo anterior se pueden analizar los requerimientos teóricos óptimos de los cultivos tales como: altura sobre el nivel del mar, temperatura, precipitación, apreciación textural, drenaje natural, profundidad efectiva, PH y pendiente.

Se utilizaron también, los positivos de los mapas de capacidad agrológica, escala 1:200,000, elaborados por el Departamento de Ecología del Instituto Nacional Forestal.

Por último se obtuvieron las cuantificaciones de las áreas, con su respectivo porcentaje, utilizando la plantilla de -- puntos.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1 Características generales de la Cuenca

#### 5.1.1 Geográficas

La cuenca del río Grande de Zacapa, se encuentra situada geográficamente entre los paralelos  $15^{\circ}02'00''$  y  $14^{\circ}27'19''$  de latitud y los meridianos  $89^{\circ}07'57''$  y  $89^{\circ}48'01''$  de longitud, sin embargo por la forma tan irregular que tiene la Cuenca se ubicaron siete puntos en las principales salientes, esto con la finalidad de una ubicación mas precisa. Los

puntos de control aparecen en la figura No.1 (mapa base) y se enumeran, con su longitud y latitud respectivamente así:

1. 89°31'53" longitud 15°02'00" latitud
2. 89°12'25" longitud 14°53'53" latitud
3. 89°07'57" longitud 14°42'33" latitud
4. 89°10'07" longitud 14°34'09" latitud
5. 89°23'22" longitud 14°30'24" latitud
6. 89°40'23" longitud 14°27'19" latitud
7. 89°48'01" longitud 14°37'43" latitud

La cuenca comprende principalmente los Departamentos de Zacapa y Chiquimula, y una pequeña porción de los Departamentos de Jalapa y Jutiapa. Cubre un área de 2,519 Km.<sup>2</sup> en territorio nacional y aproximadamente 879 Km.<sup>2</sup> en territorio Hondureño.

Para su mejor estudio se ha dividido en tres subcuencas --- principales, como a continuación se detallan:

#### Subcuenca del Rfo San José

Está situada en la parte Sur-occidental y cubre un área de 568 Km.<sup>2</sup>, su principal drenaje es el río San José, que se une al Shutaqué cerca de Chiquimula, para juntos formar el brazo occidental del río Grande de Zacapa. Sus afluentes --- más importantes son El Songotongo, Los Trapichitos y El --- Cushapa, atravesando en su recorrido los municipios de Ipala y San José La Arada.

#### Subcuenca del Rfo Shutaqué

Como corriente superficial más importante está el río --- Shutaqué, que recibe afluentes como los ríos Santa Cruz y -

la Conquista, así como varias quebradas dentro de sus 311 Km.<sup>2</sup> de área de drenaje, situados en la parte Sur-central de la cuenca del Río Grande de Zacapa. A diferencia de la Subcuenca del Río San José, toda esta Subcuenca es sumamente montañosa, encontrándose en ella los municipios de Quezaltepeque y San Jacinto.

#### Subcuenca del Río Camotán

Esta cuenca forma el brazo oriental del río Grande de Zacapa. Su drenaje superficial más importante es el río Camotán o Jocotán, el cual nace en la república de Honduras. Drena un área de aproximadamente 1,640 Km.<sup>2</sup>, pasando por las poblaciones de Jocotán y Camotán, en el Departamento de Chiquimula, antes de unirse con el brazo formado por los ríos San José y Shutaqué. Sus afluentes principales son los ríos Mapá, Chamagua, Panela y Jupilingo. Esta Subcuenca es de topografía sumamente accidentada y ciertamente, es la más húmeda de todas las que forman la cuenca del río Grande de Zacapa.

La cuenca tiene como límites geográficos, al Norte la Cuenca del Río Motagua, que es precisamente donde desemboca; al Oeste sigue siendo la Cuenca del Motagua, al Sur limita con las Cuencas de Río Lempa y Olopa y al Oeste colinda con la República de Honduras, siendo la frontera el límite de la cuenca en este lado.

#### 5.1.2 Geológicas

Los grupos y formaciones geológicas de la zona que abarca la Cuenca, están distribuidos como aparece en el mapa geológico, ver figura No.3 y su descripción es la siguiente:

En la parte sur de la cuenca se encuentra en gran proporción con 825 Km.<sup>2</sup> que corresponden al 32.75% del área total, el grupo Padre Miguel. El símbolo geológico es Tpm y corresponde

al período terciario (69,000,000 de años) de la era Mesozoica cuyos caracteres geológicos son el levantamiento y hundimiento de continentes, sin actividades volcánicas ni plegamientos.

En los terrenos predominan las calizas formando principalmente por el grupo Padre Miguel con los siguientes materiales geológicos: basalto, felsitas, arenitas volcánicas y lahar.

La siguiente formación en orden descendente, son las rocas volcánicas con un área de 348 Km.<sup>2</sup> que equivalen al 13.48% del área de la cuenca. Esta formación se encuentra principalmente en: los llanos de Ipala y Agua Blanca. El símbolo geológico es QV y comprende rocas volcánicas de la era cuaternaria o atropozoica, con una duración de 1,000,000 de años. En ella tuvieron lugar las grandes glaciaciones, en alternación con las interglaciaciones.

Luego en su orden están los aluviones que son formaciones del período holoceno o aluvial que corresponde a la era cuaternaria. Cubren un área de 296 Km.<sup>2</sup>, que es el 11.75% de la cuenca, su símbolo geológico es Qal, y su distribución es amplia en toda la cuenca, principalmente en las márgenes de los afluentes.

Las rocas Plutónicas forman 292 Km.<sup>2</sup> de la cuenca, equivalentes al 11.59%. Esta formación se encuentra concentrada al Nor-oeste de la cuenca, principalmente entre Zacapa y Chiquimula, el símbolo respectivo es KTi, estas rocas corresponden al período terciario o cretácico (69,000,000 de años) de la era secundaria o mesozoica, con formaciones plutónicas, entre ellas: granito, adamelita, granodiorita, diorita y gabro.

Rocas metamórficas del Paleozoico superior, abarcan 256 Km.<sup>2</sup> de la cuenca, que equivalen al 10.16%, se encuentran localizadas a lo largo de las fallas geológicas que atraviezan la cuenca de Este a Oeste. Estas son formaciones de la era primaria (318,000,000 de años), caracterizada por su gran actividad volcánica. Los plegamientos caledoniano y herciniano originaron la cadena Caledoniana y Herciniana. El símbolo geológico que caracteriza esta clase es UPm. El período paleozoico superior al que pertenecen estos terrenos está formado por rocas metamórficas entre ellas: filitas, clorita, cuarcitas y micaesquistos. Probablemente equivalente al grupo Santa Rosa.

El símbolo LPm identifica a las formaciones del período paleozoico inferior de la era primaria, principalmente rocas metamórficas como: esquistos, gneisses, migmatitas, -metavolcánicas, metahorstenos y mármol. Su ubicación dentro de la cuenca se limita a un solo bloque al Este y Sureste de Zacapa, abarca 188 Km.<sup>2</sup> que equivalen al 7.46% del área total de la cuenca.

El símbolo geológico TS identifica a los terrenos originados en el período cretácico de la era secundaria o mesozoica (124,000,000 de años), comprende las formaciones de Subinal y Guastatoya; con rocas como lutita roja, arenisca y conglomerado con toba interestratificada, ocupa 173 km.<sup>2</sup> de la cuenca que corresponden al 6.87%, se encuentra distribuida al sur de Camotán y a la altura de Quezaltepeque principalmente.

Por último se encuentran las formaciones del período terciario o cretácico de la era secundaria, pertenecen al grupo --Yojoa; con rocas de caliza, lutita y arenisca, el símbolo geológico que identifica esta formación es Ky, y abarca 141 Km.<sup>2</sup>, o sea el 5.6% del área total.

En el cuadro No.1 se resumen los materiales geológicos y el área cubierta por los mismos dentro de la cuenca.

CUADRO No.1: MATERIAL GEOLOGICO QUE FORMA LOS TERRENOS DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

MATERIAL GEOLOGICO	SIMBOLO	AREA DE LA CUENCA Km. <sup>2</sup>	% DEL AREA TOTAL
Grupo Padre Miguel Del Período Terciario	TPm	825	32.75
Rocas Volcánicas de la Era Cuaternaria	QV	348	13.48
Aluvión Cuaternario	Qa1	296	11.75
Rocas Plutónicas del Perfodo Cretácico	KTi	292	11.59
Rocas Metamórficas del Paleozoico Superior	UPm	256	10.16
Rocas Metamórficas del Paleozoico Inferior	LPm	188	7.46
Formaciones Subinal y Guastatoya del Terciario	TS	173	6.87
Grupo Yojoa del Cretácico	Ky	141	5.6

FUENTE: Instituto Geográfico Nacional. División de Estudios Geográficos. Mapas geológicos.

### 5.1.3 Ecológicas

En la cuenca del Río Grande de Zacapa, se identifican 3 zonas de vida, figura No.4, y se describen a continuación:

#### 5.1.3.1 Monte Espinoso

Esta zona de vida se encuentra representada en el mapa por el símbolo me-S

Localización y Extensión: El Monte Espinoso dentro de la cuenca abarca un área que va desde Chiquimula en la confluencia de los ríos San José y Shutaqué; hasta la parte norte de la cuenca, donde desemboca el río Grande al Motagua. Los Llanos de la Fragua y la mayor parte de tierra bajo riego están comprendidos dentro de esta zona de vida.

La superficie total de esta zona dentro de la cuenca es de 255 Km.<sup>2</sup>, lo que representa el 10% de la superficie de la cuenca.

Condiciones Climáticas: En esta zona de vida, las condiciones climáticas están representadas por días claros en la mayor parte del año y una escasa precipitación anual. Generalmente cae durante los meses de agosto a octubre, de 400 a 600 mm anuales.

De el área caracterizada por esta zona de vida, los lugares que disponen de datos climáticos son: Zacapa, La Fragua y Chiquimula. La biotemperatura media anual oscila entre 24° y 26°C.

La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 130% mayor a la cantidad de lluvia total anual.

Topografía y Vegetación: Los terrenos correspondientes a esta zona de vida son de relieve plano o ligeramente accidentado. La elevación varía de -- 180 a 400 m.s.n.m.

La vegetación natural está constituida mayormente por arbustos y plantas espinosas, entre las principales que predominan en las áreas de esta formación están: Lemaireocereus sp, Cephalocereus sp, Guaiacum sp, Pereskia sp, Jaquinia sp, Bucidamacro-stachya, Acacia farneciana, Cordia alba.

Las tierras de esta zona de vida solamente pueden ser utilizadas en actividades agrícolas con riego.

#### 5.1.3.2 Bosque Seco Subtropical

Esta zona de vida se encuentra representada en el mapa por el símbolo bs - S

Localización y Extensión: Abarca un área que rodea el Monte Espinoso en el valle del Motagua; se dirige hacia el Este por el valle de Jocotán y -- Camotán, abarcando también en el Sur parte de Chiquimula hasta Quezaltepeque. También encontramos esta zona de vida en el Sur-Oeste de la cuenca en San Luis Jilotepeque, Ipala y parte de Agua Blanca.

La superficie total de esta zona de vida dentro de la cuenca es de 665 Km.<sup>2</sup> aproximadamente, lo que -- representa el 26% de la superficie de la cuenca.

Condiciones Climáticas: En esta zona de vida las condiciones climáticas se caracterizan por días -- claros y soleados durante los meses que no llueven y parcialmente nublados durante la época de Enero-abril. La época de lluvias corresponde especialmente en los meses de Junio a octubre, en que llegan

a ser las precipitaciones más importantes en esta región.

La precipitación en esta formación varía de 500 mm hasta 855 mm como promedio total anual.

La biotemperatura media anual, para esta zona oscila entre 19°C. y 24° C.

La relación de evapotranspiración potencial es de alrededor de 1.5.

Topografía y Vegetación: Los terrenos correspondientes a esta zona ecológica son de relieve plano hasta accidentado.

La elevación varía de 400 hasta 1 200 m.s.n.m. La vegetación natural está constituida especialmente por las especies siguientes:

Cochlospermum vitifolium, Alvaradoa amorphoides, Sabal mexicana, Phyllocarpus septentrionalis, Albizia caribaea.

El uso de la tierra en terrenos planos que tienen suelos de buena calidad y con regadío producen cosechas rentables como: melón, sandía, tomate, yuca, chile y otros propios de la agricultura intensiva.

Los terrenos inclinados que generalmente son suelos pobres deberían dedicarse más como protectores.

En algunos lugares se pueden cultivar plantas perennes como: mangos, guanabas, jocote marañón.

