

✓ DIAGNOSTICO

SUBCUENCAS PRIORITARIAS

PILOTO

XAYA PIXCAYA, GUATEMALA

Centro de Investigación y
Asesoría en Tecnología
Agrícola

27 SET 1988

C I D I A
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

TRABAJO ELABORADO POR: Gilberto Alvarado
César Barrientos
Rudy Cabrera
Luis Alberto Castañeda
Alejandro Hernández
Fernando López
Carlos Muñoz
Carlos Rodríguez

COORDINADO POR: Manuel Basterrechea

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1988

CONTENIDO

INTRODUCCION

1. DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO

1.1 Características Hidrográficas de las Subcuencas

1.2 Delimitación del Area de Estudio

1.3 Area de Referencia Geológica

2. GEOLOGIA

2.1 Geomorfología

2.2 Geología

2.2.1 Unidades litológicas

2.2.2 Secuencia estratigráfica

2.3 Generalidades de los Recursos de Agua Subterránea

2.3.1 Unidades hidrológicas del cuaternario

2.3.2 Unidades hidrográficas del terciario

2.4 Generalidades de la Geodinámica Externa

3. HIDROLOGIA

3.1 Información Meteorológica

3.1.1 Información meteorológica disponible

3.1.2 Análisis de la información de precipitación mensual

3.1.3 Análisis de Información de lluvia intensa

3.2 Información Hidrométrica

3.2.1 Información hidrométrica disponible

3.2.2 Análisis de los datos de caudal

3.3 Régimen de Precipitación

3.4 Régimen de Caudales

3.5 Crecidas

3.6 Transporte de Sedimentos

4. CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SUELO Y SU USO
 - 4.1 Características Generales
 - 4.1.1 Génesis de los suelos
 - 4.1.2 Fisiografía y geomorfología
 - 4.2 Clasificación Taxonómica de los Suelos
 - 4.3 Capacidad Productiva del Suelo
 - 4.4 Erosión
 - 4.5 Uso del Suelo
 - 4.6 Problemática del Uso del Suelo
5. RECURSO FORESTAL
 - 5.1 Ubicación
 - 5.2 Extensión
 - 5.3 Cambios en la Cobertura Boscosa
 - 5.3.1 Cambios en la extensión
 - 5.3.2 Cambios en la calidad
 - 5.4 Daños a la Masa Residual
 - 5.5 Manejo de los Bosques
 - 5.5.1 Bosques de propiedad privada
 - 5.5.2 Bosques de propiedad comunal
 - 5.6 Instituciones relacionadas con el Manejo de Bosques
 - 5.7 Zonas de Vida
 - 5.8 Fauna Silvestre
6. USOS DEL AGUA
 - 6.1 Acueducto Xayá-Pixcayá
 - 6.2 Comunidades de las Subcuencas Xayá-Pixcayá
 - 6.2.1 Agua para consumo humano
 - 6.2.2 Agua para el riego

6.2.3 Agua como receptor de desechos sólidos y líquidos

6.2.4 Otros usos

6.3 Tendencias en el Uso del Agua

7. CONTAMINACION AMBIENTAL

7.1 Características de la Contaminación Ambiental

7.1.1 Servicios de abastecimiento de agua

7.1.2 Servicios de alcantarillado y tratamiento de aguas de desecho

7.1.3 Manejo de residuos sólidos

7.1.4 Contaminación industrial

7.1.5 Contaminación por agroquímicos

7.1.6 Fuentes menores de contaminación

8. SOCIO-ECONOMIA

8.1 Elementos Demográficos

8.1.1 Población actual

8.1.2 Distribución de la población

8.1.3 Tendencia poblacional

8.1.4 Migración

8.1.5 Densidad de la población

8.1.6 Estructura de la población

8.1.7 Población económicamente activa

8.1.8 Nivel de ingresos

8.2 Elementos Socio-Culturales y Etnicos

8.2.1 Organización socio-política

8.2.2 Organización socio-económica

8.2.3 Organización de los productores

8.2.4 Limitaciones socio-culturales y étnicos

8.3 Elementos Económicos

- 8.3.1 Caracterización de la producción agrícola
- 8.3.2 Producción ganadera
- 8.3.3 Comercialización de productos agrícolas
- 8.3.4 Servicios de apoyo a la producción
- 8.3.5 Industria y artesanía
- 8.3.6 Otras actividades económicas
- 8.3.7 Demanda de productos agrícolas
- 8.3.8 Tenencia y distribución de la tierra

8.4 Transferencia de Tecnología Agrícola

- 8.4.1 Nivel tecnológico
- 8.4.2 Métodos de producción
- 8.4.3 Paquetes tecnológicos

8.5 Infraestructura Física y Social

- 8.5.1 Comunicaciones y transporte
- 8.5.2 Salud Pública
- 8.5.3 Educación
- 8.5.4 Energía Eléctrica

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

9.2 Recomendaciones

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INTRODUCCION

La Comisión Asesora Nacional para el Manejo de las Cuencas Hidrográficas seleccionó a las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá para efectuar estudios y actividades conducentes a un manejo integral de las mismas. Este manejo integral debe enfocarse de acuerdo con la "vocación" y/o tipo de aprovechamiento racional que se le esté dando (prevención, mejoramiento, rehabilitación, protección, conservación). En este sentido, el marco conceptual sobre el cual se desarrollará el plan de manejo para las subcuencas Xayá-Pixcayá será con énfasis en un manejo integral.

En el plan de manejo de las subcuencas Xayá-Pixcayá se establecieron los objetivos y metas (Fase I) para realizar el diagnóstico de los recursos de las mismas (Fase II) a fin de conocer la problemática, causas, potencialidades y proyecciones (corto y mediano plazo). Posteriormente, en base al diagnóstico y a las políticas y estrategias de desarrollo (Fase III) se determinarán las acciones para establecer el plan de manejo integral de las subcuencas. En esta última fase debe incluirse los programas, proyectos y acciones así como el cronograma de trabajo, costos y los análisis financieros económicos, que permitan obtener financiamiento para su ejecución.

El presente trabajo corresponde a la realización de la Fase II, es decir, el diagnóstico de las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá para conocer su situación biofísica y socioeconómica actual y definir sus limitaciones, potencialidades y proyecciones de las mismas.

En el caso específico, el Centro Agronómico Tropical Investigación y Enseñanza, CATIE, a través del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas, contrató una consultoría que se encargó de realizar el diagnóstico, coordinados por el PRMC en Guatemala.

Los principales criterios para la escogencia de estas cuencas se resumen en: a) interés nacional, en vista que el 25% de la población del país está concentrada en la ciudad de Guatemala y estas subcuencas abastecen alrededor del 30% del total de agua producida por las diferentes fuentes con que cuenta la Empresa Municipal de Agua -EMPAGUA-; y b) interés multi-institucional en el aprovechamiento racional de los recursos de estas subcuencas por las comunidades: abastecimiento de agua, conservación de suelos, miniriego, conservación de parques nacionales, mejoramiento del medio ambiente, conservación de la cobertura boscosa, mejoramiento de servicios y otros.

1. DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO

1.1 Características Hidrográficas de las Subcuencas

Las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá por ser vecinas, presentan muchas características en común; están situadas en la misma región geomorfológica, que está limitada al Norte por la Sierra de Chuacus y al Sur por la cadena de volcanes. El relieve del área de las subcuencas es suave y la pendiente del terreno es relativamente baja. Los ríos corren por cauces profundos que han erosionado a partir de las planicies. Estos cauces posteriormente se han ampliado por el colapso de las paredes laterales que tienen poca estabilidad.

La línea que divide las dos subcuencas es la divisoria continental de aguas. La subcuenca del río Xayá es parte de la cuenca del río Coyolate que desemboca en el Océano Pacífico, mientras que la subcuenca del río Pixcayá es parte de la cuenca del río Motagua que desemboca en el Mar Caribe.

En términos generales puede decirse que las áreas de mayor pendiente se encuentran bajo cobertura de bosque, aunque se observa que ésta ha ido disminuyendo en la medida en que ha aumentado la presión sobre la tierra. Las áreas agrícolas se localizan principalmente en las zonas planas. El proceso de erosión ocurre en las paredes de los taludes y sobre el cauce de las corrientes propiamente. Sin embargo, por las características torrenciales de la lluvia durante algunas épocas del año, la erosión debida al flujo sobre el terreno puede ser importante, en sitios cuya cobertura y pendiente facilitan este proceso.

Subcuenca del río Xayá

La subcuenca del río Xayá está ubicada en la región fisiográfica de las Tierras Altas Volcánicas. El límite norte de la subcuenca superficial no está determinado por una topografía pronunciada, pero al sur de la subcuenca está definida por la cadena volcánica, que en este caso se manifiesta por los volcanes de Fuego y Acatenango. Los principales afluentes del Xayá son los ríos Tzancán, Panimococ y Macoteyá, cuyos cauces han sido erosionados a partir de las planicies que se han ampliado y profundizado por colapso de los taludes y por erosión vertical del fondo. El área de la subcuenca es de aproximadamente 61 Km² hasta el sitio de la presa de derivación. La elevación máxima que alcanza la subcuenca es de aproximadamente 2910 msnm, mientras que la mínima es de 2042 msnm y la elevación media es de aproximadamente 2250 msnm.

Subcuenca del río Pixcayá

Al igual que en el caso del río Xayá, la subcuenca del río Pixcayá, también se encuentra en la región fisiográfica de las Tierras Altas Volcánicas. Presenta un relieve ligeramente más pronunciado que la subcuenca del río Xayá, especialmente en su

parte nor-occidental (en el límite de ambas subcuencas) y al sur en las faldas de los volcanes. Tampoco la subcuenca del río Pixcayá presenta una orografía pronunciada en sus límites, excepto en los sitios mencionados anteriormente por lo que algunos casos es difícil el límite superficial de la subcuenca. Los afluentes principales del río Pixcayá son los ríos Pacorrál, Balanyá, Chicoj, Pachoj y Yerbabuena, que en su mayoría nacen en las faldas de la zona montañosa donde corren como corrientes torrenciales y se desarrollan hacia la parte plana de la subcuenca, en donde por erosión y colapso han formado cauces profundos. El área de la subcuenca es de aproximadamente 153 Km² hasta la estación hidrométrica El Tesoro. La subcuenca tiene una elevación máxima de aproximadamente 2620 msnm y una elevación mínima de 1720 msnm, siendo la elevación media de alrededor 2100 msnm, es decir, ligeramente menor a la de la subcuenca del río Xayá.

1.2 Delimitación del Area de Estudio

Para efectos de este diagnóstico, el área de estudio se delimitó de acuerdo a las características hidrográficas de las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá; sin embargo, por la disponibilidad de información para el análisis socio-económico se utiliza en algunos casos datos a nivel del municipio total y en otras a nivel del departamento de Chimaltenango.

En el Cuadro 1 se muestran las áreas de los municipios en donde están ubicadas las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá.

1.3 Area de referencia Geologica

Es importante hacer notar en relación a los recursos de agua, tanto superficiales como subterráneos, que de acuerdo con las características geológicas locales, la divisoria hidrográfica o topográfica de las subcuencas de drenaje de los ríos Xaya y Pixcaya, es muy poco representativa de los límites de escurrimiento, lo cual incide principalmente en la determinación del potencial de agua disponible.