#### 5.1.3.3 Bosque Humedo Subtropical

Esta zona de vida se encuentra representada en el mapa por el símbolo: bh - S

Localización y Extensión: Esta zona es la mas extensa dentro de la cuenca y tiene muchas asociaciones edáficas diferentes.

Incluye casi toda la subcuenca del río camotán y -- gran parte de la del río Shutaqué. El resto se distribuye paralela al "parte aguas" de la cuenca.

La superficie total de esta zona de vida es de 1 500 Km.<sup>2</sup> lo que representa el 64% de la superficie de la cuenca.

Condiciones Climáticas: En esta zona de vida el periodo en que las lluvias son más frecuentes, corresponde a los meses de mayo a noviembre, variando en intensidad según la situación orográfica que ocupan las áreas de la zona.

La precipitación oscila de 1 100 a 1 349 mm como promedio total anual.

La biotemperatura media anual para esta zona, varía entre 20° y 26°C.

La relación de evapotranspiración potencial es alrededor de 1.0.

Topografía y Vegetación: Los terrenos correspondientes a esta zona son de relieve ondulado a accidentado y escarpado.

La elevación varía de 650 m.s.n.m, arriba de Camotán, hasta los 1 700 en la aldea Estanzuela.

La vegetación natural está constituida especialmente por: Pinus oocarpa, Curatella americana, Quercus sp., Byrsonima crassifolia, que son las mas indicadoras de esta zona.

El uso apropiado para estos terrenos es netamente de manejo forestal para protección de la cuenca, ya que la especie que predomina es el Pinus oocarpa y

donde los suelos son muy pobres predomina el -- Quercus sp. Por lo que estos suelos deben ser cuidadosamente manejados, ya que donde la topografía es escarpada el uso tendrá que ser de protección propiamente.

#### 5.1.4 Climáticas

Según el sistema Thornthwaite, el clima de la mayor parte del área cubierta por el río Grande de Zacapa, es húmedo y cálido, con invierno seco y benigno, excepto en una franja que se extiende de Sur a Norte desde Chiquimula a Zacapa, donde es seco y con invierno también seco.

A partir de los datos climáticos de la cuenca, ver Figuras No. 5 y 6. La evapotranspiración va en incremento de Norte a Sur teniéndose un valor de 800 mm anuales en la región de los --- Llanos de La Fragua; 900 mm en la parte central de la cuenca, principalmente Camotán, Jocotán y El Valle de Chiquimula. Por último, el mayor valor que se registra es de 1 000 mm anuales en la parte Sur-Este de la cuenca sobre todo Esquipulas y --- Quezaltepeque.

La mayor temperatura que se registra es de 30°C. en la parte Norte de la cuenca, a la altura de Zacapa; luego va disminuyendo la temperatura media anual hasta llegar a 22°C. en la parte Sur, por la montaña de Pinula, San Luis Jilotepeque, - Volcán de Ipala y Agua Blanca. Ver figura No.5.

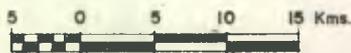
La precipitación anual de la cuenca no está uniformemente distribuida, como puede apreciarse en el mapa de Isoyetas, figura No.6. Al Este de la cuenca, en la zona fronteriza con --- Honduras, se registran los datos mas altos de precipitación - entre 1 400 y 1 500 mm anuales. La menor precipitación se -- registra en la zona comprendida entre Zacapa y Chiquimula con datos de 600 mm a 700 mm anuales.

CUENCA RIO GRANDE DE ZACAPA  
ISOTERMAS Y EVAPOTRANSPIRACION MEDIA ANUAL



REFERENCIAS

- Limite internacional
- División superficial de cuencas
- ..... Isotermas anuales en grados centigrados
- Evapotranspiración anual en mm.



ESCALA APROXIMADA

FIGURA No 5

CUENCA RIO GRANDE DE ZACAPA  
ISOYETAS MEDIAS ANUALES

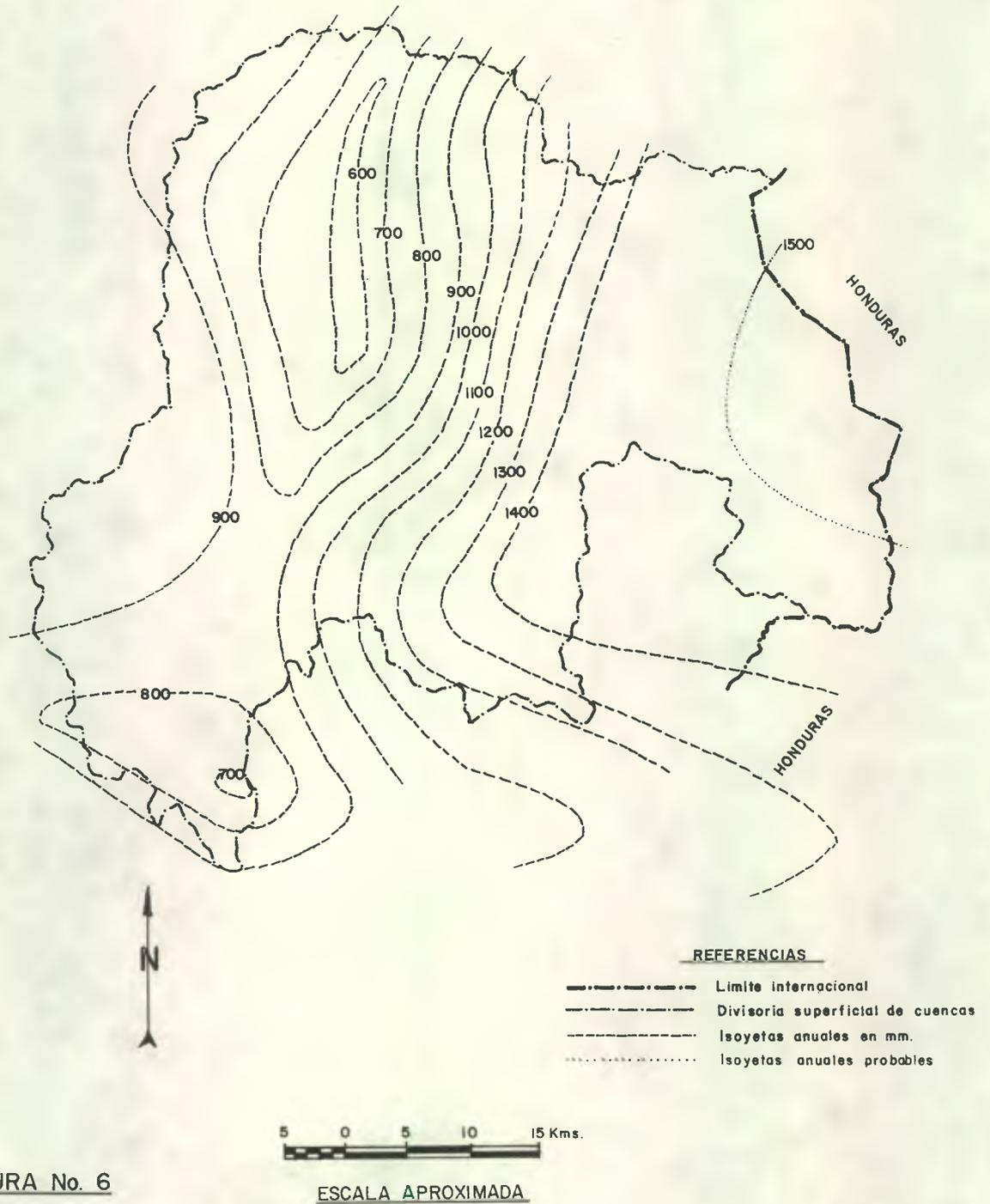


FIGURA No. 6

### 5.1.5 Agrológicas

La cuenca del río Grande de Zacapa, comprende veintiuna serie de suelos, según la clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala (41), ver mapa de serie de suelos de Simmons, Figura No.7. En esta clasificación de Charles Simmons, los suelos fueron nombrados y clasificados de acuerdo con sus características genéticas, siguiendo el sistema usado por la Oficina de Clasificación de Suelos, del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Dicha clasificación de reconocimiento fue concluida en 1955, los datos que a continuación se presentan fueron actualizados en 1980 por el IGN:

#### Altombran Ab.

Los suelos Altombran son profundos, bien drenados, desarrollados sobre granito, gneis y esquisto, en un clima seco. Ocupan un relieve de ondulado a escarpado, a elevaciones medianas en la parte Oeste y Norte de la cuenca. Se asocian con y se asemejan a los suelos Zacapa, Tahuaini y Gacho en ciertos aspectos. Son más profundos que los de Zacapa y se encuentran en un clima más seco que los Tahuaini y Gacho. Estos suelos ocupan 114 Km.<sup>2</sup> que corresponde al 4.53% del área total de la cuenca.

Casi todas las áreas están cubiertas con pastos y pinos esparcidos con maleza y algo de encino. Regularmente se usan para potreros.

Perfil del suelo: Altombran franco arcillo arenoso fino.

#### Culma Cul.

Los suelos Culma son moderadamente profundos, bien drenados, desarrollados sobre lahar máfico, en un clima seco. Ocupan relieves de fuerte pendiente en las faldas del volcán de Ipatla. Están asociados con los suelos Mongoy, Jalapa y Suchitán. La vegetación natural es un bosque bajo, lleno de maleza con muchas especies xerófitas. El área de esta serie es de 31

Km.<sup>2</sup>, o sea 1.23% del área de la cuenca.

Perfil del suelo: Culma franco arcilloso pedregoso.

#### Chol Chg.

Los suelos Chol son poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre esquisto en un clima seco a húmedo-seco. Ocupan relieves inclinados en fajas al Este de la cuenca sobre la falla de Camotán. Están asociados con los suelos --- Marajuma, Civija y Acasaguastlán, pero son mucho menos profundos, son más secos que los primeros dos y se desarrollan sobre esquistos, mientras que los Acasaguastlán están desarrollados sobre roca serpentina. La cubierta vegetal más común es pino en bosques abiertos con grama delgada. El área es de 64 Km.<sup>2</sup> que representan el 2.54%.

Perfil del suelo: Chol franco arenoso fino gravoso.

#### Chipó Chi.

Los suelos Chipó son poco profundos, excesivamente drenados desarrollados sobre roca granítica descompuesta, o ceniza - volcánica cementada de color claro. Ocupan una pequeña área de 6 Km.<sup>2</sup> al Norte de Chiquimula, equivalente a 0.24%. Están asociados con los suelos Mocá y Osuna, pero se distingüen de estos porque los Mocá son profundos y están desarrollados sobre ceniza máfica reciente y en corrientes de lodo, y los Osuna están desarrollados sobre ceniza volcánica debilmente cementada, y ocupan terreno menos inclinado. La vegetación de los suelos Chipó, es un bosque denso de árboles tropicales de maderas duras con muchos bejucos.

Perfil del suelo: Chipó franco.

#### Chicaj Chj.

Los suelos Chicaj son poco profundos, mal drenados, desarrollados en un clima seco, sobre ceniza volcánica cementada de

grano fino. Ocupan terreno casi plano en bolsones a elevaciones bajas y medianas, en diferentes lugares de la -- cuenca, principalmente al Norte. Comprende esta serie -- 56 Km.<sup>2</sup>, o sea 2.23%.

Están asociados con los suelos Chirrón y Tempisque, los - cuales no aparecen en la clasificación de reconocimiento de suelos, pero se distingüen de éstos fácilmente porque los Chicaj son grises, mientras que los otros son cafés o cafés grisáceos en su color. La vegetación natural consiste de pastos nativos y de matorrales xerofíticos, la mayor parte de los cuales son leguminosas con espinas y especies de cactus.

Perfil del suelo: Chicaj arcilla.

#### Chuctal Chu.

Los suelos Chuctal son profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica blanca cementada, a toba en clima húmedo seco. Ocupan relieves escarpados a elevaciones medianas. Al Sur de Quezaltepeque están asociados con los suelos Jalapa y Tahuaini, pero se han desarrollado en un clima más húmedo, su forestación es más densa, son más profundos y más ácidos que los suelos Jalapa. La vegetación natural consiste en Pino y Encino. Su formación es de 15 Km.<sup>2</sup> que equivale al 0.60% del área de la cuenca.

Perfil del suelo: Chuctal franco limoso.

#### Güija Gũ.

Los suelos Güija son poco profundos, mal drenados, se han desarrollado sobre rocas máficas en materiales volcánicos, en un clima de seco a húmedo seco. Ocupan relieves ondulados al Sur de la cuenca, con un área de 25 Km.<sup>2</sup> que corresponde al 1% del área total.

Están asociados con y se asemejan a los suelos Mita en algunas características, pero los Mita son más profundos, ocupan

relieves más suaves y son menos pedregosos que los suelos Güija. La vegetación natural consiste de plantas xerofitas. Muy poco de esta área está cultivada.

Los arroyos que desagúan los suelos Güija tienen un color azulado lechoso por la arcilla fina que está en suspensión en el agua.

Perfil del suelo: Güija arcilla pedregosa

#### Jigua Jg.

Los suelos Jigua son poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre roca andesítica, en un clima cálido y húmedo a húmedo seco. Ocupan pendientes inclinadas en la parte Noroccidental de la cuenca, en un área de 198 Km.<sup>2</sup>, equivalente al 7.86% del área.

Están asociados con los suelos Zacapa y Chol, pero se distinguen porque estos últimos se han desarrollado sobre granito y esquisto respectivamente. La cubierta vegetal consiste principalmente de maleza y matorrales con algo de cactus. Se cultiva muy poco del área de los Jigua y la mayor parte se usa para pastos naturales.

Perfil del suelo: Jigua arcilla.

#### Jilotepeque Ji.

Los suelos Jilotepeque son poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre toba volcánica o brecha de toba de color claro en un clima seco a húmedo seco. Ocupan relieves inclinados a altitudes medianas en el Sur de la cuenca en Quezaltepeque.

Comprende un área de 111 Km.<sup>2</sup> que corresponde al 4.41% del área total de la cuenca. Están asociados con los suelos Jalapa, Talquesal y Pinula, pero se distinguen fácilmente pues son de color oscuro y de textura más pesada que los Jalapa y Talquesal y no son tan profundos como los Pinula. La vegetación natural era probablemente una mezcla de pinos con un -

bosque deciduo, pero casi toda el área se ha limpiado y se usa para maíz o se ha erosionado a tal punto, que está abandonada.

Perfil del suelo: Jilotepeque franco arcilloso gravoso.

#### Jalapa Jl.

Los suelos Jalapa son poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica cementada de color claro o toba en un clima seco a húmedo seco y cálido. Ocupan relieves inclinados a altitudes medianas principalmente en la subcuenca de Camotán y en áreas circunscritas a San Luis Jilotepeque y al Sur de Quezaltepeque que abarcan 596 Km.<sup>2</sup> o sea el 23.66%, es la serie que cubre más área.

Están asociados con los suelos Tahuaini y Jilotepeque, pero no son tan profundos como éstos. Tiene una vegetación natural abierta de pino con una cubierta de pastos.

Perfil del suelo: Jalapa franco arenoso fino.

#### Mongoy Mg.

Los suelos Mongoy son moderadamente profundos, bien drenados desarrollados sobre lava máfica o brecha de toba en un clima cálido seco a húmedo seco. Ocupan declives muy inclinados en el Sur de la Subcuenca del Río San José, con un área de 52 Km.<sup>2</sup> que corresponde al 2.07 %.

Están asociados con los suelos Culma y Güija, pero ocupan relieves más inclinados que éstos, son más profundos que los Güija y más pedregoso que los Culma. La vegetación natural consiste de pastos, árboles y matorrales. Casi todo el área se usa para pastos y se cultiva solo una parte pequeña.

Perfil del suelo: Mongoy arcilla pedregosa.

#### Mita Mi.

Los suelos Mita son profundos, mal drenados, desarrollados sobre material máfico de grano fino, en un clima seco o --

humedo seco. Ocupan relieves casi planos en el municipio de Ipala.

Se encuentran en asociación con los suelos Güija y se asemejan a ellos en muchos aspectos, pero ocupan relieves menos planos y son menos pedregosos. Se asemejan a los Chicaj que se han desarrollado en ceniza volcánica blanca, pero los Mita se han desarrollado sobre un material de color oscuro. Ocupa 56 Km.<sup>2</sup> que corresponde a 2.23% del área total de la cuenca. La vegetación natural consiste en pastos y matorrales, muchos de los cuales son plantas espinosas de apariencia de acacia, con algunos cactus y jícara. Casi toda el área está en potreros, pero parte con maíz. Los suelos son muy plásticos cuando están húmedos y duros cuando están secos. Perfil del suelo: Mita arcilla.

#### Oquén Oq.

Los suelos Oquén son poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre roca felsítica de color café rojizo, en un clima seco a humedo seco. Ocupan una pequeña porción a inmediaciones de Jocotán.

Están asociados con los suelos Jalapa, pero se distinguen por el substrato de roca. Comprenden un área de 5 Km.<sup>2</sup> que corresponde al 0.20% del área. Se usan principalmente para la producción de maíz; probablemente estuvo forestada con pino y especies de madera dura.

Perfil del suelo: Oquén franco arcillo gravoso.

#### Palin Pl.

Son profundos, bien drenados, desarrollados sobre material volcánico pomáceo y máfico mezclados, en un clima humedo - seco. Ocupan relieves muy inclinados en una pequeña área en la cumbre del volcán de Ipala, al Sur de la cuenca.

Esta serie representa más una clase de terreno que un suelo relativamente uniforme, ya que gran parte, tal vez el 50% consiste de afloramientos de roca y de pendientes precipitosas.

Están asociados con los suelos Alotenango y Escuintla, pero se distinguen por su relieve escabroso y su cantidad de afloramientos de roca. El suelo de los espacios entre las rocas es casi similar a los suelos Escuintla. Ocupa esta serie únicamente 6 Km.<sup>2</sup> que corresponde a 0.24% del área de la cuenca.

Perfil del suelo: Palín franco arenoso pedregoso.

#### Pinula Pi.

Los suelos Pinula son profundos, bien drenados, desarrollados sobre toba volcánica en un clima seco o humedo seco. Ocupan relieves inclinados a altitudes medianas en un solo bloque al Sur-occidente de la cuenca.

Se encuentran en asociación con los suelos Jalapa y Jilotepeque, pero son más profundos que estos dos. La vegetación natural consiste en encino y pino, aunque la mayor parte del área ha sido limpiada y cultivada o está con pasto. Abarca un área de 21 Km.<sup>2</sup> que representa el 0.84% del área de la cuenca.

Perfil del suelo: Pinula franco limoso gravoso.

#### Suelos Aluviales SA.

Los suelos Aluviales no diferenciados, son una clase de terrenos en la cual están agrupados Suelos Aluviales jóvenes de características diferentes.

En muchos lugares, estos están bien drenados, son arenosos, de reacción neutra a alcalina y son solo moderadamente oscuros. Pero en otros están pobremente drenados, son pesados y oscuros. Casi todas las áreas mostradas en el mapa de Serie de Suelos de Simmons, son una mezcla de tendencias de ambas clases y no es posible separarlas. Además, muchas áreas de Suelos Aluviales consisten en tipos precisos, diferentes de los Suelos Aluviales en otras áreas y no es factible tratar de definir y describir tantos. En muchos lugares

estos son buenos para la agricultura y merecen ser estudiados en detalle, pero cada área mostrada en el mapa tiene -- que ser examinada individualmente antes de desarrollar un plan para su uso. Areas de los Suelos Aluviales de magnitud variable, la mayoría de los cuales son discontinuas, se encuentran a lo largo de muchos arroyos en la cuenca, pero solo en relativamente pocos lugares son éstas de tamaño suficiente para ser mostradas en la clasificación de reconocimiento de suelos. Unicamente en unos pocos lugares, como a lo largo del río Shutaqué a la altura de Chiquimula, hay áreas de Suelos Aluviales de tamaño suficiente y de características uniformes para estar mapificadas individualmente, comprenden 50 Km.<sup>2</sup>, o sea el 2% del área.

#### Subinal Sub.

Los suelos Subinal son poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre caliza en un clima cálido, seco a humedo seco. Ocupan declives inclinados en la subcuenca de Camotán y algunos bloques distribuidos en toda la cuenca, - están asociados con los suelos Sansare y Chol, pero se distinguen de éstos por la naturaleza calcárea de su material madre. La vegetación natural consiste de árboles deciduos y matorrales.

Pero gran parte del área ha sido limpiada y sembrada con -- maíz.

Esta es una de las series mas grandes dentro de la cuenca - con 503 Km.<sup>2</sup> que representan el 19.97% del área total.

Perfil del suelo: Subinal arcilla.

#### Suelos de los Valles SV.

Los suelos de los Valles no diferenciados, son una clase de terreno que describe los valles grandes en los cuales ningún tipo de suelo es dominante, en lo que respecta al terreno o a la agricultura. Estas áreas mapificadas en la clasificación de reconocimiento de suelos, incluyen una variedad amplia de clases de material madre, tipos de suelos y grados

de inclinación. En casi todos lados el material ha sido transportado y depositado por el agua (al menos en parte). Gran parte del área es casi plana y conveniente para la agricultura mecanizada, pero también se incluye áreas pendientes muy inclinadas en muchos lugares, por ejemplo: al Sur de Chiquimula. Muchos tipos y fases de varias series de suelos la mayoría de los cuales no están descritos en este informe, están incluidos en esta clase de terreno. La única característica que estas áreas tienen en común, es - que todas incluyen algo de tierra buena para la agricultura. En algunos lugares, solo un porcentaje pequeño del área se cultiva y en otros, casi toda está cultivada, o es potencialmente arable. En muchos lugares los Valles incluidos en esta clase de terreno, constituyen la parte principal del terreno arable de la región. Esto es particularmente cierto en algunos lugares planos de la cuenca.

Se debe examinar individualmente cada área para determinar su capacidad productiva. Muchas de éstas, son suficientemente importantes como para hacer un estudio detallado del suelo. Ya se han hecho dos estudios, uno en el Valle de San Jerónimo en Salamá y otro dentro de la cuenca de la Fragua en Zacapa. Estos muestran la complejidad de suelos y de grados de inclinación que se encuentran dentro de un área relativamente pequeña.

Están ampliamente distribuidos en toda la cuenca, pero principalmente en el Valle de Chiquimula, Llanos de la Fragua y en las riveras de los Ríos Jocotán y Camotán.

El área total que cubren estos suelos es de 342 Km.<sup>2</sup>, o sea el 13.58% del área de la cuenca.

#### Tahuaini Ta.

Son profundos, bien drenados, desarrollados sobre brecha de toba volcánica o pórfido andesítico, en un clima humedo seco

Ocupan relieves ondulados en la punta Sur-este de la cuenca, forman una faja en la frontera con Honduras, están asociados con los suelos Jalapa y Chuctal, pero son más profundos que éstos y se encuentran en sitios más húmedos. Se asemejan a los Suelos Marajuma y Civija, pero se han desarrollado sobre esquistos arcillosos. Gran parte del área está forestada con pino y especies deciduas, pero grandes áreas han sido limpiadas para maíz una o más veces y ahora se encuentran con maleza, zarzas y helechos. Abarcan un total de 55 Km.<sup>2</sup> que corresponde al 2.19% del área.

Perfil del suelo: Tahuaini franco.

#### Talquesal Tl.

Los suelos Talquesal son poco profundos, bien drenados, desarrollados en conglomerados o esquistos, en un clima seco o húmedo seco. Ocupan relieves inclinados al Oeste de San José la Arada y en un área pequeña un poco más al Norte, se asemejan un poco a los suelos Chol y Marajuma, pero son más profundos, menos micáceos y más rojos que el primero y no tan profundos como el segundo. La vegetación consiste en un bosque abierto de pino con algo de encino. Comprende un área de 106 Km.<sup>2</sup> que corresponde al 4.21% del área total.

Perfil del suelo: Talquesal franco arenosos fino.

#### Zacapa Za.

Estos suelos son poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre rocas de granito y gneis intemperizado en un clima cálido y seco. Ocupan pendientes de inclinadas o moderadamente inclinadas a altitudes bajas medianas, se localizan principalmente en las planicies del Valle del Motagua y parte de los Llanos de la Fragua, están asociados con los suelos Chol y Jigua, pero estos están desarrollados sobre esquistos y andesita respectivamente. La cubierta vegetal consiste de una maleza abierta con una cantidad considerable de --

cactus, algunas áreas se usan para potreros. Esta serie cubre un área de 107 Km.<sup>2</sup> o sea 4.25% del total de la --  
cuenca.

Perfil del suelo: Zacapa franco arenoso.

## 5.1.6 Hidrograficas

### 5.1.6.1 Ríos:

A el Río Grande de Zacapa tributan tres principales ríos de segundo orden, son estos: Río Jocotán, Río San José y Río Shutaqué.