Para los efectos del estudio y mapeo geológico, fue tomada un área del orden de 400 Km², siendo fijado el desarrollo de las subcuencas Xaya y Pixcaya, desde las cotas 1520 y 1700 msnm.

2. GEOLOGIA

2.1 Morfología

La geomorfología regional y que comprende el área de interés esta caracterizada fundamentalmente por dos tipos de patrones. Por un lado por los grandes ejes estructurales del país; manifestados por el sistema de fallas denominados Motagua/San Agustín y la prolongación oeste de la falla de Jalpatagua, así como todos los sistemas secundarios derivados de estas, y por otro lado por la amplia e intensa actividad volcánica

CUADRO 1

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Areas municipales totales y áreas correspondientes a cada municipio, dentro del área de estudio.
(En kilómetros cuadrados)

MUNICIPIOS	AREA MUNICIPAL TOTAL (1)	AREA DENTRO CUENCA	%
Totales	<u>507</u>	<u>214</u>	<u>42</u>
Santa Apolonia	96	7	7
Tecpán Guatemala	201	64	32
Comalapa	76	41	54
Patzicía	44	22	50
Santa Cruz Balanyá	40	40	100
Zaragoza	50	40	80

FUENTE: (1) Datos del Diccionario Geográfico.

desarrollada en la región, la cual localmente se ha manifestado por masivos depósitos de sedimentos piroclásticos.

Como rasgo característicos pueden citarse:

- El control tectónico de la red hidrográfica de los principales ríos; Xaya, Pixcayá, Quisayá, Quemayá, Coloyá, cabeceras de las cuencas de los ríos Madre Vieja, Guacalate, así como el río Motagua. Como manifestaciones importantes se tienen: la ortogonalidad y el paralelismo que se observa en los cauces de las corrientes superficiales, la orientación de los cauces principales afluentes del río Motagua, la cual es el resultado del desplazamiento siniestro relativo de la falla de Motagua, y los cambios bruscos de dirección de los cauces de algunos ríos; los cuales van desde giros de 90 grados, hasta ganchos de 180 grados, río Pachojob y río Quemayá, en coordenadas UTM. respectivamente 135/1633.5 y 734/1637.

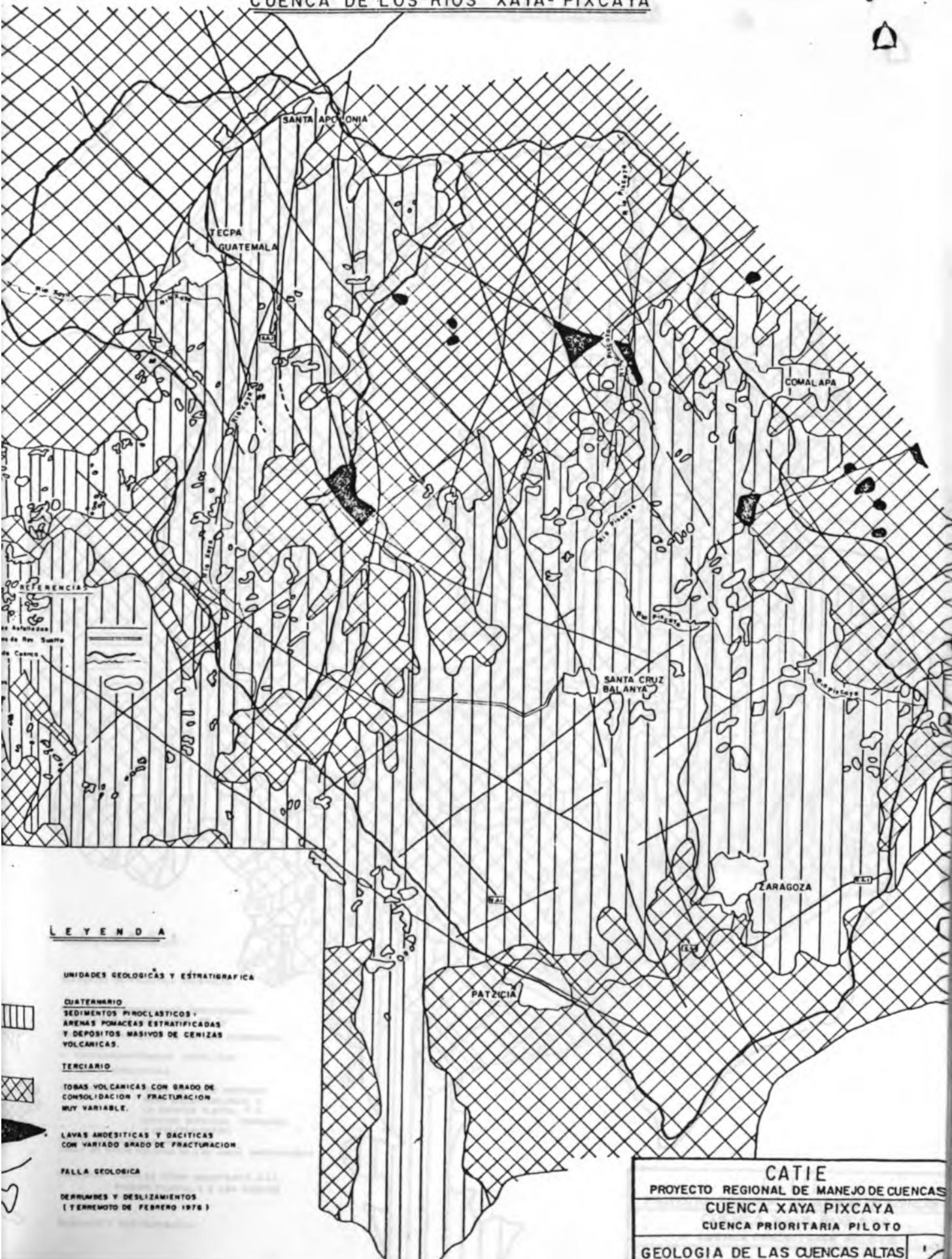
- La naturaleza litológica de los sedimentos piroclásticos así como las formas como fueron depositados estos materiales; en avalancha y caída libre, han marcado las formas superficiales; especialmente las pendientes, tanto en las superficies como en los taludes de los cauces de los ríos. Las principales manifestaciones de esta influencia pueden observarse en las extensas altiplanicies desarrolladas por las acumulaciones de cenizas en los alrededores de Comalapa, Tecpán, Patzicía y Chimaltenango (mapa 1).

En cuanto a las pendientes desarrolladas por los taludes laterales de los cauces de los ríos, éstas en general son cercanas a la vertical, lo cual puede observarse especialmente en las partes medias y bajas de las subcuencas de los ríos Pixcayá y Xayá. Como influencia combinada de los factores tectónicos y litológicos en la morfología de la región, pueden señalarse fundamentalmente que la red hidrográfica en la región se ha desarrollado sobre redes de fallas y fracturas tectónicas preexistentes, básicamente relacionados con la gran falla Motagua, lo cual pudo comprobarse con los efectos del movimiento de esta falla durante el terremoto de febrero de 1,976; especialmente los derrumbes ocurridos en los cauces de mayor influencia (mapas 1 y 2). Por otro lado los procesos erosivos característicos de las corrientes torrenciales de invierno desarrollan sobre las líneas de debilidad estructural y litológica definidas por fallas, fracturas, y fisuras que afectan las cenizas volcánicas. Como consecuencia de la acción de estos factores pueden señalarse la gran profundidad y el relativo poco ancho del cauce de los ríos desarrollados en los depósitos de cenizas volcánicas. Siendo la sección transversal típica en forma de "U", la cual varía a una sección compuesta en forma: "U" para la parte baja de la sección de cauce, y en "V" para la parte alta.

Las subcuencas hidrográficas como se mencionó antes, están mal definidas, lo cual obedece a las características litológicas estratigráficas de los depósitos volcánicos, así como factores tectónicos; especialmente a las generalizadas redes de fracturación y fisuración que afectan a las formaciones geológicas. Siendo muy difícil y especialmente inexacto establecer una divisoria entre estas dos redes hidrográficas. Del punto de vista práctico sería más apropiado tratar conjuntamente los ríos Pixcayá y Xayá.

Como puede apreciarse en el mapa 2 y 3, las redes hidrográficas de estos ríos son muy diferentes; tanto en la forma global del área de drenaje como en el desarrollo de las corrientes: densidad, forma de concentración, orientaciones preponderantes, etc. Pudiéndose decir en general que el patrón de desarrollo de los cauces de los ríos, torrentes y quebradas corresponde con la estructura del basamento de las cenizas volcánicas.

Comparativamente puede señalarse en relación a las redes de



REFERENCIAS

de Apolonia
de San Juan
de Cuaca

LEYENDA

UNIDADES GEOLOGICAS Y ESTRATIGRAFICA

CUATERNARIO

SEDIMENTOS PIROCLASTICOS -
ARENAS POMACEAS ESTRATIFICADAS
Y DEPOSITOS MASIVOS DE CENIZAS
VOLCANICAS.

TERCIARIO

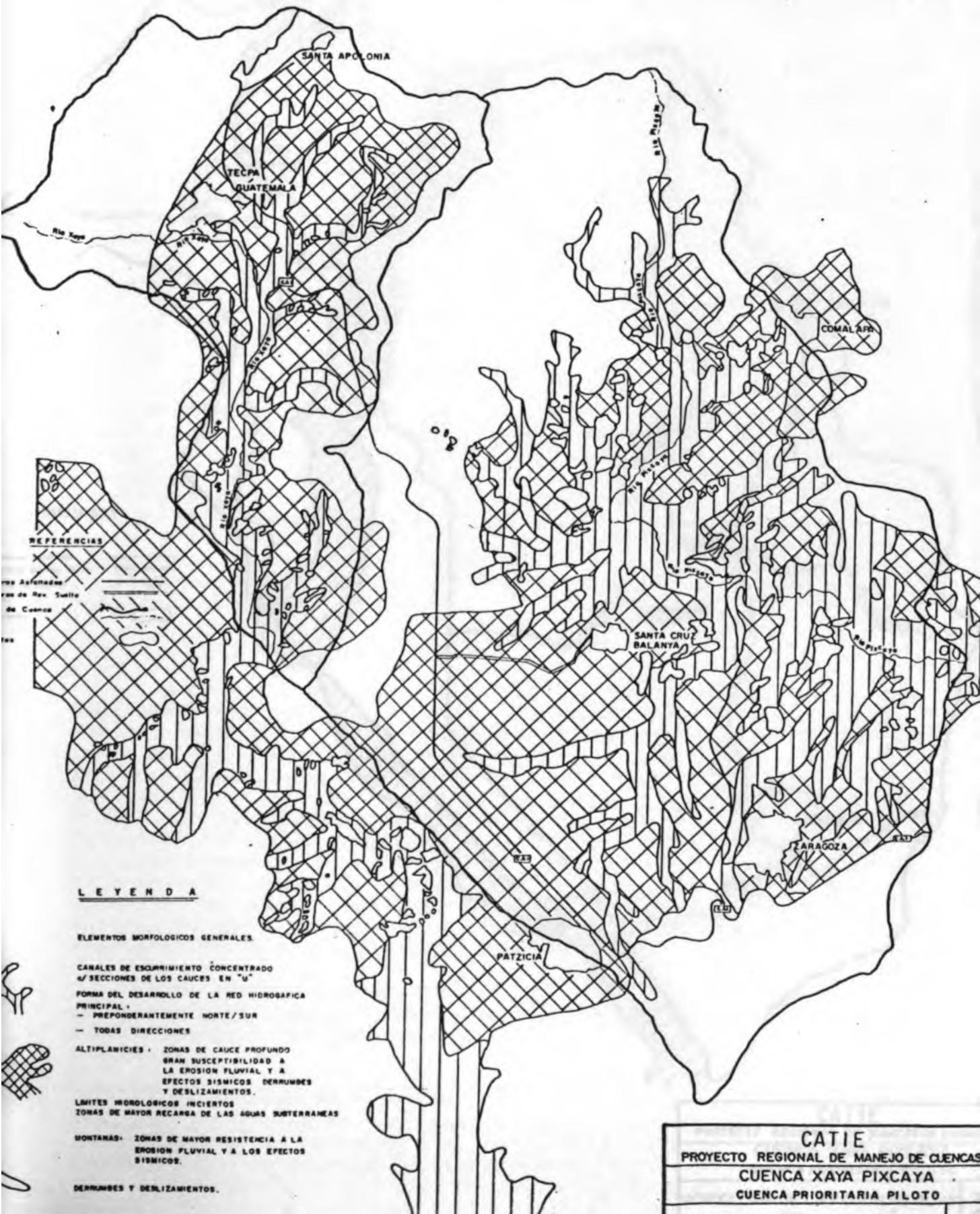
TOBAS VOLCANICAS CON GRADO DE
CONSOLIDACION Y FRACTURACION
MUY VARIABLE.

LAVAS ANDESITICAS Y DACITICAS
CON VARIADO GRADO DE FRACTURACION

FALLA GEOLOGICA

DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS
(TERREMOTO DE FEBRERO 1976)

CATIE
 PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS
 CUENCA XAYA PIXCAYA
 CUENCA PRIORITARIA PILOTO
 GEOLOGIA DE LAS CUENCAS ALTAS



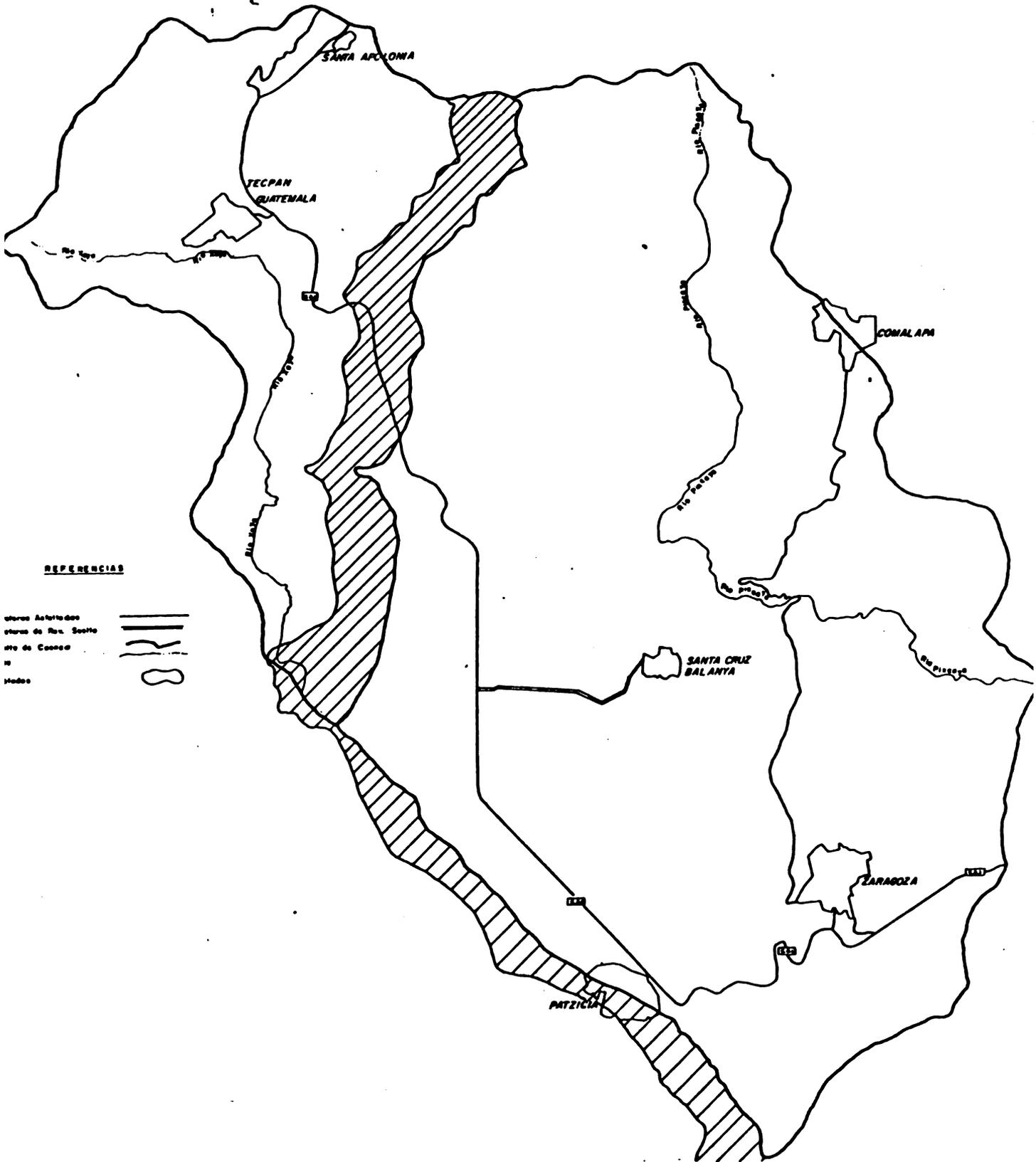
REFERENCIAS

Mapa Afectados
por Rev. Suelto
de Cuenca

LEYENDA

- ELEMENTOS MORFOLÓGICOS GENERALES.**
- CANALES DE ESCURRIMIENTO CONCENTRADO
y SECCIONES DE LOS CAUCES EN "U"
 - FORMA DEL DESARROLLO DE LA RED HIDROGRÁFICA PRINCIPAL
 - PREPONDERANTEMENTE NORTE/SUR
 - TODAS DIRECCIONES
 - ALTIPLANICIES: ZONAS DE CAUCE PROFUNDO
GRAN SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN FLUVIAL Y A EFECTOS SÍSMICOS DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS.
 - LIMITES HIDROLÓGICOS INCIERTOS
ZONAS DE MAYOR RECARGA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
 - MONTAÑAS: ZONAS DE MAYOR RESISTENCIA A LA EROSIÓN FLUVIAL Y A LOS EFECTOS SÍSMICOS.
 - DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS.

CATIE
 PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS
 CUENCA XAYA PIXCAYA
 CUENCA PRIORITARIA PILOTO



CATIE
PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUE
CUENCA XAYA PIXCAYA
CUENCA PRIORITARIA PILOTO

MORFOLOGIA DE LAS CUENCAS ALTAS

ESCALA 1:50,000 PROYECTO No. 4 MAYO 1988

drenaje superficial:

- Que la red hidrográfica del río Pixcayá tiene un desarrollo más uniforme dentro del área de drenaje exceptuándose la zona comprendida entre los poblados de Santa Cruz Balanyá, Patzicia y Cerrito Asunción del Oeste, donde el desarrollo hidrográfico es pobre.

- Que el desarrollo hidrográfico del río Xayá es muy pobre en su parte alta; aproximadamente a partir de la coordenada UTM. 1622.00 N, hacia el norte. La parte baja de la red es relativamente densas, con un patrón de desarrollo de las corrientes afluentes del cauce principal según una orientación suroeste/noreste.

2.2 Geología

2.2.1 Unidades litológicas

Dentro de la zona de influencia geológica definida se observan de acuerdo con su origen, únicamente dos grupos de rocas; las rocas sedimentarias y las rocas volcánicas. Sin embargo, vale la pena anotar que sobre una gran extensión superficial; al norte del área de nuestro interés, existen también dos grandes unidades litológicas, representadas por cuerpos intrusivos graníticos y por rocas metamórficas de gran importancia para la hidrogeología regional, ya que éstas constituyen conjuntamente una enorme barrera a la circulación subterránea en esta dirección.

a) Las Rocas Sedimentarias

Las rocas sedimentarias están localmente representadas básicamente por calizas (CaCO_3), las cuales constituyen para los efectos prácticos de este estudio el límite norte de la región. Su extensión superficial es pequeña; del orden de unos 12 Km², extendiéndose longitudinalmente también sobre unos 12 Km., desde las Canoitas, 1.5 Km. al norte de Santa Apolonia, pasando por Ptzaj, y San José Poaquil, para terminar en el cauce del río Palimá entre las coordenadas UTM: 727.4/1637.7 y 729.1/1638.9. Estructuralmente las calizas forman un bloque levantado, cuyo afloramiento están limitados por fallas, se estima que la potencia de estas calizas sobrepasa localmente los 600 m. las cuales están afectadas por fuertes plegamientos, una gran fracturación, y por disolución kárstica.

Estas calizas forman parte de un eje que se desarrolla de oeste-noroeste a este-sureste; pasando al nor-oeste de San Juan Sacatepéquez, y al nor-oeste; norte y noreste de la ciudad de Guatemala.

El alto grado de fracturación que exhiben las calizas y su posición en relación al cuerpo granítico impermeable situado inmediatamente al norte define para ésta unidad litológica la formación de un drenaje subterráneo de tendencia regional este-

sureste.

b) Las Rocas Volcánicas

Este grupo de rocas constituye la unidad litológica más importante de la región de Comalapa y de una extensa región del altiplano central del país. En la región de la influencia a Comalapa esta unidad presenta un amplio número de rocas, así como grandes variaciones para un mismo tipo de roca, especialmente en ciertos tipos de características como color, textura, grado de compactación y consolidación, etc.

Dentro de esta unidad litológica se tienen básicamente las siguientes rocas: lavas, tobas, conglomerados y brechas tobáceas ignimbritas, cenizas y arenas pomáceas de variada granulometría.

Para los fines del presente estudio, las distinciones más importantes entre las diferentes rocas están básicamente relacionadas con su estructura interna: si es granular; suelta o consolidada, cohesiva, maciza o compacta, así como también con algunas características de su deposición, especialmente si es masivo, o en estratificaciones, así como con la extensión lateral del depósito.

- Sedimentos Piroclásticos: Dentro de este tipo de materiales se encuentran una amplia gama granulométrica, así como una variada distribución; lo cual corresponde en principio con los siguientes factores: Distancia de la zona de yacimiento al foco eruptivo que le dió origen, naturaleza e intensidad de la erupción, así mismo como condiciones de los vientos prevalecientes durante la erupción. Por otro lado, puede distinguirse dentro de este tipo de materiales; de acuerdo con la geometría de la deposición, si éstos se encuentran estratificados o si el depósito es masivo.

Los depósitos piroclásticos masivos son generalmente materiales finos de variada granulometría, los cuales incluyen también fragmentos de diámetro mediano y grande de rocas pomáceas de lavas. Estos materiales son las cenizas volcánicas que se encuentran en los profundos cañones del río Pixcayá; cuya potencia puede sobrepasar los 300 m. Este tipo de materiales se puede presentar como sedimentos sueltos poco compactos o como material muy compacto y con cierto grado de consolidación. En uno y otro caso puede presentar porosidad de intersticios y adicionalmente de fisuras y fracturas cuando se presenta con cierto grado de consolidación. La cobertura superficial de estas cenizas es del orden 50% del área total de influencia definida anteriormente.