El río Jocotán que forma una subcuenca, está limitado por las siguientes afluentes de tercer orden: río Chanmagua, río Mapa, río del Playón, estas tres forman el río Jupilingo, al que tributan el río -- Tituque, río Copán y Quebrada Tatutú, en este punto el río Jupilingo cambia de nombre por el de Jocotán y a la altura de Camotán lo tributan el río Toriá y La Quebrada Carcaj. Existen también un sinnúmero - de afluentes de cuarto y quinto orden, así como intermitentes.

El río Shutaqué forma otra subcuenca y sus afluentes principales son: el Río San Nicolas y el Río Salfate; además cuenta con numerosos afluentes del cuarto orden.

El Río San José forma otra de las subcuencas y lo - tributan: el río San Marcos, que mas adelante cambia de nombre por el de Río Cushapa, Río Colima, -- Río Pansagúis, Riachuelo Zarco y Río Taco. También lo tributan una serie de afluentes de cuarto orden y quebradas intermitentes.

#### 5.1.6.2 Laguna

Dentro de la cuenca únicamente se encuentra la Laguna de Ipala, localizada en el cráter del volcán del mismo nombre, con las siguientes coordenadas:  $14^{\circ}33'07''$  Latitud y  $89^{\circ}38'38''$  Longitud. Esta Laguna está sobre el Parte Aguas a una altura de 1 489 metros sobre el nivel del mar, tiene un área de  $0.60 \text{ Km.}^2$ .

#### 5.1.7 Hidrológicas

##### 5.1.7.1 Estaciones

La cuenca objeto de este estudio cuenta con dos estaciones hidrológicas, ver figura No. 8, --- siendo estas: la estación Camotán y la Laguna de Ipala.

##### Estación Camotán

Esta es una estación limnigráfica localizada a 200 metros al Oeste de Camotán, con 13 años de registro. El procedimiento de calibrado de la estación se -- efectúa por medio de aforo, con medidas de velocidad en dos puntos, se efectúa una a dos lecturas diarias, calculándose con ellas los caudales correspondientes y el caudal medio diario. El procesamiento de la información se efectúa manualmente en su -- análisis primario y para el cálculo de aforos y la estadística final se trabaja por sistemas de procesamiento mecánico.

La estación Camotán registra el área topográfica de  $1\ 413.34 \text{ Km.}^2$  tributaria del escurrimiento superficial medida hasta el punto de la estación. Su ubicación y otros datos se observan en el cuadro No.3 y en el mapa hidrológico, ver figura No.8.

CUADRO No.2: DATOS SOBRE LAS ESTACIONES CLIMATICAS E HIDROLOGICAS EXISTENTES  
EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

NOMBRE	C L A V E	T I P O	LATITUD	LONGITUD	M.S.N.M ALTITUD	MUNICIPIO	AÑOS DE REGISTRO
La Fragua	A 22.03.01	Climática	14°57'51"	89°35'04"	210	Estanzuela	1955-1959
Chiquimula	B 4.01.01	Climática	14°47'55"	89°32'48"	424	Chiquimula	1934-1959
Castañeda	C 4.08.01	Climática	14°38'00"	89°26'00"	650	Quezaltepeque	1933-1961
Zacapa, Fegua	D 22.01.01	Climática	14°57'55"	89°32'36"	184	Zacapa	1934
La Cuesta	D 4.05.03	Climática	14°49'36"	89°36'17"	700	Ipala	1934-1939
Chiquimula, Fegua	D 4.01.02	Climática	14°47'50"	89°32'08"	380	Chiquimula	1934
Ipala, Fegua	D 4.05.02	Climática	14°37'05"	89°37'08"	827	Ipala	1934
Agua Blanca, Fegua	D 10.02.01	Climática	14°31'16"	89°36'30"	890	Agua Blanca	1941
Camotán	04.02.01	Hidrológica	14°49'20"	89°22'15"	410	Camotán	1969
Laguna de Ipala	10.02.01	Hidrológica	14°33'07"	89°38'38"	1 489	Ipala	1970

FUENTE: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.  
Boletines Hidrológicos. Sección de Aguas Superficiales.

Estación: Camotán  
Clave: 04.02.01 H

CUADRO No.3: RESUMEN DE LOS CAUDALES MEDIDOS EN LA ESTACION CAMOTAN

A Ñ O	CAUDALES EXTREMOS				CAUDAL PROMEDIO				VOLUMEN EN ESCORRENTIA		
	MAXIMO INSTANTANEO		MINIMO DIARIO		ESTE AÑO		TODO EL REGISTRO		MILLONES M. <sup>3</sup>		
	FECHA	ALTURA M.	M. <sup>3</sup> /SEG	FECHA	M. <sup>3</sup> /SEG	M. <sup>3</sup> /SEG	LT/SEG/KM. <sup>2</sup>	M. <sup>3</sup> /SEG	LT/SEG/KM. <sup>2</sup>	ESTE AÑO	PROMEDIO TODO EL REG.
71-72	1o. Oct.	3.19	536.60	2 Abr.	5.09	22.05	15.61	34.21	24.21	697.11	1 080.79
72-73	29 Ago.	3.40	373.56	3 May.	2.30	10.40	7.36	29.67	21.00	328.14	938.00
73-74	19 Jun.	3.66	531.67	4 May.	3.58	28.80	20.37	29.49	20.37	913.69	933.14
74-75	27 Jun.	4.04	664.10	2 May.	3.42	27.20	19.25	29.11	20.60	857.48	920.79
75-76	15 Sep.	2.98	329.81	5 May.	3.58	21.98	15.32	27.92	19.76	693.81	882.94
76-77											
77-78	17 Sep.	2.46	206.00	19 Abr.	3.58	15.50	11.00	25.30	17.90	488.33	874.86
78-79	3 Jul.	2.82	289.00	3 May.	3.27	25.90	18.30	25.40	17.90	818.29	868.57
79-80	22 Sep.	3.25	404.00	3 May.	4.56	28.90	20.50	25.80	18.20	916.42	873.36
80-81	13 Sep.	3.48	473.00	22 Abr.	3.89	31.30	22.20	26.30	18.60	990.52	884.01
81-82	Se encuentra en proceso de elaboración										

FUENTE: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.  
Boletines Hidrológicos. Sección de Aguas Superficiales.

### Estación Laguna de Ipala

Es una estación limnimétrica con 12 años de registro, localizada en la Laguna situada en el cráter del volcán de Ipala a 1 480.09 m.s.n.m. Funciona en forma similar a la de Camotán, con la diferencia que en la Laguna se miden niveles.

Registra el área de la Laguna correspondiente a 0.60 Km.<sup>2</sup>. El resumen de niveles se presenta en el cuadro No.4, y en el mapa hidrológico se ubica la estación, Figura No.8.

#### 5.1.7.2 Datos Morfométricos

Para la cuenca del Río Grande de Zacapa se determinaron los siguientes datos morfométricos.

La longitud máxima del Río Grande es de 97.35 Km., dicha longitud está comprendida desde la divisoria de cuencas sobre el río San José, hasta la desembocadura en el río Motagua. La longitud de las corrientes significa en sí una medida de la extensión de la cuenca, y representa un índice de la -- facilidad de evacuación.

El radio de elongación se define como el cociente entre el diámetro del círculo cuyo perímetro es -- igual al de la cuenca, y la longitud del cauce más importante. El valor obtenido es de 0.673 y da -- una idea de la forma de la cuenca, ya que entre mas se aproxime a la Unidad (1.0), es mas redonda. Cuen- cas alargadas tienen valores del orden de 0.1 a --- 0.4.

La densidad de drenaje representa la longitud de corriente promedio por unidad de área y se obtiene dividiendo la suma de las longitudes de los -- cauces de todas las órdenes, entre el área total

Estación: Laguna de Ipala  
Clave: 10.02.02.H.

CUADRO No.4: RESUMENES DE NIVELES. ESTACION LAGUNA DE IPALA

A Ñ O	E X T R E M O S				ALTURA PROMEDIO		FLUCTUACION	
	MAXIMO DIARIO		MINIMO DIARIO		ESTE AÑO	TODO EL REG.	ESTE AÑO	TODO EL REG.
	FECHA	ALTURA M.	FECHA	ALTURA M.				
72-73	Se estableció la estación el 23 de Enero de 1973							
73-74	13 Oct.	2.99	30 May.	1.94	2.49	2.49	1.05	1.05
74-75	21 Sep.	2.98	30 Abr.	2.04	2.59	2.52	0.94	1.02
75-76	No parecen datos en el Boletín Hidrológico de este año.							
76-77	2 Jul.	2.70	30 Abr.	1.27	1.85	2.53	1.43	1.10
77-78	2 Oct.	1.85	30 Abr.	0.81	1.38	2.25	1.69	1.55
78-79	14 Oct.	1.55	22 May.	0.68	1.09	2.32	0.87	1.07
79-80	22 Oct.	1.55	30 Abr.	0.69	1.12	2.19	0.86	1.05
80-81	2 Oct.	1.38	30 Abr.	0.41	0.85	2.06	0.97	1.04

FUENTE: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología  
Boletines Hidrológicos. Sección de Aguas Superficiales.

de la cuenca, dando en este caso un resultado de 0.86 Km. de cauce por Km.<sup>2</sup>. Esta baja densidad de drenaje se puede deber a una alta permeabilidad del suelo y sub-suelo con cobertura de vegetación densa y al relieve que tiene poca pendiente. Esto ultimo es quizás la característica mas influyente si lo comparamos con otras cuencas que de zonas altas montañosas desembocan en el mar. Para el caso de la cuenca en estudio la diferencia entre el punto mas alto 1,847 m.s.n.m y el mas bajo 160 m.s.n.m es de 1,687 mt.; mientras que otras cuencas tienen diferencias de altura de 3,976 mt., cuenca del Río Achiguate; 3,760 mt., cuenca del Río María Linda; 3,772 mt., cuenca del Río Samalá.

La pendiente equivalente del curso principal, es la pendiente de una corriente uniforme equivalente de igual longitud que el cauce principal y de equivalente tiempo de corrimiento. El valor obtenido fue de 14.465 mts/Km., o sea 0.015465.

La pendiente promedio del terreno se obtuvo a partir de 240 puntos muestreados (27) y se obtuvo el valor de 28.23 por ciento para toda la cuenca.

El coeficiente de relieve se define como la relación entre la diferencia de altura, entre el punto más alto del perímetro de la cuenca y la desembocadura, y la longitud del cauce principal, entre la desembocadura y el perímetro.

Este coeficiente guarda una estrecha relación con la erosión, ya que es una medida de la inclinación de la cuenca. En la del Río Grande de Zacapa, la evaluación del coeficiente dió como resultado 0.018 que en general es un valor bajo comparado con otros como el caso de la cuenca del Río Achiguate con -- 0.03217 o la cuenca del Río María Linda con 0.02754.

El coeficiente de robustez se usa para combinar las características de pendiente y longitud de las corrientes y se evalúa con el producto de la diferencia de elevación entre el punto más alto del perímetro de la cuenca y el punto correspondiente a la desembocadura; y la densidad del drenaje. El valor para la cuenca en estudio es de -- 1.535, es un coeficiente bajo si lo comparamos con otras cuencas como la del río María Linda que tiene un valor de 9.964.

### 5.1.7.3 Calidad del Agua

Según la clasificación de aguas para riego de algunos ríos de Guatemala (46), la relación entre salinidad y sodización para algunas fuentes de agua y ríos de la cuenca es la siguiente:

Río San José	$C_2 S_1$
Río Jocotán	$C_2 S_1$
La Fragua	$C_2 S_1$
Estanzuela	$C_2 S_1$

Estas fuentes y afluentes tienen agua de salinidad media y sodio bajo. Es decir, que el peligro de sodio es bajo, pues la relación de adsorción del sodio está entre 0 y 10; y el peligro de salinidad es medio con valores de conductividad eléctrica de 250 a 750 micromhos/cm.

Camotán	$C_1 S_1$
Río Grande de Zacapa	$C_1 S_1$

Estas fuentes poseen agua de salinidad y sodios bajos. Pueden utilizarse para todo suelo y cultivo

bajo condiciones normales de suministros y drenajes, sin peligro de sodización.

La clasificación de aguas en los diferentes municipios y ríos, se obtuvo en base a los análisis más representativos de cada uno.

#### 5.1.7.4 Agua Subterránea

La estructura y las diferentes formaciones geológicas regionales, juegan dentro de la cuenca hidrográfica del Río Grande, un papel importante en la localización y distribución cualitativa y cuantitativa de las aguas subterráneas. En efecto, las características morfológicas de los cauces de la red de drenaje y la litología de los estratos más superficiales limitan en parte la alimentación de las rocas subyacentes dadas las pendientes pronunciadas de los flancos montañosos que bordean las cuencas tributarias y la baja porosidad de los afloramientos. Sin embargo, la densa red de fallas y fracturas localizadas al sur de la gran falla de Jocotán podrían modificar este concepto; dando lugar este complejo estructural a la formación de acuíferos importantes, por un lado en las formaciones carbonatadas y areniscas cretácicas, siempre y cuando las juntas de estratificación y las diaclases sean abiertas e hidrogeológicamente practicables, y por otro lado en los sedimentos piroclásticos y lavas volcánicas que reúnan buenas características para la alimentación y el almacenamiento de las aguas subterráneas.

Las unidades hidrogeológicas más atractivas, y que pueden constituir acuíferos interesantes para una explotación relativamente económica, están representadas básicamente por los valles aluviales

cuaternarios y recientes de Chiquimula, Esquipulas, Quezaltepeque y Jocotán, todos de extensión mediana y profundidades que pueden alcanzar los 100 metros.

La interpretación de datos hidrológicos disponibles, indican que la cuenca del río Grande hasta las estación Puente Guayabo, tiene una capacidad de almacenamiento de agua subterránea de  $76 \times 10^6$  metros cúbicos; sea un tirante de 40 mm., el cual para un período seco de 6 meses daría un caudal -- subterráneo de  $2.5 \text{ lts/seg/km.}^2$  para toda la cuenca. Ahora bien, si consideramos que este volumen está almacenado únicamente en el 10% del área, este caudal sería entonces de  $25 \text{ lts/seg/km.}^2$  cosa -- que es factible dadas las condiciones geológicas -- existentes. Sin embargo, una mejor apreciación podría lograrse mediante un reconocimiento de las -- principales unidades hidrogeológicas y un estudio sistemático y de detalle de la región.

#### 5.1.7.5 Transporte de Sedimentos

En la Cuenca se encuentra únicamente una estación de medición de sedimentos en Camotán, dicha estación es controlada por el Instituto Nacional de -- Electrificación (INDE). Cuenta con once años de registro, mide la cantidad de sedimentos que drena el río Camotán en un área de aproximadamente  $1,640 \text{ Km.}^2$ .

El registro mínimo se reportó en el período 1972-1973, con 10,410 toneladas métricas, esto coincide con el menor caudal medio reportado de  $19.4 \text{ -- mt.}^3/\text{seg.}$ , en ese mismo período como puede observarse en la figura No.9.

El valor máximo registrado fue de 46,070 toneladas

SERIE HISTORICA DE 1969 A 1980 SOBRE  
 DESCARGA MAXIMA DE SEDIMENTOS  
 Y CAUDALES MEDIOS ANUALES  
ESTACION CAMOTAN

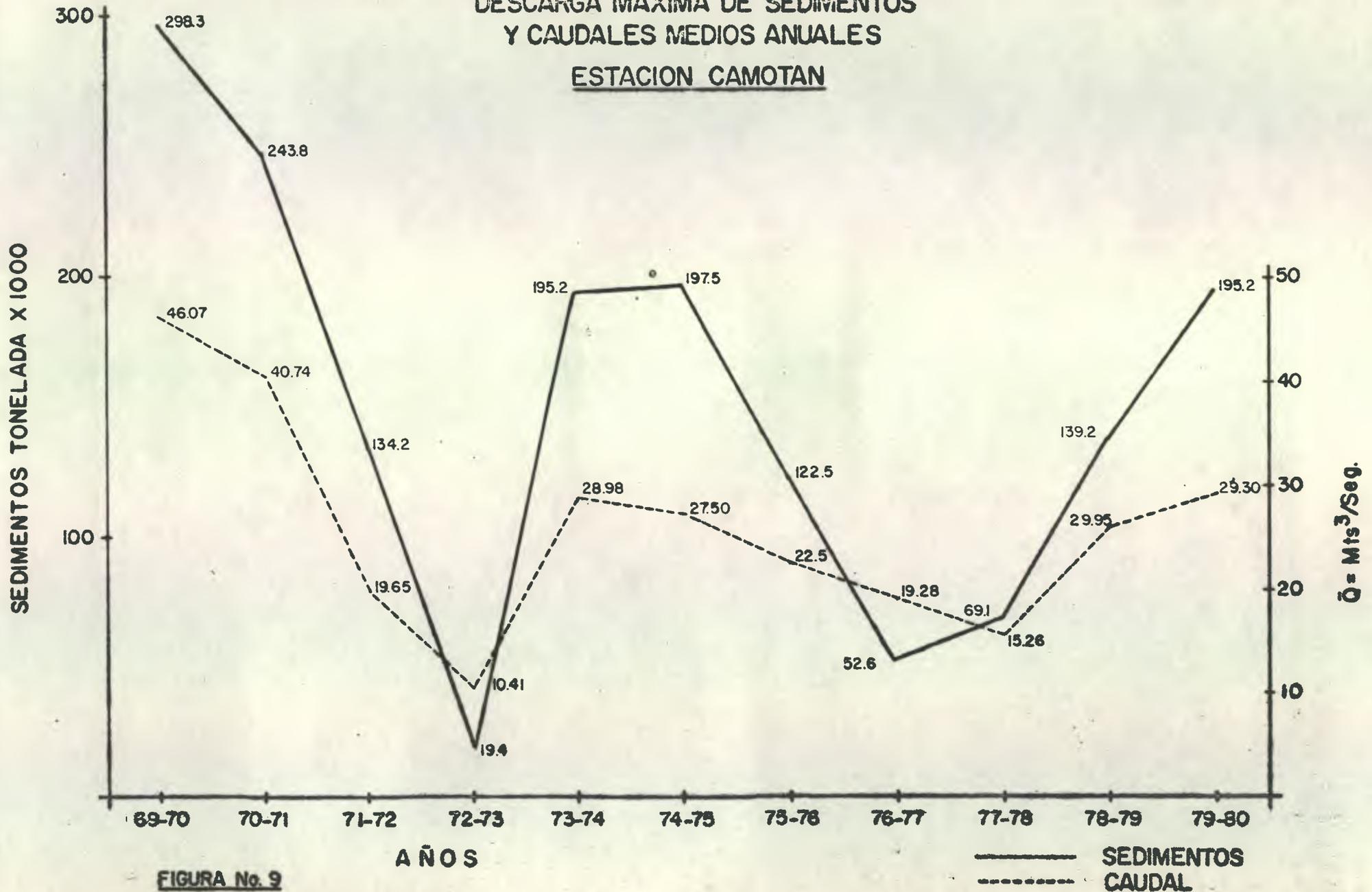


FIGURA No. 9

— SEDIMENTOS  
 - - - CAUDAL

métricas, en el período 1969-1970, en este mismo período se detectó el caudal medio máximo de 298.3 mts.<sup>3</sup>/seg.

De la figura No.9, se observa que existe una relación directamente proporcional entre el caudal medio anual y la descarga máxima de sedimentos. Pues a medida que aumenta el caudal, en igual forma -- crece la cantidad de sedimentos y viceversa.

De el análisis de la concentración de sedimentos, se observa un valor máximo en el período 1974-1975 con 2.68 Kg/mt.<sup>3</sup>, como puede observarse en el cuadro No.5. Así también, se registra en el período 1972-1973 una concentración de 0.70 Kg/mt.<sup>3</sup> que -- es el valor mínimo, en ese mismo período se registró el menor caudal medio, ver cuadro No.5.

## 5.1.8 SOCIO ECONOMICAS

### 5.1.8.1 Demografía

#### 5.1.8.1.1 Población Total

Según el IX Censo de Población levantado en 1981 (15), la población en los municipios que abarca total y parcialmente la Cuenca del Río Grande de Zacapa es de 281,697 habitantes, de los cuales el -- 49.6% son hombres y el 50.4% mujeres. Ver cuadro No.6.

#### 5.1.8.1.2 Densidad de Población

La densidad promedio de habitantes en la Cuenca es de 64.13 Hab./Km.<sup>2</sup>. Se --

CUADRO No.5: CONCENTRACION MAXIMA DE SEDIMENTOS  
MEDIDOS EN LA ESTACION CAMOTAN

A Ñ O	CAUDAL MEDIO Mt <sup>3</sup> /mes X10 <sup>6</sup>	DESCARGA MAXIMA MENSUAL DE SEDIMENTOS TON. X 1,000	CONCENTRACION MAXIMA DE SEDIMENTOS KG/Mt. <sup>3</sup>
69-70	123.4	298.3	2.42
70-71	109.1	243.8	2.23
71-72	52.6	134.2	2.55
72-73	27.9	19.4	0.70
73-74	77.6	195.2	2.52
74-75	73.7	197.5	2.68
75-76	60.3	122.5	2.03
76-77	51.6	52.6	1.02
77-78	40.9	69.1	1.69
78-79	80.3	139.2	1.74
79-80	78.5	195.2	2.49

FUENTE: Instituto Nacional de Electrificación. INDE. Registros Estadísticos.  
Plan Maestro.

CUADRO No.6: POBLACION TOTAL POR SEXO, SEGUN LUGAR DE RESIDENCIA,  
EN LOS MUNICIPIOS QUE COMPRENEN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

MUNICIPIO	AMBOS SEXOS	HOMBRES	MUJERES	AREA TOTAL Km.2	DENSIDAD HAB./KM.2
Zacapa	33 485	16 195	17 290	517	64.76
Estanzuela	5 380	2 670	2 710	66	81.51
La Unión	12 609	6 379	6 230	211	59.75
Huité	4 824	2 404	2 420	87	55.44
Chiquimula	42 635	20 713	21 922	372	114.61
San José La Arada	5 434	2 688	2 746	160	33.96
San Juan Ermita	6 815	3 489	3 326	92	74.07
Jocotán	21 764	10 975	10 789	148	147.05
Camotán	19 610	9 952	9 658	232	84.52
Olopa	8 852	4 419	4 433	156	56.74
Esquipulas	18 838	9 173	9 665	532	35.40
Concepción Las Minas	8 816	4 452	4 364	160	55.10
Quezaltepeque	16 082	7 940	8 142	236	68.14
San Jacinto	6 088	3 074	3 014	60	101.46
Ipala	14 494	7 274	7 220	228	63.57
San Pedro Pinula	26 102	13 087	13 015	376	69.42
San Luis Jilotepeque	12 623	6 076	6 547	296	42.64
San Manuel Chaparrón	5 171	2 633	2 538	123	42.04
Agua Blanca	12 075	6 109	5 966	340	35.51
<b>T O T A L:</b>	<b>281 697</b>	<b>139 702</b>	<b>141 995</b>	<b>4 392</b>	<b>64.13</b>

FUENTE: Dirección General de Estadística. IX Censo Nacional de Población, 1981. Cifras Preliminares.

presenta la mayor densidad en el municipio de Jocotán con 147.05 Hab./Km.<sup>2</sup>, y la menor de 33.96 Hab./Km.<sup>2</sup> en el municipio de San José La Arada; como se observa en el cuadro No.6. Se considera que la densidad media de población de la cuenca es baja en relación a la densidad del país, que es de 70.69 Hab./Km.<sup>2</sup>.

#### 5.1.8.1.3 Analfabetismo

De los datos recopilados del VIII Censo de Población (14), levantado en 1973, se obtuvo el dato promedio de analfabetismo en los municipios de la Cuenca, siendo este de 72.32%.

Los municipios con el mayor índice de analfabetismo son en su orden Jocotán con 89.82%, Camotán con 86.75% y San Juan Ermita con 83.92%. Los municipios que tienen los mayores índices de alfabetismo son Estanzuela con 51.77%, Zacapa con 39.83% y Chiquimula con 35.85%, como puede observarse en el cuadro No.7, los tres municipios que posee mayor número de analfabetismo coinciden con los tres municipios con el mayor número de habitantes indígenas.