~~Los depósitos piroclásticos estratificados están constituidos por arenas pomáceas de variada granulometría las cuales también incluyen granos muy finos. Dentro del cinturón volcánico central, entre el Valle de Guatemala y Tecpán, se ha identificado unas 22 capas o estratos de este tipo de arenas~~

pomáceas, cada una de diferente extensión y cubrimiento superficial. Generalmente entre los principales grupos de sedimentos pomáceos se encuentran intercalados paleosuelos (materiales limosos y arcillosos, los cuales son producto de alteración de los sedimentos pomáceos). Los sedimentos pomáceos estratificados se encuentran comunmente en las partes altas de la topografía y en las laderas y en una pequeña escala intercalados dentro de los depósitos masivos.

En el área de interés puede encontrarse como máximo unas 10 capas de este tipo de sedimentos, especialmente en el sur entre Chimaltenango, Patzicía y Patzún, las cuales decrecen en dirección a Comalapa. La potencia máxima de estos materiales es del orden de una decena de metros. Su importancia local radica en el hecho de que su gran porosidad puede permitir una importante retención de las aguas de lluvia. Su cobertura superficial conjuntamente con los depósitos masivos pueden alcanzar un 70% u 80% del área total de interés.

- Las Tobas Volcánicas: Dentro del área de estudio este tipo de rocas es probablemente el segundo grupo en importancia. Generalmente aflora superficialmente o es subyacente a la cenizas y arenas volcánicas arriba descritas. Es decir, que tiene una gran cobertura espacial (volumétricamente).

Este tipo de rocas exhibe localmente variadas características; textura, estructura litológica, tintes, grado de consolidación, etc. Estando sus acumulaciones y depósitos influenciados de manera importante por los eventos tectónicos y otros tipos de alteración.

Las tobas pueden ser riolíticas, dacíticas o radiodacíticas, en colores que van de blanco, blanco grisáceo, amarillento, rosado al corinto. A este tipo de materiales por su características pueden ser asociadas las ignimbritas y algunas brechas y conglomerado pomáceos; los cuales se encuentran comunmente en el cauce medio y bajo del río Pixcayá.

Debido al intenso tectonismo que durante largos periodos de tiempo ha afectado la región, los depósitos tobáceos se encuentran fuertemente fracturados, fisurados, lo cual determina en ellos una gran porosidad de fracturas y espacios potencialmente importantes para la circulación y almacenamiento de agua subterránea. Su potencia puede alcanzar más de 500 m.

Las tobas se encuentran como una formación muy homogénea, vitrificada, cristalizada o litificada, tanto en forma masiva como en estratificaciones delgadas. Asimismo, puede encontrarse en formas muy alteradas; arcillosas, arcillo-limosas y arenosas, muy foliadas y afectadas por fuertes plegamientos. Hacia el norte y este de Comalapa pueden observarse superficialmente extensas zonas de alteración arcillosa arcillo-limosa. Formaciones tobáceas fuertemente plegadas pueden observarse al este de Comalapa entre coordenadas UTM 734-737/1629-1633, y al

noroeste en las inmediaciones de Santa Apolonia sobre un eje Oeste-noroeste/Este-Sureste en coordenadas UTM 717.9/1,635.8.

- Las Lavas: Asociadas a fracturas tensionales y a zonas afectadas de gran tectonismo, se tienen en el área de estudio flujos de lavas; andesíticas, riolíticas y basálticas, frecuentemente muy fracturadas, y desagregadas en pequeños bloques, y raramente en forma masiva. Generalmente se encuentran aflorando en las partes bajas de la topografía; en los cauces de corrientes principales: río Xecubal, Coloyá, Quisayá, Pachojob, Quemayá y Pixcayá, etc.

El cubrimiento superficial de las lavas tiene muy poca extensión; encontrándose en afloramientos muy pequeños. La potencia máxima que puede observarse dentro del área cercana investigada es del orden de los 100 m (coordenadas UTM: 738.5/1630.8). Al igual que las tobas compactas, las lavas están afectadas por una densa fracturación y fisuración, lo cual implica una gran porosidad y una densa red de conductos potencialmente importantes para el almacenamiento y circulación de las aguas subterráneas provenientes de otras unidades litológicas sobreyacentes.

2.2.2 Secuencia estratigráfica

La configuración y secuencia estratigráfica dentro del área de influencia definida para Comalapa, se sitúa en la escala del tiempo fundamentalmente entre el período cretácico (mesozóico superior), oligoceno, mioceno, plioceno (terciario medio y superior), y cuaternario.

Los grupos litológicos como se vió anteriormente, no son muy numerosos; a pesar de que la variedad de rocas es localmente grande. Asimismo, los grupos estratigráficos para los fines prácticos del presente estudio pueden ser simplificados sustancialmente, sin cometer importantes errores de asociación.

A continuación se describe la secuencia estratigráfica generalizada para el área de estudio.

Mesozóico:

Las rocas más antiguas que se encuentran dentro de los límites de área en cuestión, son las calizas; carbonatos de calcio de origen marino, depositadas a finales del período cretácico inferior (de edad albiano), correlacionadas como pertenecientes a la formación Cobán; también fundamentalmente definida por calizas, al norte de la falla Motagua. La potencia de las calizas localmente es del orden de 600 m.

Terciario:

Dentro de este período de tiempo geológico, se desarrollaron los más importantes y extensos eventos volcánicos del país, los

cuales estuvieron grandemente influenciados por los efectos de la actividad tectónica regional; especialmente con el desarrollo de grandes fracturas de tensión, a través de las cuales se dieron las grandes extrusiones de materiales volcánicos.

Las principales rocas depositadas durante esta era, son las coladas o flujos de lavas andesíticas y basálticas, así como las tobas volcánicas en la mayoría de sus variedades. Las lavas generalmente subyacen a las tobas, y ambos depósitos pueden ser incluidos dentro del grupo Padre Miguel, estando su edad comprendida entre oligoceno, mio-plioceno, conjuntamente su potencia local puede alcanzar más de 500 m.

Cuaternario:

Esta era también ha sido marcada por un intenso y extenso volcanismo, siendo el número de focos eruptivos conocidos bastante grande; los conos volcánicos son más de treinta, y localmente por lo menos cinco son de gran influencia: volcanes Tolimán, Atitlán, Acatenango, Fuego y Agua; a los cuales se les atribuye el origen de la mayor parte de los sedimentos piroclásticos del área de estudio.

Los sedimentos piroclásticos depositados comprenden tanto los masivos como los estratificados, sin embargo éstos no presentan una secuencia definida, ni continua. Estudios lito-estratigráficos muy completos fueron realizados para este tipo de sedimentos, los cuales de acuerdo con la caracterización de las diferentes unidades litológicas, fueron agrupados en dos formaciones o grupos estratigráficos (McLean 1970, Koch 1970).

El grupo más antiguo de éstos, se le ha denominado grupo Sumpango, el cual reúne por lo menos 13 estratificaciones de arenas pomáceas y tres depósitos masivos de cenizas. Al de más reciente formación, se le ha denominado grupo San Cristóbal, el cual comprende por lo menos 10 estratificaciones pomáceas y un depósito masivo de ceniza. La potencia máxima que alcanzan los sedimentos piroclásticos; masivos y estratificados, en la zona de estudio es del orden de los 300 m.

2.3 Generalidades sobre los Recursos de Agua Subterránea

Dentro del esquema geológico descrito, y de acuerdo con las características fundamentalmente estructurales de las formaciones geológicas que se encuentran dentro de la región donde se localizan las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá, se definen y diferencian aquí, las principales unidades hidrogeológicas, de referencia para nuestro estudio.

2.3.1 Unidades hidrológicas del cuaternario

Las unidades hidrogeológicas formadas durante este período, tienen su origen principalmente en dos tipos de procesos:

- De erosión, transporte y sedimentación; definido básicamente por la dinámica del ciclo hidrológico: aguas de lluvia y la escorrentía fluvial, y las leyes de la gravedad, y
- Volcánico, definido por las erupciones, transporte por el viento y depósito de materiales piroclásticos.

Como caso típico de la región de interés, se tiene:

Los valles intermontanos y cuencas de cenizas y sedimentos piroclásticos: estas unidades están formadas por materiales de diversa graduación, bombas, piedras, arenas, cenizas, polvos, etc. y variada distribución granulométrica, depositados en bancos o en forma masiva.

Estos materiales han formado importantes acumulaciones en todo el altiplano del país, tanto en potencia vertical, la cual puede superar los 200 m, como en extensión superficial, la cual puede alcanzar varias decenas de kms². Dentro de esta unidad se dan diferentes tipos de acuíferos, cuyo rendimiento puede variar entre los órdenes de magnitud de 30 a 300 GPM (colgados, libres y artesianos). Esta unidad hidrogeológica es la más comúnmente explotada en el país y en el área de estudio.

Este tipo de unidades hidrogeológicas, tienen también una doble importancia, ya que localmente los pequeños o regulares acuíferos, someros y medianamente profundos pueden constituir importantes fuentes de abastecimiento de agua potable. Por otro lado, y dentro de una escala más regional, constituyen las principales zonas de recarga y alimentación de acuíferos más profundos.

2.3.2 Unidades hidrogeológicas del terciario

A esta unidad hidrogeológica corresponden todos los depósitos eruptivos depositados desde el terciario superior en forma de lavas de origen fisural y tobas volcánicas de diferente grado de consolidación y diversa naturaleza litológica. Su estructura es sumamente compleja, dado que su origen y constitución están ligados a los procesos tectónicos y de deposición posterior. En efecto, este tipo de rocas fue depositado sobre un basamento prevolcánico de rocas sedimentarias, metamórficas o plutónicas, las cuales fueron posteriormente afectadas por importantes movimientos tectónicos de alcance regional, los cuales dieron origen a la red de fallas señaladas en el mapa 1, así como también a redes de fracturas. De este proceso resultó una geometría de bloques levantados y hundidos, sobre los cuales se acumularon potentes depósitos de sedimentos piroclásticos y flujos de lava cuaternarios. Los efectos de la erosión superficial han dejado al descubierto en algunos sitios este tipo de rocas, especialmente los bloques más levantados.

Atendiendo a su gran extensión y potencia de la zona fracturada, constituye desde el punto de vista de su capacidad de almacenamiento y rendimiento, el acuífero más importante localizado dentro del cinturón volcánico. Sin embargo, por la profundidad a que se encuentra, generalmente 300 m., no siempre es atractivo aprovecharlo.

2.4 Generalidades sobre la Geodinámica Externa

La proximidad de las subcuencas altas de los ríos Xayá y Pixcayá al sistema de fallas Motagua-San Agustín; localizado al norte, incide de manera preponderante en el origen de los principales fenómenos de geodinámica externa locales:

- a) Los deslizamientos, y derrumbes
- b) Los hundimientos
- c) La erosión y sedimentación fluvial y torrencial

Como se evidenció con los efectos del terremoto de febrero de 1976, la región donde se localizan estas subcuencas se vio afectada por una gran densidad de deslizamientos y derrumbes especialmente en las laderas de los cauces de la red hidrográfica, los cuales como se indicó anteriormente, su trazo generalmente corresponde con fallas o fracturas (mapas 1 y 2). Contribuyendo notablemente también a estos fenómenos de deslizamiento y derrumbe, la naturaleza de las formaciones geológicas que forman estos cauces; cenizas en especial y a la forma de las secciones transversales de los cauces fluviales; en "U". Identificándose como zona potencial más susceptible al efecto sísmico dado por derrumbes y deslizamientos en masas materiales volcánico piroclástico, y a la acción erosiva del agua de escorrentía, especialmente en las zonas cruzadas por una mayor densidad de fallas o fracturas, y las laderas de los cauces de mayor profundidad, localizadas en las partes bajas de las subcuencas.