#### 5.1.8.1.4 Asistencia Escolar

Del anuario estadístico 1979 (16), se obtuvo a nivel departamental la inscripción de estudiantes en establecimientos

CUADRO No.7: TOTAL DE HABITANTES ALFABETOS, POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA  
Y POBLACION INDIGENA, CON SUS RESPECTIVOS PORCENTAJES, DE LOS MUNICIPIOS  
QUE COMPREDEN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

MUNICIPIO	POBLACION TOTAL	ALFABETOS	%	POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	%	POBLACION INDIGENA	%
Zacapa	34 703	13 825	39.83	10 239	29.50	986	2.84
Estanzuela	4 417	2 287	51.77	1 143	25.87	51	1.15
La Unión	10 696	2 696	25.20	3 174	29.67	39	0.36
Huité	3 941	1 178	29.29	772	19.58	2	0.05
Chiquimula	38 872	13 936	35.85	10 038	25.82	12 146	31.24
San José La Arada	5 172	1 784	34.49	1 497	28.94	5	0.09
San Juan Ermita	6 013	967	16.08	1 920	31.93	2 556	42.50
Jocotán	22 054	2 247	10.18	8 493	38.51	19 963	90.51
Camotán	17 129	2 271	13.25	5 434	31.72	13 178	76.93
Olopa	8 258	1 373	16.62	2 678	32.42	6 274	75.97
Esquipulas	19 304	6 504	33.69	6 207	32.15	614	3.18
Concepción Las Minas	7 899	2 813	35.61	2 097	26.54	24	0.30
Quezaltepeque	14 505	3 472	23.93	4 820	33.22	2 930	20.19
San Jacinto	5 851	1 230	21.02	1 941	33.17	33	0.56
Ipala	13 120	4 104	31.28	2 148	16.37	493	3.75
San Pedro Pinula	23 846	4 169	17.48	7 080	29.69	15 911	66.72
San Luis Jilotepeque	12 396	2 823	22.77	3 281	26.46	7 615	61.43
San Manuel Chaparrón	4 951	1 754	35.42	1 330	26.86	867	17.51
Agua Blanca	12 126	3 982	32.83	3 174	26.17	25	0.20
<b>T O T A L:</b>	<b>265 253</b>	<b>73 415</b>	<b>27.68</b>	<b>77 466</b>	<b>29.20</b>	<b>83 712</b>	<b>31.55</b>

FUENTE: Dirección General de Estadística. VIII Censo de Población 1973.

oficiales y privados, siendo los datos de 11,334 personas inscritas en establecimientos oficiales y 4,037 en planteles privados, como se muestra en el cuadro No.8.

#### 5.1.8.1.5 Población Económicamente Activa

Del total de habitantes de los municipios que abarca la cuenca en estudio, el 29.2% corresponde a población económicamente activa; siendo los municipios de Jocotán, Quezaltepeque y San Jacinto, los que mayor índice presentan, como se observa en el cuadro No. 7.

#### 5.1.8.2 Tenencia de la Tierra

##### 5.1.8.2.1 Tipos de Tenencia

Dentro de la cuenca se caracterizan diferentes tipos de tenencia, siendo ellos: fincas en propiedad, arrendadas, colonatos, ocupantes, comuneros y combinaciones de tenencia con propias/arrendadas, propias/colonato, propias/comunal. En los departamentos de Zacapa y Chiquimula, según el VIII Censo Agropecuario Nacional (14), existen 33,878 fincas cubriendo una superficie de 2,037.7 Km.<sup>2</sup>. Así mismo el 75% de las fincas son de tenencia propia, mientras que el 11% son de tenencia propia/arrendada. Ver cuadros No. 9 y 10.

CUADRO No.8: TOTAL DE ALUMNOS INSCRITOS EN PLANTELES OFICIALES Y PRIVADOS  
 POR SEXO, EN DEPARTAMENTOS QUE CUBRE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

DEPARTAMENTO	INSCRIPCION DE ALUMNOS EN ESTABLECIMIENTOS OFICIALES. EDUCACION BASICA		INSCRIPCION DE ALUMNOS EN ESTABLECIMIENTOS PRIVADOS. EDUCACION BASICA		INSCRIPCION DE ALUMNOS EN ESTABLECIMIENTOS OFICIALES. POR COOPERATIVAS		INSCRIPCION DE ALUMNOS EN ESTABLECIMIENTOS OFICIALES. DIVERSIFICADO		INSCRIPCION DE ALUMNOS EN ESTABLECIMIENTOS PRIVADOS. DIVERSIFICADO	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
ZACAPA	799	639	138	182	280	260	78	6	292	401
CHIQUIMULA	1 038	1 016	140	188	40	36	833	802	185	406
JALAPA	442	508	143	107	104	76	453	583	76	86
JUTIAPA	949	893	67	81	701	571	166	70	289	353
T O T A L:	3 219	3 056	488	558	1 125	943	1 530	1 461	842	1 246

FUENTE: Dirección General de Estadística; División de Documentación y Estadística, USIPE. Anuario Estadístico 1979.

CUADRO No.9: CLASIFICACION DE LA TENENCIA DE LA TIERRA  
CENSO AGROPECUARIO 1979

ZACAPA

TENENCIA	TOTAL DE FINCAS		
	No.	SUPERFICIE MZ.	SUPERFICIE Km. <sup>2</sup>
Propia	6 833	150 687.18	1 039.74
Arrendadas	863	6 155.71	42.47
Colonatos	673	2 288.79	15.79
Ocupantes	56	134.61	0.93
Comuneros	718	787.42	5.43
Otras Formas Simples	86	4 718.41	32.55
Propias/Arrendadas	646	9 351.35	64.52
Propias/Colonato	1	5.45	0.04
Propias/Comunal	39	222.76	1.54
Otras Formas Mixtas	218	1 816.50	12.53
<b>T O T A L:</b>	<b>10 133</b>	<b>176 168.18</b>	<b>1 215.56</b>

FUENTE: Dirección General de Estadística. Ministerio de Economía, Guatemala.

CUADRO No.10: CLASIFICACION DE LA TENENCIA DE LA TIERRA  
CENSO AGROPECUARIO 1979

CHIQUIMULA

TENENCIA	TOTAL DE FINCAS		
	No.	SUPERFICIE MZ.	SUPERFICIE KM. <sup>2</sup>
Propias	18 568	104 139.47	718.56
Arrendadas	697	1 460.44	10.08
Colonatos	21	29.81	0.21
Ocupantes	20	35.66	0.25
Comuneros	821	215.24	1.49
Otras Formas Simples	55	97.79	0.67
Propias/Arrendadas	3 216	11 332.27	78.19
Propias/Comunal	13	21.61	0.15
Otras Formas Mixtas	334	1 818.15	12.55
<b>T O T A L:</b>	<b>23 745</b>	<b>119 150.44</b>	<b>822.14</b>

FUENTE: Dirección General de Estadística. Ministerio de Economía, Guatemala.

#### 5.1.8.2.2 Extensión de los Tipos de Tenencia

El mayor número de fincas, dentro de la cuenca, están comprendidas entre 2 y 5 manzanas con un total de 7,930 que equivalen al 23.4% del total de fincas. Aparecen 4 fincas de 50 caballerías con un área de 53.3 Km.<sup>2</sup>. Ver cuadros No.11 y 12.

Como puede observarse en los cuadros, en la cuenca existe una mala distribución de la tierra, circunstancia que frena el desarrollo de la mayoría de la población. Por otro lado estas grandes fincas se encuentran en los mejores terrenos.

#### 5.1.8.3 Asistencia Técnica Agrícola

Las principales fuentes de asistencia técnica agrícola en el área de la cuenca son de origen: estatal, cooperativo y agentes de casas comerciales, -- principalmente. Así tenemos que de las 1,403 asistencias prestadas en los municipios de la cuenca el 64% fueron brindadas por el estado, el 4% por cooperativas y el 2% por agentes de casas comerciales. Los municipios que mayor número de asistencia recibieron fueron: Agua Blanca, San Manuel Chaparrón y Quezaltepeque. Vease Cuadro No.13.

#### 5.1.8.4 Asistencia Crediticia

Del análisis de los datos estadísticos, obtenidos del III Censo Agropecuario Nacional (13), a nivel de municipio se obtuvo la siguiente información: - del total de asistencias crediticias dadas en toda

CUADRO No.11: CLASIFICACION DEL TAMAÑO DE LA TIERRA  
CENSO AGROPECUARIO 1979

ZACAPA

T A M A Ñ O	TOTAL DE FINCAS		FRAGMENTACION		
	No.	SUPERFICIE MZ.	SUPERFICIE KM. <sup>2</sup>	No. DE PARCELAS	PROMEDIO
Menor de 1 cuerda	1 916	285.20	1.97	1 916	1.00
De 1 cuerda a 1 Mz.	1 453	627.89	4.33	1 686	1.16
De 1 Mz. a 2 Mz.	2 192	2 760.49	19.05	2 715	1.23
De 2 Mz. a 5 Mz.	2 094	5 986.76	41.31	2 996	1.43
De 5 Mz. a 10 Mz.	831	5 502.43	37.97	1 444	1.73
De 10 Mz. a 32 Mz.	895	15 136.18	104.44	1 799	2.01
De 32 Mz. a 64 Mz.	299	12 640.13	87.22	716	2.39
De 1 Cab. a 10 Cab.	409	59 323.36	409.33	995	2.43
De 10 Cab. a 20 Cab.	30	28 539.39	196.92	36	1.20
De 20 Cab. a 50 Cab.	9	20 817.35	143.64	10	1.11
De 50 Cab. a 100 Cab.	4	16 825.00	116.09	14	3.50
De 100 Cab. a 200 Cab.	1	7 724.00	53.29	1	1.00
De 200 Cab. a mas de 200 Cab.	0	0	0	0	0
<b>T O T A L:</b>	<b>10 133</b>	<b>176 168.18</b>	<b>1 215.56</b>	<b>14 328</b>	<b>1.41</b>

-74-

FUENTE: Dirección General de Estadística, III Censo Nacional Agropecuario, Abril de 1979.  
Ministerio de Economía, Guatemala.

CUADRO No.12: CLASIFICACION DEL TAMAÑO DE LA TIERRA  
CENSO AGROPECUARIO 1979

CHIQUIMULA

T A M A Ñ O	TOTAL DE FINCAS		FRAGMENTACION		
	No.	SUPERFICIE MZ.	SUPERFICIE Km. <sup>2</sup>	No. DE PARCELAS	PROMEDIO
Menor de 1 cuerda	5 575	400.26	2.76	5 575	1.00
De 1 cuerda a 1 Mz.	3 220	1 633.93	11.27	4 259	1.32
De 1 Mz. a 2 Mz.	5 236	6 672.83	46.04	8 097	1.54
De 2 Mz. a 5 Mz.	5 836	16 452.96	113.53	10 083	1.72
De 5 Mz. a 10 Mz.	1 908	12 284.69	84.76	3 807	1.99
De 10 Mz. a 32 Mz.	1 340	22 012.86	151.89	2 881	2.15
De 32 Mz. a 64 Mz.	321	14 715.43	101.54	768	2.39
De 1 Cab. a 10 Cab.	303	38 625.11	266.51	809	2.65
De 10 Cab. a 20 Cab.	5	4 773.37	32.94	8	1.60
De 20 Cab. a 50 Cab.	1	1 579.00	10.89	1	1.00
De 50 Cab. a 100 Cab.	0	0	0	0	0
De 100 Cab. a 200 Cab.	0	0	0	0	0
De 200 Cab. a mas de 200 Cab.	0	0	0	0	0
<b>T O T A L:</b>	<b>23 745</b>	<b>119 150.44</b>	<b>822.13</b>	<b>36 288</b>	<b>1.52</b>

FUENTE: Dirección General de Estadística, III Censo Nacional Agropecuario, Abril de 1979,  
Ministerio de Economía, Guatemala.

CUADRO No.13: NUMERO DE FINCAS QUE RECIBIERON ASISTENCIA TECNICA EN EL AÑO AGRICOLA 1978  
 POR MUNICIPIO COMPRENDIDO Y FUENTE DE SUMINISTRO EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

MUNICIPIO	TOTAL	ESTATAL	COOPERATIVA	AGENTES CASAS COMERCIALES	OTRAS
Zacapa	42	30	5	5	2
Estanzuela	36	18	3	13	2
Chiquimula	36	14	10	4	8
San José la Arada	5	4	1	-	-
San Juan Ermita	15	15	-	-	-
Jocotán	3	2	-	1	-
Camotán	7	5	2	-	-
Olopa	3	1	-	-	2
Esquipulas	76	65	8	-	3
Concepción Las Minas	26	24	1	-	1
Quezaltepeque	171	159	6	2	4
San Jacinto	4	2	1	-	1
Ipala	79	63	12	2	2
San Pedro Pinula	78	75	-	2	1
San Luis Jilotepeque	2	2	-	-	-
San Manuel Chaparrón	310	308	-	-	2
Agua Blanca	510	109	9	3	389
<b>T O T A L:</b>	<b>1 403</b>	<b>896</b>	<b>58</b>	<b>32</b>	<b>417</b>

-76-

FUENTE: Dirección General de Estadística, III Censo Nacional Agropecuario, Abril de 1979.

la república (22,915) en el año agrícola 1979, el 5.04% correspondió a los municipios de la Cuenca. Así mismo del total de asistencias -- presentadas dentro de los municipios de la cuenca el 92% fueron para la actividad agrícola y -- solo un 1% para la actividad pecuaria. Vease -- cuadro No.14.

El número de asistencias crediticias es un índice de la importancia económica que tiene la cuenca, en este caso un 5% de asistencias con respecto a la república es bajo, y podría incrementarse si se da mas énfasis a la actividad pecuaria, ya que la cuenca posee pastos naturales y por lo tanto - vocación ganadera.

## 5.1.9 Infraestructura

### 5.1.9.1 Carreteras

La carretera CA-10 Ruta al Atlántico Frontera con Honduras, atravieza la Cuenca del Río Grande de - Zacapa de Norte a Sur en su parte central. Dicha carretera se deriva de la carretera Centro Americana CA-9 en la población de Río Hondo, en donde se interna en la Cuenca en dirección a Zacapa; luego pasa por Chiquimula y Quezaltepeque para luego continuar a Esquipulas. En total la cuenca tiene 43 - Km. de la carretera CA-10.

Dentro de la Cuenca están también las carreteras -- Nacionales números 18, 20 y 21; y las Departamentales 1, 2, 3, 4 y 8. Distribuidas de la siguiente - forma:

CUADRO No.14: NUMERO DE FINCAS QUE RECIBIERON ASISTENCIA CREDITICIA EN EL AÑO AGRICOLA  
SEGUN MUNICIPIO EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

MUNICIPIO	TOTAL	AGRICOLA	PECUARIA	AGRICOLA Y PECUARIA	OTRA
Zacapa	46	42	4	-	-
Estanzuela	22	22	-	-	-
La Unión	262	217	-	36	9
Huité	25	25	-	-	-
Chiquimula	28	27	1	-	-
San José La Arada	6	6	-	-	-
San Juan Ermita	17	16	-	1	-
Jocotán	78	77	-	-	1
Camotán	20	20	-	-	-
Olopa	16	14	-	-	2
Esquipulas	135	127	1	2	5
Concepción Las Minas	43	40	-	3	-
Quezaltepeque	111	109	-	2	-
San Jacinto	23	21	1	-	1
Ipala	59	53	3	2	1
San Pedro Pinula	79	71	4	1	3
San Luis Jilotepeque	5	4	1	-	-
San Manuel Chaparrón	95	94	1	-	-
Agua Blanca	87	86	1	-	-
<b>T O T A L:</b>	<b>1 157</b>	<b>1 071</b>	<b>17</b>	<b>47</b>	<b>22</b>

FUENTE: Dirección General de Estadística, III Censo Agropecuario Nacional, Abril de 1979.

En Vado Hondo se deriva la ruta No.21 Nacional de la CA-10; a los 17 Km. se encuentra Jocotán y El Florido (Frontera con Honduras) a los 26 Km.

De la carretera CA-10 se deriva un tramo de 25 - Km. de la ruta departamental No.1 que llega a -- Ipala. Entre las poblaciones de Ipala y San Luis Jilotepeque existen 12 Km. de camino Nacional -- No.18, así mismo entre Ipala y Quezaltepeque hay un tramo de 24 Km. de la ruta Nacional No.18. De Quezaltepeque a San Esteban están 18 Km. de la carretera Nacional No.20 y 15 Km. a Concepción Las Minas. De Zacapa a Barranco Colorado hay 11 Km. de la ruta departamental No.8 y de Zacapa a Huité hay 10 Km. dentro de la Cuenca, de la carretera Nacional No.20. Ver Figura No.1.

#### 5.1.9.2 Vías Férreas

La cuenca es atravesada de Norte a Sur por 87 Km. de línea férrea del Ramal de Ferrocarriles de -- Guatemala FEGUA que va de Zacapa a la Frontera - con El Salvador. De Zacapa sale un ramal hacia el Oeste que se dirige a la ciudad Capital, otro toma dirección Sur hacia Chiquimula, de esta ciudad continúa paralelo al Río San José y se dirige a Ipala pasando por San José La Arada, para luego seguir hasta la Frontera con el Salvador. De -- Zacapa a Chiquimula hay 28 Km. de línea férrea y de Chiquimula a Ipala 42 Km. Ver Figura No.1

#### 5.1.9.3 Pistas de Aterrizaje

Dentro del área de la cuenca existen 3 Pistas de Aterrizaje, una en la población de Zacapa, otra en Chiquimula y otra mas en San Luis Jilotepeque,

esta última en desuso. Ver Figura No.1

#### 5.1.9.4 Bancos

Dentro de la Cuenca los dos centros urbanos de mayor importancia son Zacapa y Chiquimula, por lo que la mayor cantidad de servicios se encuentran en estas ciudades. Así tenemos que la totalidad de Agencias Bancarias existentes están concentradas como sigue: El Banco Nacional de Desarrollo Agrícola, tiene la sede del distrito regional VII en Zacapa, su función es conceder créditos para la siembra de granos básicos, cultivos diversificados, desarrollo pecuario, servicios de riego, construcción de obras de drenaje y pagos sociales, cuenta también con una agencia de crédito y una bodega de materiales. Además, tiene agencia departamental en esta Ciudad, el Banco de Guatemala y el Banco Granai & Townson.

En la ciudad de Chiquimula se encuentran las agencias de el Banco del Agro S.A., Banco Inmobiliario S.A., Crédito Hipotecario Nacional y BANDESA (Banco Nacional de Desarrollo Agrícola), que tiene la agencia de Crédito y una bodega de materiales. El Banco Nacional de la Vivienda (BANVI) puso en marcha el proyecto Los Angeles en Chiquimula, que consiste de 260 unidades de vivienda.

#### 5.1.9.5 Hospitales y Centros de Salud

Zacapa cuenta con varios Centros Hospitalarios, entre ellos tenemos Hospital del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), Centro Médico Privado

Hospital Regional de Zacapa del Ministerio de Salud Pública. El Sanatorio Hogar Temporal Privado y el Centro de Salud.

En Chiquimula está el Hospital Modular, Hospital Campo la Feria y el Hospital Nacional de Chiquimula.

Las ciudades de Quezaltepeque, Ipala, Agua Blanca, San Luis Jilotepeque y Jocotán cuentan con Centro de Salud, en el campo hay suficientes servicios de salud como puede verse en el Cuadro No.15.

#### 5.1.9.6 Instituciones Estatales

INDECA: Instituto Nacional de Comercialización -- Agrícola, el objetivo fundamental de esta Institución, es promover las funciones y servicios de mercadeo de la producción agrícola del país, en consecuencia le corresponde aplicar las políticas de -- mercadeo, estabilización de precios, abastecimiento y distribución de productos agrícolas que determine el gobierno. Dentro de la cuenca no existe -- ningún silo Regional, únicamente dos estaciones de compra, una en Ipala y otra en San Esteban, ambas en el departamento de Chiquimula.

INTA: Instituto Nacional de Transformación Agraria, no realiza ninguna labor o proyecto dentro de la -- cuenca.

DIGESEPE: Dirección General de Servicios Pecuarios, encargada de la producción y explotación animal de la Región VII, se localiza únicamente una sede Regional en Zacapa.

DIGESA: Dirección General de Servicios Agrícolas, es la Institución mas fuerte y con mas recursos -

CUADRO No.15: HOSPITALES, CENTROS DE SALUD Y PUESTOS DE SALUD EN ALDEAS Y MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE ZACAPA

MUNICIPIO	HOSPITAL	CENTRO DE SALUD	PUESTOS DE SALUD	
			EN CABECERA MUNICIPAL	EN ALDEAS
Zacapa	Zacapa	Zacapa		Santa Rosalia San Pablo Manzanotes La Trementina El Terreno San Jorge
Estanzuela Huité La Unión Chiquimula	Chiquimula	La Unión Chiquimula	Estanzuela Huité	El Barrial El Morral
San José La Arada San Juan Ermita Jocotán Camotán Olopa Esquipulas Concepción Las Minas Quezaltepeque San Jacinto Ipala San Manuel Chaparrón San Luis Jilotepeque San Pedro Pinula Agua Blanca		Jocotán  Olopa Esquipulas  Quezaltepeque  Ipala  San Luis Jilotepeque San Pedro Pinula Agua Blanca	San José La Arada San Juan Ermita  Camotán  Concepción Las Minas  San Jacinto  San Manuel Chaparrón	Chanmagua  Padre Miguel  El Amatillo  Obrajuelo Las Cañas Santa Gertrudis El Tempisque

FUENTE: Dirección General de Estadística. Boletín Informativo No.3 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 1979. Unidades de Salud, año 1979; Unidad de Planeamiento Urbano y Regional D.G.E.

dentro de la Cuenca, sus funciones son diversas tales como: asistencia técnica, conservación de suelos, diversificación de cultivos, programas - de riego, etc. En el área estudiada se encuentra la sede de la Región VII, en Zacapa y las sedes - Sub-regionales en Zacapa y Chiquimula.

ICTA: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, es la Institución responsable de generar, - programar y desarrollar: toda clase de investigación relacionadas con la productividad agrícola y la utilización de tecnologías a nivel de agricultor. La sede Regional se encuentra en Zacapa. Cuenta -- además, dentro del área de la cuenca, con el centro de producción El Oasis, y con dos equipos de prueba de transferencia de tecnología en Zacapa y Chiquimula respectivamente.

INACOP: Instituto Nacional de Cooperativas.

El objetivo principal del INACOP es la integración del movimiento cooperativista, para dinamizarlo en su crecimiento y formación. El Instituto realiza dos actividades dentro de la Cuenca, promoción de cooperativas en Zacapa y Chiquimula.

INAFOR: Instituto Nacional Forestal.

Sus atribuciones principales son: planificar el - desarrollo forestal, hacer un óptimo aprovechamiento del recurso forestal, impulsar la conservación y restauración de los recursos naturales renovables y promover investigaciones técnicas y científicas. Para realizar lo anterior, cuenta con la sede Regional en Zacapa y dos Sub-regiones forestales, ubicadas una en Zacapa y la otra en Chiquimula.

INFOM: Instituto de Fomento Municipal.

Su objetivo principal es la promoción del desarrollo de los municipios, mediante la prestación de -

asistencia técnica y financiera. Este Instituto se ha mantenido bastante dinámico en la región - de la cuenca en los últimos años, siendo sus principales aportes: Financiamiento y promoción de la empresa "Balneario De Ipala" en Chiquimula; asistencia técnica y financiera para la construcción del Edificio Municipal de Chiquimula, con el préstamo AID-520-W-027; y la construcción del mercado público de Chiquimula; asistencia técnica y financiamiento con recursos del fondo patrimonial de -- INFOM para construir y ampliar los sistemas de --- acueductos en los municipios de San Diego y Huíté, ambos del Departamento de Zacapa, se estableció el servicio de recolección de basura municipal en --- Chiquimula y, se dirigió y supervisó la construcción de los sistemas de agua potable en los municipios de Zacapa y San Diego, de la jurisdicción del departamento de Zacapa.

## 5.2 USO ACTUAL DE LA TIERRA

El uso actual de la tierra, se refiere a cualquier clase de intervención por parte del hombre, ya sea ésta permanente o cíclica. La actividad del hombre sobre la tierra puede presentar diferentes -- grados de intensidad, en algunas interviene y modifica sustancialmente el ecosistema natural y en otras su intervención es marginal.

La mayor parte de la cuenca está cubierta por bosque abierto, en el cual se identifican en general especies de latifoliadas para las - áreas cálidas y coníferas en las partes altas. Los bosques abarcan aproximadamente 780.85 Km.<sup>2</sup> que equivalen al 31% del área de la -- cuenca. La masa boscosa está concentrada principalmente a lo largo de la Frontera con Honduras. Una pequeña porción ocupa las partes altas de Quezaltepeque.

En su orden tenemos que 655.63 Km.<sup>2</sup> equivalentes al 26.03% del área total, están cubiertas con pastos y/o arbustos. Esta categoría, abarca una faja que parte a la cuenca por el centro de Norte a Sur, y un área menor en los alrededores de San Luis --- Jilotepeque.

En el sector árido de la cuenca se encuentran en gran proporción los pastos y montes naturales, característicos de Regiones áridas de Río Motagua. Cubren aproximadamente 433.8 Km.<sup>2</sup> que corresponden al 17.21% del área.

Están abarcando la región Norte de la cuenca en Zacapa y Chiquimula.

Un área de 276 Km.<sup>2</sup> está cubierta de bosque abierto con pastos naturales, distribuidos al Este de la cuenca en un solo bloque entre Chiquimula y San Luis Jilotepeque. Corresponde al 11.04% del área total de la cuenca.

Al Sur-Este de la cuenca, se encuentran mas o menos 130 Km.<sup>2</sup> de pastos naturales que abarcan Agua Blanca y Las Faldas del Volcán de Ipala. Con esta categoría esta cubierto el 5.16% de la cuenca.