En cuanto a los hundimientos, las evidencias son relativamente escasas, debido a la influencia de la sedimentación y pronto relleno de las depresiones formadas, así como al rebajamiento por los efectos erosivos de la escorrentía superficial no concentrada.

Una evidencia residual de asentamiento cerrado puede apreciarse en las cercanías al punto de coordenadas UTM: 1625.50 N/716.30E.

3. HIDROLOGIA

3.1 Información Meteorológica

En las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá o en su cercanía, han existido una serie de estaciones meteorológicas que

han sido observadas durante periodos de tiempo más o menos largos. La mayor parte funcionaron a partir de la década de los años sesenta, aunque algunas generaron información a partir de los años veinte y treinta, fueron clausurados hace mucho tiempo. Ambas subcuencas presentan déficit de información meteorológica, al extremo que sólo existen dos estaciones meteorológicas en la subcuenca del río Pixcayá y ninguna en la subcuenca del Xayá. Las estaciones en la subcuenca del río Pixcayá son Santa Cruz Balanyá que reporta datos de precipitación, temperatura y humedad y El Recuerdo que reporta solo precipitación y temperatura. No se descarta la posibilidad de que existan estaciones en fincas que no reportan sus datos al INSIVUMEH, por lo que no se incluyen en este trabajo.

La información meteorológica contenida en este documento se resume en el cuadro 2 con los periodos de registro de las estaciones por cada parámetro observado y en la figura 1 con la ubicación de las estaciones. Además se incluyen en el anexo los cuadros 1, 2 y 3 con los datos mas relevantes de las estaciones, los resúmenes del total mensual y anual de precipitación y los resúmenes mensuales y anuales de la temperatura media de todas las estaciones que registran este parámetro.

Como puede observarse en los cuadros citados arriba, existe mayor cantidad de datos de precipitación que de los otros parámetros meteorológicos y las dos estaciones localizadas en la subcuenca del Pixcayá cuentan con información pluviográfica. Hay una menor cantidad de estaciones que registran temperatura, la mayor parte de las cuales solo reportan temperaturas extremas máximas y mínimas. En la subcuenca del Pixcayá sólo Santa Cruz Balanyá reporta datos de temperatura media, mientras El Recuerdo reporta datos de temperaturas extremas. Los datos de humedad relativa son menos frecuentes y en las subcuencas sólo Santa Cruz Balanyá reporta esta información. No existe otro tipo de datos meteorológicos en las subcuencas de ambos ríos y en las zonas aledañas registran datos de evaporación a la intemperie y a la sombra en la estación Alameda ICTA. Las estaciones tipo "A", que es donde se observan la mayor cantidad de los fenómenos meteorológicos, que se encuentran más cercanas al área son Chiquilá en Chichicastenango y Observatorio Nacional en la ciudad de Guatemala.

En términos generales pueden decirse que las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá cuentan con muy poca información meteorológica, sobre todo de precipitación que es un parámetro de fundamental importancia para el diseño de obras de aprovechamiento de recursos hidráulicos. La calidad de la información también es cuestionable como se demuestra en el párrafo siguiente dedicado al análisis de la información de precipitación.

3.1.1. Análisis de la información de precipitación mensual

Con los cuadros resumen de la información meteorológica se

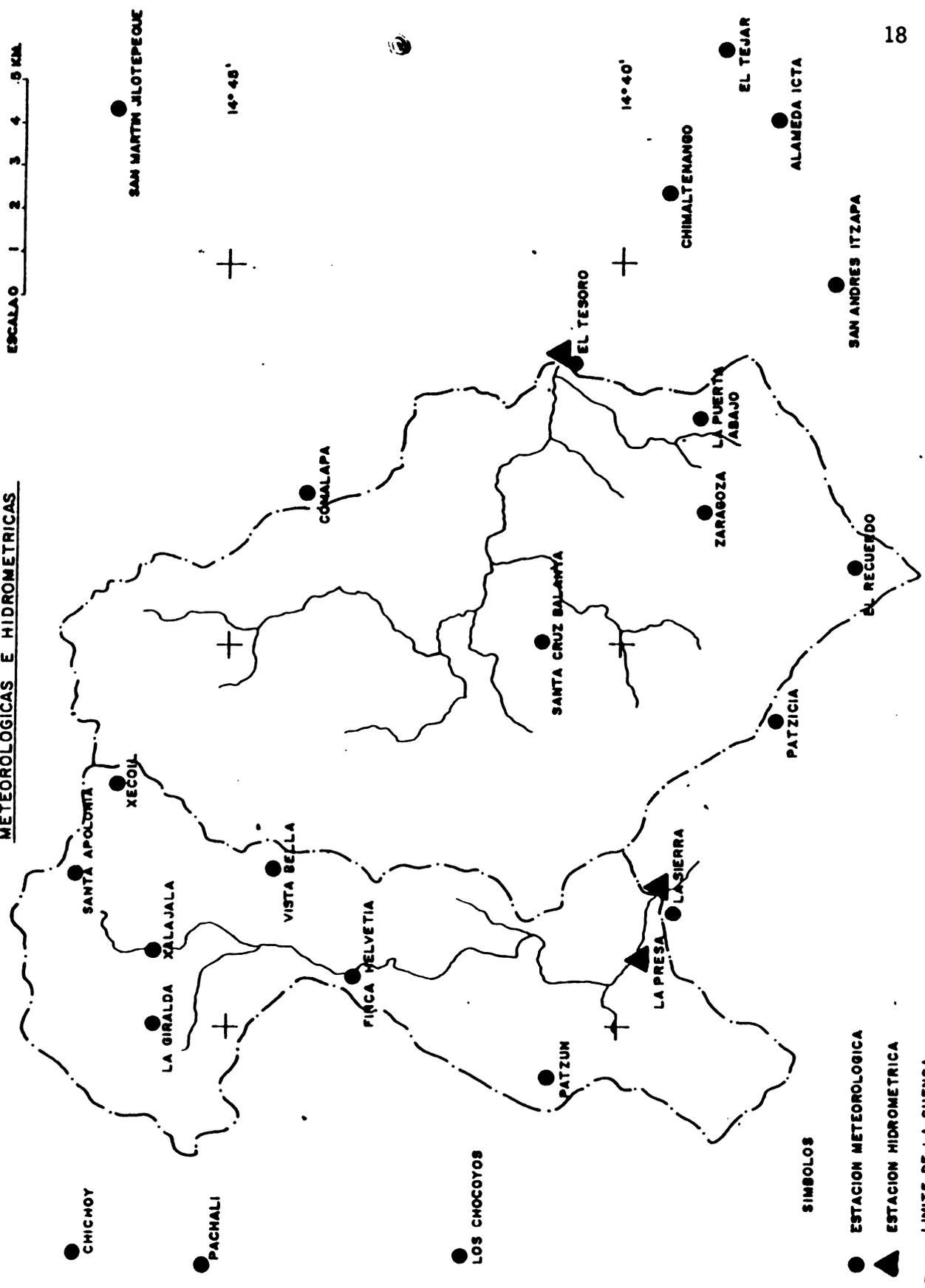
CUADRO 2

PERIODO DE REGISTROS METEOROLOGICOS DE LAS ESTACIONES DE INFLUENCIAS EN
LAS CUENCAS XAYA Y PIXCAYA, GUATEMALA

***** CROMOGRAMA DE DATOS DE PRECIPITACION *****								
***** AÑOS DE REGISTRO *****								
NUMERO		1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980

03.01.01	CHINALTENANGO		====			=		
03.01.02	ALAMEDA ICTA					*****		*****
03.03.01	EL TEJAR					*****		
03.05.01	PATZICIA					=	=	
03.05.02	EL RECUERDO						*****	
03.05.03	MOLINO LA SIERRA						*****	
03.06.01	PATZUN					=		
03.06.04	CHICAP						*****	
03.09.01	SAN JOSE POAQUIL						=	==
03.10.01	COMALAPA					*****		
03.10.02	E N RAFAEL ALVAREZ						====	
03.11.01	SAN MARTIN JILOTEP						*****	
03.13.01	VISTA BELLA						*****	
03.14.01	STA. CRUZ BALANYA						*****	
03.15.01	CHICOY						*****	==
03.15.02	LOS CHOCOYOS						*****	
03.15.03	E N RAFAEL ALVAREZ						===	
03.15.04	PACHALI						*****	
03.15.06	ALDEA PALAMA							*****
03.16.01	LA PUERTA ABAJO						====	
06.01.00	OBSERVATORIO MAC	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	EL TESORO							
	LA GIRALDA						====	
	LOS TARRALES		*****	*****	*****	*****	*****	*****
	MOLINO HELVETIA					*****	*****	*****
	SAN ANDRES ITZAPA					*****	*****	*****
	SANTA APOLONIA							*****
	XALAJALA							*****
	XECOTIL							*****

RED DE ESTACIONES
 METEOROLOGICAS E HIDROMETRICAS



SIMBOLOS

- ESTACION METEOROLOGICA
- ▲ ESTACION HIDROMETRICA
- - - LIMITE DE LA CUENCA

formó un banco de datos de precipitación y temperatura. Para cada una de las estaciones se elaboraron figuras de la distribución promedio de la precipitación mensual. Estos histogramas de precipitación mensual se incluyen en la figura 1 del anexo.

Para determinar la consistencia y calidad de los datos de precipitación, se elaboraron curvas de doble masa entre las series de las estaciones y se realizó un análisis de regresión entre las mismas. Los resultados sólo fueron satisfactorios entre las estaciones Santa Cruz Balanyá-El Recuerdo y Comalapa-Santa Cruz Balanyá. El resto de estaciones no parece tener una relación muy estrecha con las mencionadas anteriormente, a pesar de estar localizadas en regiones meteorológicamente similares. Los coeficientes de correlación entre las series de Santa Cruz Balanyá-El Recuerdo y Comalapa-Santa Cruz Balanyá obtenidos para la extensión de registros fueron altos, mientras que fueron muy deficientes entre estas y el resto de estaciones. Sin embargo, todas las series de precipitación fueron utilizadas como referencia de la variación de la precipitación hacia los límites de las subcuencas en vista de la poca información disponible. Los diagramas de doble masa se incluyen en el anexo como figura 2.

Para elaborar las isoyetas de precipitación media anual se extendieron los registros de las estaciones mediante un análisis de correlación entre las series anuales de precipitación. El período seleccionado para la extensión fué de 27 años, que se inician el año hidrológico 1960-61 y concluyen el año hidrológico 1986/87. Este período se considera suficientemente extenso para obtener datos promedio confiables. Los resultados del análisis de regresión aparecen en el cuadro 3 y en el cuadro 4 se muestran los resultados de la extensión de los registros. De estos resultados debe mencionarse que el análisis de regresión indica una pobre correlación entre las series de precipitación de la mayoría de las estaciones. El coeficiente de correlación al cuadrado que es el parámetro que aparece en el cuadro 4 sólo es mayor de 0.5 entre las series de las estaciones para las que el análisis de curvas de doble masa fué satisfactorio, lo cual se debe a la baja calidad de los datos observados en el resto de las estaciones.