Por ultimo tenemos 128.30 Km.<sup>2</sup> de cultivos y/o pastos bajo riego. Estos en la región Norte de la cuenca, a lo largo de las Vegas del Río Grande de Zacapa y en los distritos de riego de La Fragua. Entre los principales cultivos tenemos: melón, tabaco, chile, tomate, okra, sandía y maíz. La cuenca está cubierta con cultivos bajo riego y cultivos no diferenciados en un 9.55%, como puede verse en el mapa de Uso Actual, Figura No.10.

### 5.3 USO POTENCIAL DE LA TIERRA

El Uso Potencial de la Tierra, basado en la clasificación del U.S.D.A (United State Department Of Agriculture), con fines de conservación de suelos, esta representado en la Figura No.11.

En general la cuenca posee pocas tierras aptas para cultivos, - aproximadamente 2,082 hectáreas, corresponden a las clases agro- lógicas II, III y IV. El resto de la cuenca es más frágil en su uso, por lo que se necesitan prácticas de conservación para culti- varlas o bien son de vocación forestal.

En el Valle de La Fragua y Valle de Chiquimula, se concentran las tierras cultivables, el resto de las tierras son de vocación fo- restal y de protección, como se describe a continuación: Clase II con 198 hectáreas, que equivalen apenas a un 0.08 por ciento. En la Clase III existen 594.8 hectáreas con un 2.36 por ciento del - área total, distribuidas en La Fragua, Chiquimula y en los alrede- dores de Ipala. La Clase IV está repartida en los Valles de La -- Fragua, Valle de Chiquimula y en Agua Blanca, con 1,467.2 hectáreas que equivalen al 5.82 por ciento. A la Clase V corresponden dos - bloques, uno en Zacapa y el otro al Norte de Chiquimula, totalizan 703.9 hectáreas que hacen el 2.79 por ciento. Las tierras que ca- en dentro de la Clase VI están en la Subcuenca del río San José, - al Sur de la cuenca, son 3,836.5 hectáreas, que corresponden al -- 15.23 por ciento. En la Clase VII existen 6,205.8 hectáreas de -- tierras no cultivables, aptas solamente para uso forestal por lo - inclinado de las pendientes, estas tierras se encuentran distribui- das en toda la cuenca en las partes altas, principalmente en ----- Quezaltepeque, Camotán y San Luis Jilotepeque. La clase VIII ocupa casi la mitad del área de la cuenca y únicamente son aptas para zo- nas de veda, parques nacionales y protección de cuencas, el área -- es de 12,362 hectáreas que equivalen al 49.08 por ciento, distribui- das principalmente al Este de la cuenca, en la frontera con Honduras y a lo largo de la Divisoria de la cuenca.

En base a lo que se detectó del Uso Actual que se le esta dando a la cuenca, es de vital importancia la participación directa de al- gunas Instituciones como INAFOR, para velar por el recurso bosque; DIRENARE en la protección e inventario del recurso agua; DIGESA en lo referente a la utilización del recurso suelo y en la explotación agrícola, y la Universidad en el campo de la investigación científi- ca de la cuenca como Unidad de Desarrollo.

## 6. DISCUSION GENERAL

La vocación de la cuenca es en un gran porcentaje forestal, así tenemos que el 74% del área debería ser de reserva, sin embargo se detectó que en las áreas quebradas y más frágiles ecológicamente se concentra la mayor cantidad de minifundios. Los habitantes de estos minifundios han venido utilizando nuevas áreas para sus cultivos debido a la degradación que sufren los suelos por falta de prácticas adecuadas y el uso inapropiado que se hace de estas tierras, ya que su vocación es otra. El uso sin medida de leña como fuente de energía contribuye también a empobrecer los bosques y consecuentemente el entorno ambiental. Se debe a las condiciones climáticas adversas y a lo apuntado anteriormente, que en la región se observan cerros totalmente desnudos, y erosionados por completo creando un paisaje desértico.

En las partes planas y valles se han desarrollado sistemas de riego que permiten hacer productiva la región, entre los principales cultivos de la zona tenemos: tomate, tabaco, maíz, marañón, maní, melón, sandía, chile pimiento y okra. La actividad ganadera se realiza en una forma extensiva, debido a la falta de agua, y falta de asistencia técnica y crediticia. Ver cuadro No.14.

Un factor climático, como se mencionó anteriormente, que limita el desarrollo potencial de la cuenca es la precipitación pluvial. A esto se debe que una forma de cultivar en forma rentable es con uso de riego, aspecto que debe tomarse en cuenta al elaborar un plan de manejo de la cuenca.

En algunos municipios comprendidos dentro de la cuenca se evidencia un mayor número de habitantes, curiosamente estos coinciden con los municipios que poseen los mayores índices de población indígena y de analfabetos. Estos municipios, principalmente Jocotán, Camotán, Olopa, San Pedro Pinula y San Luis Jilotepeque, se encuentran en las partes altas de la cuenca a donde los servicios y asistencia no llegan o son muy escasos, por falta de una infraestructura vial adecuada o por no ser de -

interés para algunos sectores que podrían contribuir al desarrollo de estas regiones marginales.

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 Según los datos citados en este estudio, la mayor parte de los suelos de la cuenca son de vocación forestal (75% del área total); sin embargo, el uso que se le da a los mismos es inapropiado, pues únicamente el 31% del área posee cubierta forestal. Gran parte del área de vocación forestal es utilizada para cultivos anuales y pastos.
- 7.2 Los datos disponibles sobre la distribución, calidad y cantidad de agua en la cuenca son insuficientes para definir el manejo adecuado de este recurso. Dada la importancia que tiene contar con series históricas de datos hidrometeorológicos, se considera que en la cuenca son insuficientes las estaciones existentes.
- 7.3 Además de que, la calidad de los suelos de gran parte de la cuenca limita la producción agrícola, la cantidad y distribución de la lluvia restringe aún más este sector productivo. Por ello se considera que el desarrollo de la cuenca debe planificarse en base al impulso y la tecnificación de la producción forestal y en base a la intensificación de la agricultura bajo riego.
- 7.4 La densidad poblacional en la cuenca es alta en relación al potencial de sus recursos (64 Hab./Km.<sup>2</sup>). El índice de analfabetismo es alto (72.3%) y la población económicamente activa apenas es de 29.2%.
- 7.5 La información disponible sobre los recursos naturales de la cuenca es insuficiente para la planificación del aprovechamiento óptimo de los recursos, lo que evidencia la necesidad de continuar con estudios detallados sobre los recursos bióticos, físicos y socioeconómicos de la cuenca.

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

1. ALFARO, M.F. Guía para estudios de reconocimiento. Guatemala, Banco Internacional de Desarrollo, 1975. s.p.
2. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Conferencia regional. Financiamiento del desarrollo forestal de América Latina. Informe técnico No.2. 1982. 80 p.
3. BELCHER, D. Fotointerpretación. s.d.e. (mimeo).
4. BURKART, B. Mapa geológico de los cuadrángulos Esquipulas, Chamagua y Cerro Montecristo. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, - 1966. Escala 1:50,000. color.
5. CLEMANS, R. Mapa geológico del cuadrángulo Chiquimula. Guatemala, - Instituto Geográfico Nacional, 1966. Escala 1:50,000. color.
6. \_\_\_\_\_. Mapa geológico del cuadrángulo Zacapa. Reconocimiento. -- Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1966. Escala 1:125,000. color.
7. CRANE, O. Mapa geológico de los cuadrángulos Jocotán y Timushán. --- Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1966. Escala 1:50,000. color.
8. CRUZ, R. DE La. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 1976. pp 1-11.
9. GARCIA, L. E. Cuencas experimentales; lineamientos generales. Guatemala, EDUCA, 1971.
10. GODOY, J. Mapa geológico de los cuadrángulos Ipala y Jalapa. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1965. Escala 1:50,000. color.
11. GUATEMALA. BANCO NACIONAL DE DESARROLLO AGRICOLA, DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION. Registros estadísticos. Guatemala, 1981. 61 p.
12. \_\_\_\_\_. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Inventario preliminar de los recursos naturales renovables. Guatemala, 1973. s.p.
13. \_\_\_\_\_. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, CENTRO NACIONAL DE INFORMACION. III censo agropecuario nacional 1979. Guatemala, 1979.- s.p.
14. \_\_\_\_\_. VIII censo de población. Guatemala, 1973. s.p.

15. \_\_\_\_\_ . IX censo de población, cifras preliminares. Guatemala, 1981 s.p.
16. \_\_\_\_\_ . Información estadística de educación. Guatemala, s.f. 40 p.
17. \_\_\_\_\_ . DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. DEPARTAMENTO DE - OPERACIONES. Registros estadísticos. Guatemala, 1982. s.p.
18. \_\_\_\_\_ . Divulgación No.263. Unidades de suelos y potencial de suelos. Guatemala, 1981.
19. \_\_\_\_\_ . DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS PECUARIOS. DEPARTAMENTO DE - PROGRAMACION. Memoria de labores 1981. Guatemala, 1981. 93 p.
20. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION AGRICOLA. Memoria de labores 1981. Guatemala, 1982. 87 p.
21. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Análisis de datos multi-espectrales de satélite Landsat, por medio del sistema LARSYS. Guatemala, 1978. 55 p.
22. \_\_\_\_\_ . Atlas nacional de Guatemala. Guatemala, 1972. 52 p.
23. \_\_\_\_\_ . Cartografía geocientífica para el inventario de los recursos naturales; segunda conferencia regional de la ONU. Guatemala, 1978. 13 p.
24. \_\_\_\_\_ . Mapas topográficos. Guatemala, s.f. Escala 1:50,000. color.
25. \_\_\_\_\_ . Mapas topográficos. Guatemala, s.f. Escala 1:250,000. color.
26. \_\_\_\_\_ . Imágenes del satélite LANDSAT. Guatemala, 1979. Escala ---- 1:200,000, falso color.
27. \_\_\_\_\_ . Reconocimiento hidrológico de las cuencas de los ríos Grande de Zacapa y Olopa. Guatemala, 1971. 42 p.
28. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO NACIONAL DE COMERCIALIZACION AGRICOLA. Memoria de Labores 80-81. Guatemala, 1982. 147 p.
29. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO NACIONAL DE FOMENTO MUNICIPAL. Presupuesto de ingresos y egresos; ejercicio fiscal 1982. Guatemala, 1982. 93 p.
30. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Atlas climatológico. Guatemala, s.f. 7 p.
31. \_\_\_\_\_ . Boletines hidrológicos No. 9, 10, 11 y 12. Guatemala, s.f. s.p.
32. \_\_\_\_\_ . Registros climáticos. Guatemala, 1982. 296 p.

33. \_\_\_\_\_ . INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION. Memoria de labores 1981. Guatemala, 1982. 278 p.
34. \_\_\_\_\_ . DEPARTAMENTO DE SOCIOECONOMIA. Proyecto quinquenal de reforestación; cuenca del Río Grande de Zacapa. Guatemala, 1979.
35. HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA, 1978. 216 p.
36. KENNETH, N. et. al. Manejo de cuencas y monitoreo ambiental. s.l., - AID, 1981.
37. MENDOZA, E. Estudio de reconocimiento de la Sub-cuenca del Río Shutaque. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de - Agronomía, 1980.
38. MILLER, K. Planificación de parques nacionales para el ecodesarrollo en Latinoamérica. Fundación para la ecología y la protección del medio ambiente. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980.
39. OBIOLS, R. Clasificación preliminar de climas de la República de Guatemala. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de --- Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1966. pp 35-62.
40. SIERRA, C. Estudio de reconocimiento de la sub-cuenca del Río San José, con fines de riego en el valle de Chiquimula. Tesis Ing. Agr., --- Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1980.
41. SIMMONS, Ch., J.M. TARANO y J.H. PINTO. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Instituto Agropecuario - Nacional. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. pp 365-470.
42. SQUIRE, L. y DERTAK, H. van. Análisis económico de proyectos. España, Tecnos, 1980.
43. STRANDBERG, C. Manual de fotografía aérea. Barcelona, OMEGA, 1975.
44. SUAREZ, F. Conservación de suelos. Costa Rica, IICA, 1979. 315 p.
45. VALDEZ, R. Bibliografía sobre el recurso agua en Guatemala. Tesis Bibliotecología. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades.
46. VARGAS, S. Parámetros de calidad de las aguas naturales de la República de Guatemala. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1969. 50 p.



*[Handwritten signature]*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia 14-83

Asunto 16-5-83

"IMPRIMASE"



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
DECANO