3.1.2 Análisis de información de lluvia intensa

A pesar de que las dos estaciones en la subcuenca del río Pixcayá cuentan con pluviógrafo, únicamente para la estación localizada en Santa Cruz Balanyá se han elaborado curvas de intensidad de lluvia. Por la importancia de esta información especialmente para el diseño de drenajes, se incluye en la figura 2, la curva que fue proporcionada por el INSIVUMEH, haciendo la salvedad que está sujeta a revisión. En esta curva se aprecia que las intensidades son bastante elevadas especialmente para duraciones cortas, situación que es común para el área del altiplano. Las intensidades descienden violentamente para

CUADRO 3

FRECUENCIAS MAYA PUCYARI: RESULTADO DEL ANALISIS DE REGRESION DE ESTACIONES

COMALAPA-SANTA CRUZ BALANYA

Regression Output:

Constant	0.0
Std Err of y Est	67.7
Squared	0.8
No. of Observation	7.0
Degrees of Freedom	6.0

Coefficient (s)	0.7
Std Err of Coef.	0.0

SANTA CRUZ BALANYA-EL PEQUERDO

Regression Output:

Constante	0.0
Std Err of y Est	271.6
Squared	0.5
No. of Observation	18.0
Degrees of Freedom	17.0

Coefficient (s)	1.3
Std Err of Coef.	0.0

EL PEQUERDO-ALAMEDA IOTA

Regression Output:

Constant	0.0
Std Err of y Est	179.4
Squared	0.3
No. of Observation	9.0
Degrees of Freedom	8.0

Coefficient (s)	0.7
Std Err of Coef.	0.0

EL PEQUERDO-CHICAP

Regression Output:

Constant	0.0
Std Err of y Est	379.5
R squared	0.2
No. of Observation	9.0
Degrees of Freedom	7.0

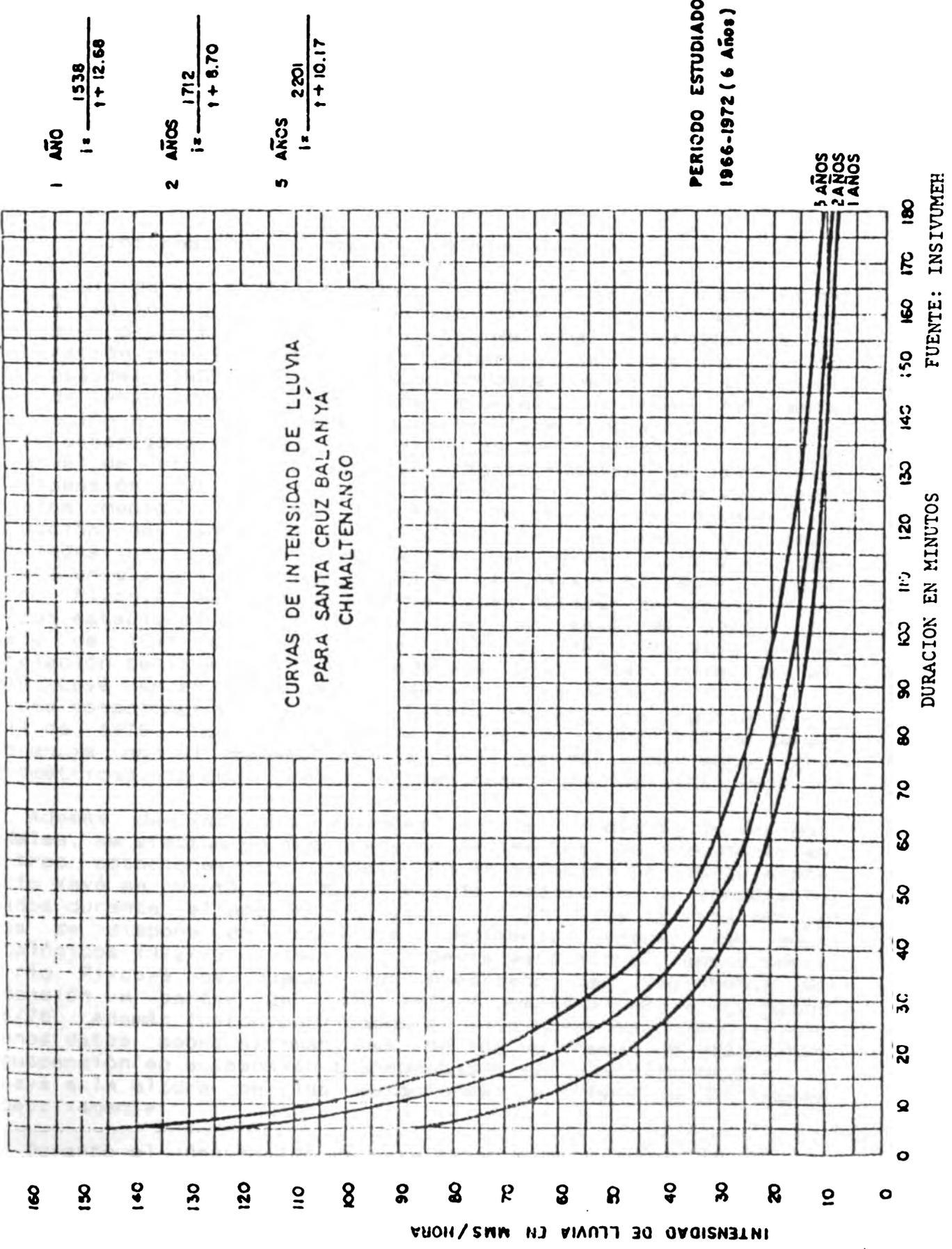
x Coefficient (s)	0.7
-------------------	-----

CUADRO 4

UBCUENCAS XAYA PIXCAYA: RESULTADOS DE LA EXTENSION DE REGISTROS

PRECIPITACION ANUAL POR ESTACION							
ANO	COMALAPA	SC	BALAN	RECUERDO	ALAM ICTA	CHICAP	PALAMA
1960/61	1720	1219.5	1640.2	1108.6	1320.4	1265.9	
1961/62	1195	847.3	1139.6	770.4	917.4	879.5	
1962/63	1334	945.8	1272.1	859.9	1024	981.8	
1963/64	1189	843	1133.8	766.4	912.7	875.1	
1964/65	1536	1089	1464.7	990.1	1179.1	1130.5	
1965/66	1353	959.3	1290.3	872.2	1038.7	995.8	
1966/67	1593	1129.4	1519	1026.8	1222.8	1172.4	
1967/68	1042	738.8	993.7	671.7	799.9	766.9	
1968/69	1591	1128	1593	1076.9	1282.4	1171	
1969/70	1601	1	2249	1520.3	1810.4	1178.3	
1970/71	1403	994.7	1475.5	997.4	2135	1032.6	
1971/72	1793	1271.2	1653.2	11046.6	1130	1319.6	
1972/73	896	710.3	782	539.8	1309	659.5	
1973/74	1657	1160.4	1997.8	1268.5	2318.5	1219.6	
1974/75	1138	883	1255.4	694.5	1656	837.6	
1975/76	1240	775.2	826.8	558.9	1517	912.6	
1976/77	1111	842.3	1428.1	836.2	1305	817.7	
1977/78	1244	836.4	940.3	635.6	1204.1	1401.5	
1978/79	1456	1027.1	1046.6	707.5	842.5	1793.3	
1979/80	1412.7	1006.2	1209.2	817.4	973.4	2380.3	
1980/81	1250.7	890.8	1087.6	735.2	875.5	677.5	
1981/82	1505.9	1143.8	1205.4	1115.3	970.3	1913.9	
1982/83	1506.2	1072.8	1314.4	800.6	1058.1	1811.9	
1983/84	1005.4	716.1	852.2	879.1	686	1703.7	
1984/85	1358.47	967.5	1140.5	894.7	918.1	999.8	
1985/86	1444.4	1028.8	1385.1	936.3	1115	1063.1	
1986/87	1303.5	928.4	1249.5	844.7	1005.8	959.4	
PROMEDIO	1192.9	821.6	1133.7	773.3	1049.3	1029.9	

FIGURA 4



duraciones de alrededor de 40 minutos y prácticamente ya no varían a partir de los 60 minutos. Estos datos indican que los eventos que provocan las tormentas con intensidades grandes y de corta duración son de origen convectivo, pues los procesos que dan origen a este tipo de fenómenos tienen aproximadamente esa duración.

3.2 Información Hidrométrica

3.2.1 Información hidrométrica disponible

A raíz de la identificación del proyecto del acueducto Xayá-Pixcayá, se inició en mayo de 1963 la observación de ambos ríos por el proyecto del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá en colaboración con el INDE. Sin embargo, se consigna en los boletines del INDE que la observación de estos ríos se inició en julio de 1962 por el Ministerio de la Defensa Nacional, pero esta información no fué publicada. Durante el período en que los ríos fueron observados se obtuvieron gráficas de limnigrafo, lecturas del nivel del río, aforos y posteriormente muestreo de sedimentos en suspensión. Utilizando esta información básica se estimaron caudales medios diarios, caudales extremos instantáneos y producción de sedimentos en suspensión. Las estaciones instaladas inicialmente fueron Molino La Sierra o La Sierra como aparece en algunos boletines sobre el río Xayá y El Tesoro, sobre el río Pixcayá, ambas estaciones estaban dotadas de limnigrafos. Las dos estaciones dejaron de funcionar en mayo de 1968. En agosto de 1971 se reinició el control del río Xayá con la instalación de la estación La Presa y en julio del mismo año el río Pixcayá en el mismo sitio anterior, es decir en El Tesoro. Las dos estaciones La Presa y El Tesoro dejaron de funcionar en abril de 1976, como consecuencia de que el INDE dejó de tener ingerencia en el manejo de la red nacional de estaciones hidrométricas, la cual pasó a la responsabilidad del INSIVUMEH.

Además de las observaciones con el propósito de estimar caudales, se efectuaron muestreos de sedimentos en suspensión en las tres estaciones mencionadas. En la estación La Sierra sobre el río Xayá se cuenta con muestreos de sedimentos en suspensión tomados durante el año hidrológico 1970/71 y de la estación La Presa se dispone de datos de sedimentos entre los años hidrológicos 1972/73 y 1975/76. De la estación El Tesoro sobre el río Pixcayá se cuenta con muestreos de sedimentos en suspensión a partir del año 1970/71 hasta el año hidrológico 1976/76. Además fueron publicados en los boletines hidrológicos algunos datos sobre estimaciones de los volúmenes de sedimentos en suspensión transportados por los ríos Xayá y Pixcayá a la altura de las estaciones La Presa y El Tesoro respectivamente.

Durante el desarrollo de este trabajo se llegó a establecer que después del último período en el cual la información fué publicada, las estaciones siguieron funcionando por lo menos durante tres años más. La información básica tal como lecturas

de escala, gráficas de limnigrafo, aforos y muestreos de sedimentos se encuentran en la Unidad de Estudios Básicos del INDE, con muestras de haber sido procesada. Sin embargo, la información no fué publicada y no fué posible establecer en donde se encuentra por lo que se considera la posibilidad de reprocesarla.

3.2.2 Análisis de los datos del caudal

Se contó con muy poca información como para hacer un análisis completo de la calidad de los datos del caudal. Para esto sería necesario contar con aforos, levantamientos de las secciones de aforos y los datos de niveles del río, los cuales no pudieron ser obtenidos en su totalidad por no haberse establecido el lugar en que se encuentran o si existe toda esta información. Esta revisión se hace necesaria en vista que la experiencia indica poca certeza en la estimación de caudales altos, especialmente en las estaciones aforadas desde cable. Sin embargo, puede observarse en los datos de caudal, que las estaciones no reportan con la regularidad requerida, por lo que las series contienen lagunas muy significativas y existen en algunos casos diferencias en los caudales que sólo pueden atribuirse a errores en observación o de estimación.

3.3 Regimen de precipitación

Las subcuencas de los ríos Xayá Pixcayá están ubicadas en la parte alta de las cuencas de los ríos Coyolate y Motagua respectivamente. La cuenca del río Coyolate drena hacia el Océano Pacífico, mientras la del Motagua lo hace hacia el mar Caribe. Por tratarse de cuencas vecinas las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá están separadas por la divisoria continental de aguas. Sin embargo, no existe entre ambas cuencas un relieve pronunciado que las separe y la única diferencia geomorfológica que existe entre ambas cuencas es que la parte plana de la subcuenca del Xayá se encuentra ligeramente más elevada que la del Pixcayá. La zona se encuentra a una distancia relativamente apreciable de las fuentes principales de humedad que son el océano Pacífico y el mar Caribe y no se encuentra directamente expuesta al tránsito de los vientos húmedos de esa procedencia. Existen barreras montañosas importantes que desvían estos vientos y provocan pérdida de humedad por precipitación. Estas cadenas montañosas que se interponen al libre tránsito de los vientos húmedos son: al sur la cadena de volcanes y al nororiente las sierras de Chuacús y de Las Minas.

El régimen de lluvias está determinado por el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ITC) hacia el norte, que durante el verano de este hemisferio se encuentra en su posición norte más pronunciada. Como consecuencia el istmo centroamericano es transitado por los vientos alisios provenientes del océano Pacífico y del mar Caribe, que dependiendo de la orografía determinan en gran medida el patrón de precipitación. A este sistema se sobrepone el de ciclones y

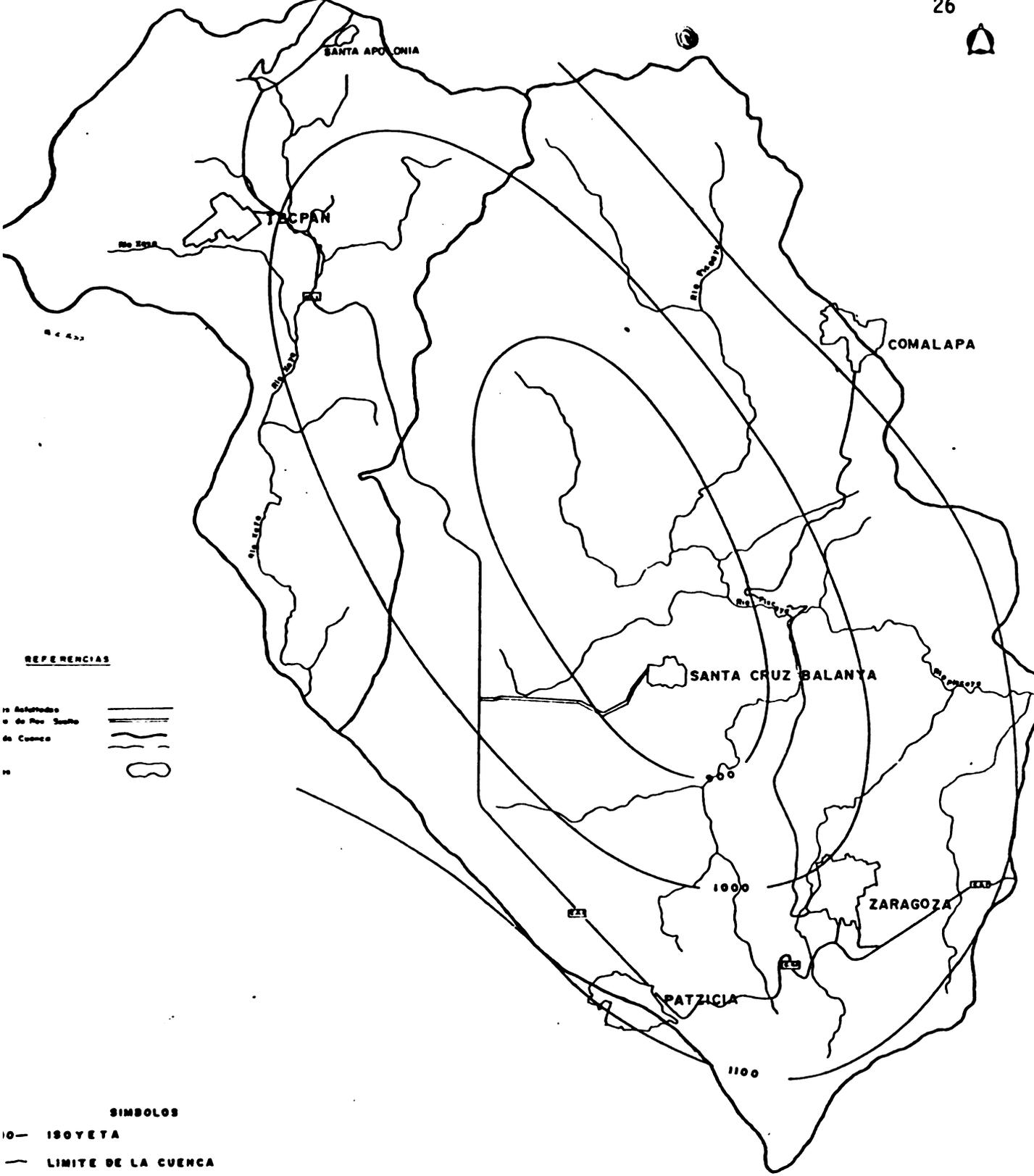
tormentas tropicales que regularmente se forman en el mar Caribe y que por su extensión afectan normalmente en forma indirecta a la región centroamericana. Este tipo de disturbio atmosférico produce precipitaciones importantes del tipo llamado "temporal", hacia el final de la época de lluvias en todo el país. Durante la época seca se observa una cantidad menor de precipitación, producto de fenómenos frontales durante el invierno de hemisferio norte o bien de procesos convectivos que se desarrollaron durante la primavera.

El origen de la precipitación en las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá es predominante orográfico, ya sea por efecto de los vientos alisios o como efecto secundario del tránsito de ciclones y tormentas tropicales por el Caribe. Debido a que el área de las subcuencas se encuentra muy protegida desde el punto de vista orográfico, la zona es de relativa baja precipitación. Como gran parte de las subcuencas son zonas planas, se induce el desarrollo de un efecto de sombra de lluvia, que es ligeramente más pronunciado hacia la subcuenca del río Pixcayá que está ligeramente más baja. Como puede observarse en el mapa 4 de isoyetas medias anuales, en el centro del área donde está ubicada la estación Santa Cruz Balanyá se registra una precipitación media anual bajo los 900 mms. Este valor tiene poca variación en cualquier sentido, siendo la más importante el incremento de la precipitación hacia la zona montañosa volcánica del sur, donde se observa una precipitación media anual superior a los 1100 mms en la estación El Recuerdo. En los otros extremos de las subcuencas la precipitación llega a los 1000 mms o varía ligeramente sobre este valor.

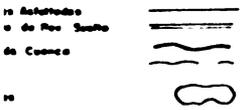
Se prefirió elaborar mapas de isoyetas anuales de los años promedio, máximo y mínimo a isoyetas mensuales, debido a que los registros de las estaciones a nivel mensual tienen muchas lagunas y los períodos concurrentes casi no existen como puede observarse en los cronogramas de registros de precipitación. Para trazar las isoyetas mensuales hubiera sido necerio entonces generar sintéticamente gran parte de la información, lo cual daría mayor peso a las estaciones con registros más extensos.

Comparando los mapas de isoyetas, puede observarse que el año seco seleccionado que fué el año hidrológico 1972/73 (mapa 5), presenta una variación espacial de la lluvia menor que la del mapa de isoyetas promedio, lo que indica una menor actividad atmosférica que trae como consecuencia un menor contenido de humedad en los vientos. Por el contrario en el mapa de isoyetas del año húmedo seleccionado que fué el año hidrológico 1973/74 (mapa 6), se manifiesta un incremento en la variación espacial de la lluvia, como consecuencia de una mayor intensidad de los procesos que provocan la precipitación y a un mayor contenido de humedad en los vientos.

La temporada de lluvias se desarrolla de mayo a octubre, período durante el cual cae aproximadamente el 90% de la precipitación total anual. Durante estos meses se observan dos



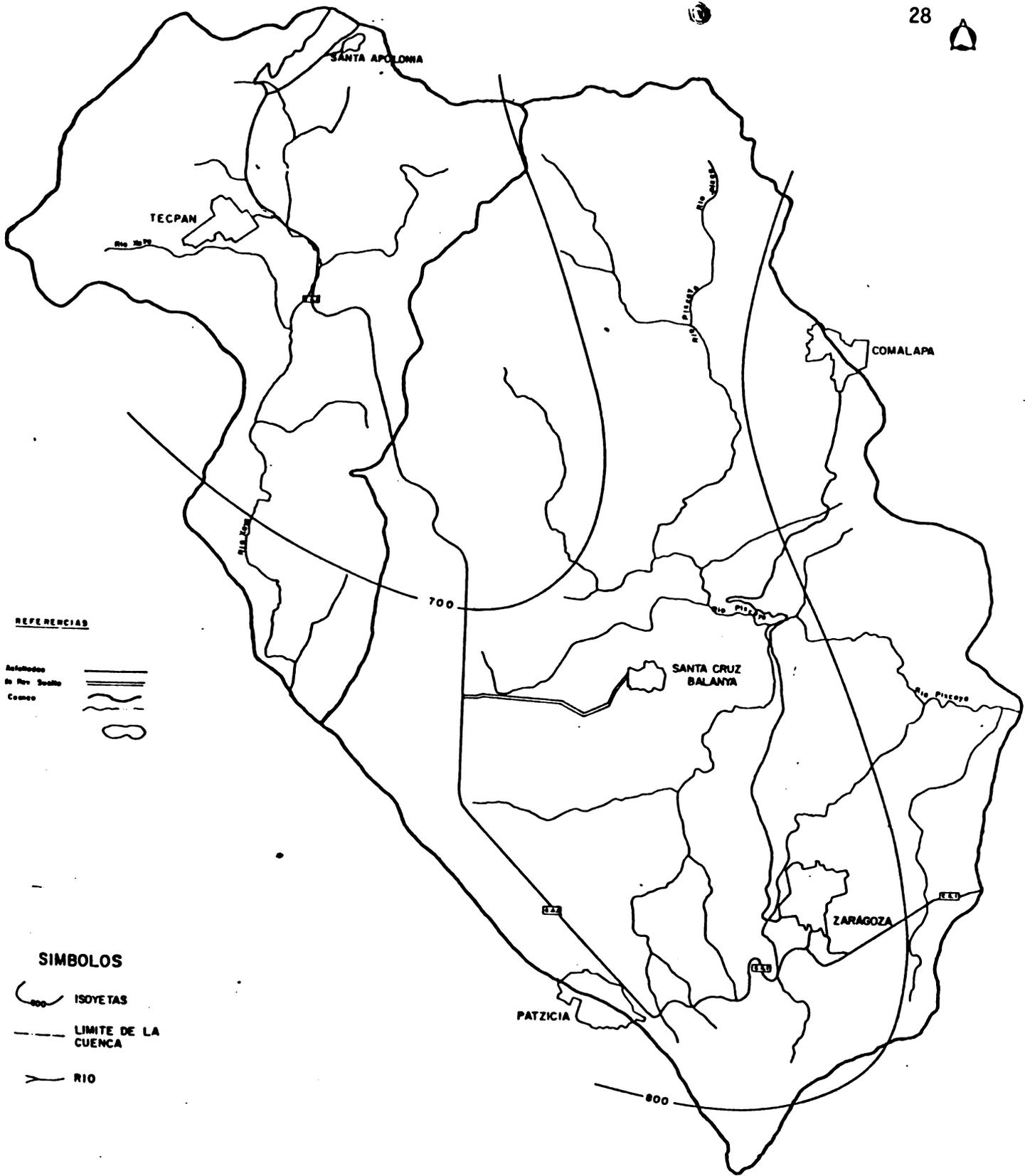
REFERENCIAS



SÍMBOLOS

- 10- ISOYETA
- LIMITE DE LA CUENCA
- ~ RIO

CATIE	
PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS	
CUENCA XAYA PIXCAYA	
CUENCA PRIORITARIA PILOTO	
ISOYETAS — MEDIAS — ANUALES	
MAYO 1966	



REFERENCIAS

Asentados de Rio Sochil
Comoco

SIMBOLOS

ISOYETAS

LIMITE DE LA CUENCA

RIO

CATIE
PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS
CUENCA XAYA PIXCAYA
CUENCA PRIORITARIA PILOTO
ISOYETAS AÑO SECO

máximos de precipitación mensual en junio y septiembre, cuando en promedio se registran entre 200 y 300 mms en total. La diferencia relativa de estos picos de precipitación depende de la intensidad con que los efectos orográfico y ciclónico afecten en el área.

3.4 Régimen de Caudales

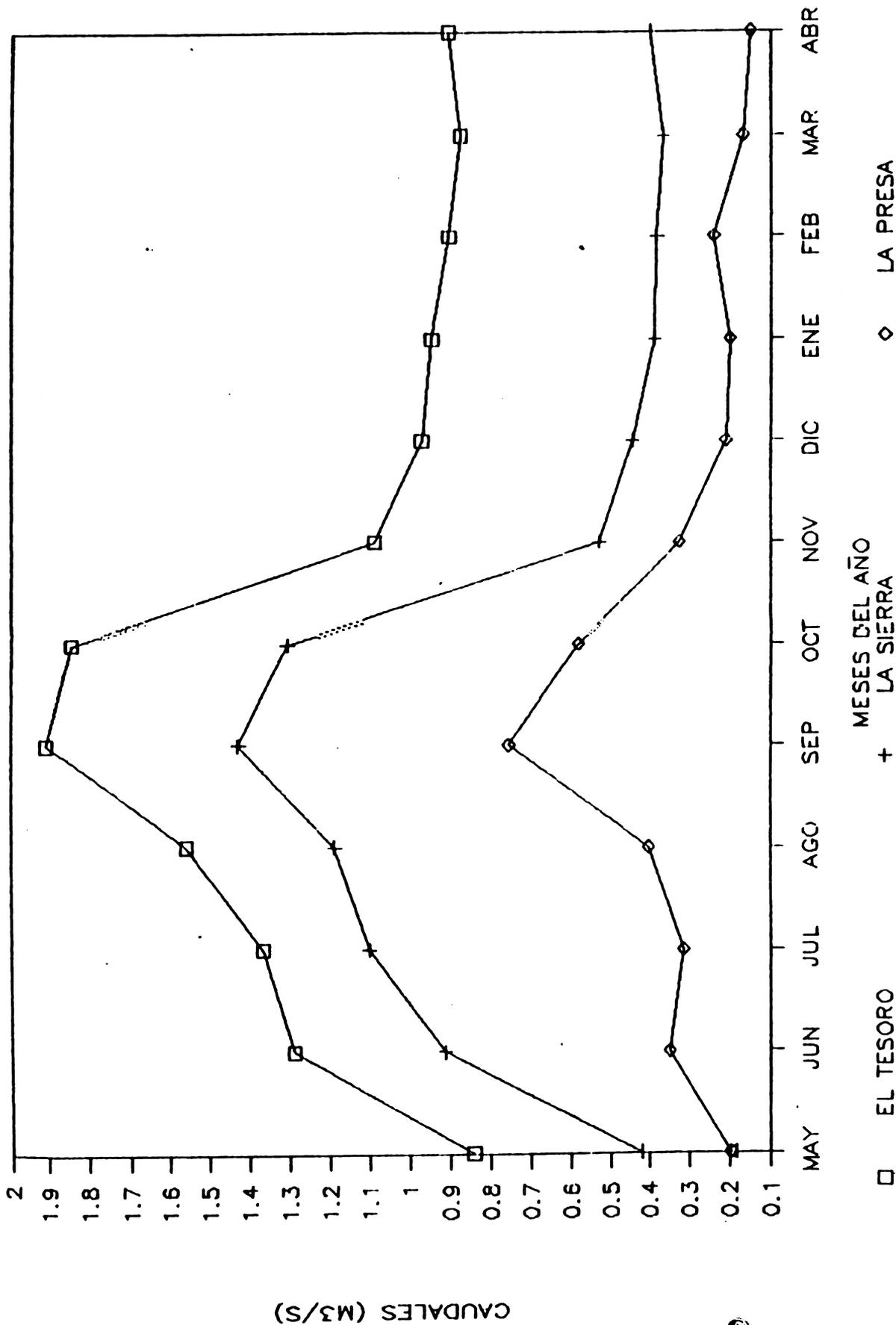
Naturalmente el régimen de caudales de ambos ríos sigue muy de cerca al régimen de precipitación en las subcuencas. Los caudales comienzan a incrementarse a partir de mayo cuando se inicia la temporada de lluvias e inician su recesión en noviembre cuando ésta finaliza. Sin embargo, los picos observados en la distribución mensual de la precipitación se encuentran distorsionados en el caso de los caudales como puede observarse en la figura 3. En esta figura se aprecia que el pico de precipitación registrado en junio no aumenta apreciablemente el caudal, debido a que el suelo se encuentra seco y gran parte de la lluvia se pierde como infiltración, evapotranspiración, uso consuntivo y almacenamiento en la subcuenca. El otro pico de precipitación que cae en septiembre si se observa en la figura de caudales, porque en ese periodo el suelo se encuentra saturado y una mayor parte del agua precipitada se transforma en escurrimiento superficial.

El volumen escurrido es función del área de las subcuencas, por lo que el caudal medio anual más importante es el del río Pixcayá en El Tesoro, estimándose en 1.212 m³/s. El río Xayá registra caudales menores, siendo estos de 0.742 m³/s en la Sierra y 0.327 m³/s en La Presa.

Las curvas de recesión y las curvas de duración de caudales que se incluyen en la figura 3 del anexo; indican un almacenamiento importante de agua subterránea excepto en la estación La Presa. Esta capacidad de almacenar agua subterránea es favorecida por la poca pendiente del área de las subcuencas, lo que a su vez favorece el proceso de infiltración hacia el subsuelo.

La construcción del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá ha modificado el régimen natural de caudales aguas abajo de la derivación, especialmente durante el periodo de estiaje. Los efectos sin embargo, no son importantes, debido a que al sur de la subcuenca del Xaya, se encuentra la ladera de los volcanes que está expuesta al tránsito de los vientos alisios que provienen de esa dirección y que provocan precipitaciones del orden de los 4,000 mm. lo que hace que los caudales se recuperen rápidamente y exista menor demanda de agua debido a una mayor disponibilidad. El efecto de la derivación es posible únicamente en el tramo entre la derivación y la confluencia con el Pixcayá y el río Motagua, donde los grandes aprovechamientos no existen. Por otra parte las dos subcuencas representan áreas muy pequeñas dentro de las cuencas de las que forman parte.

CAUDALES MEDIOS MENSUALES



CAUDALES (M³/S)

3.5 Crecidas

Durante el desarrollo del trabajo se contó con la información de caudales de las tres estaciones que han existido en los ríos Xayá y Pixcayá que fué publicada en boletines. Estos datos incluyen resúmenes de caudales extremos máximos y mínimos con su respectiva lectura de escala. Sin embargo durante los años comprendidos de 1963/64 a 1965/66, no se reportaron estos datos, por lo que únicamente se contó con cinco caudales máximos en la estación La Presa y con siete en el caso de El Tesoro. Con esta información tan limitada e incierta es imposible hacer un análisis estadístico confiable y únicamente se puede conocer el orden de magnitud de las crecidas normales. Por otra parte, existen serias dudas con respecto a la estimación de caudales de crecida, debido a las técnicas de aforos y a los métodos de extrapolación de curvas. En el Cuadro 5 se incluyen los resúmenes de los caudales máximos instantáneos observados en las estaciones, y en la figura 4 se muestran las curvas de frecuencia de crecidas derivadas de los datos anteriores.

Especialmente por la magnitud de las obras de excedencia, en el caso de identificarse algún proyecto de aprovechamiento que las necesite, es necesario hacer una evaluación completa y detallada de las crecidas. Esto incluiría reestimación de picos y volúmenes de crecidas y probablemente la elaboración de algún modelo de precipitación-escorrentía que permita obtener las condiciones críticas que pueden presentarse en la subcuenca.

3.6 Transporte de Sedimentos

Basado en los muestreos de sedimentos de las estaciones El Tesoro y La Presa recopilados durante el desarrollo del trabajo se plantearon los muestreos en una figura doblemente logarítmica (figura 5). Como puede apreciarse la dispersión que presentan los muestreos es muy alta, especialmente la del río Pixcayá, por lo que es muy difícil poder establecer una relación entre el caudal líquido y el volumen de sólidos que arrastran los ríos. Se propone para las figuras una ecuación, que debe revisarse en caso necesario, incorporando otras variables que permitan llegar a mejores estimaciones. Sin embargo no debe perderse de vista, que la información disponible de sedimentos puede no ser suficiente para la evaluación de un proyecto. Existe además en los estudios de factibilidad del proyecto de embalse de ambos ríos, estimaciones de los volúmenes de sedimento arrastrado. Estas estimaciones se hicieron bajo el supuesto de que el río erosiona y deposita sobre un cauce formado por aluvión, lo cual parece no ser el caso de los ríos Xayá y Pixcayá.

4. CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SUELO Y SU USO

4.1 Características generales

De acuerdo a la interpretación de los datos climáticos, el área de las subcuencas en estudio corresponde a los climas

CUADRO 5

SUBCUENCAS XAYA_PIXCAYA: RESUMEN DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS

ESTACION: LA SIERRA

RIO: XAYA

FECHA	ESCALA (m)	CAUDAL (m ³ /s)
23/06/66	-	> 5.00
06/10/67	-	> 4.60

ESTACION: LA PRESA

RIO: XAYA

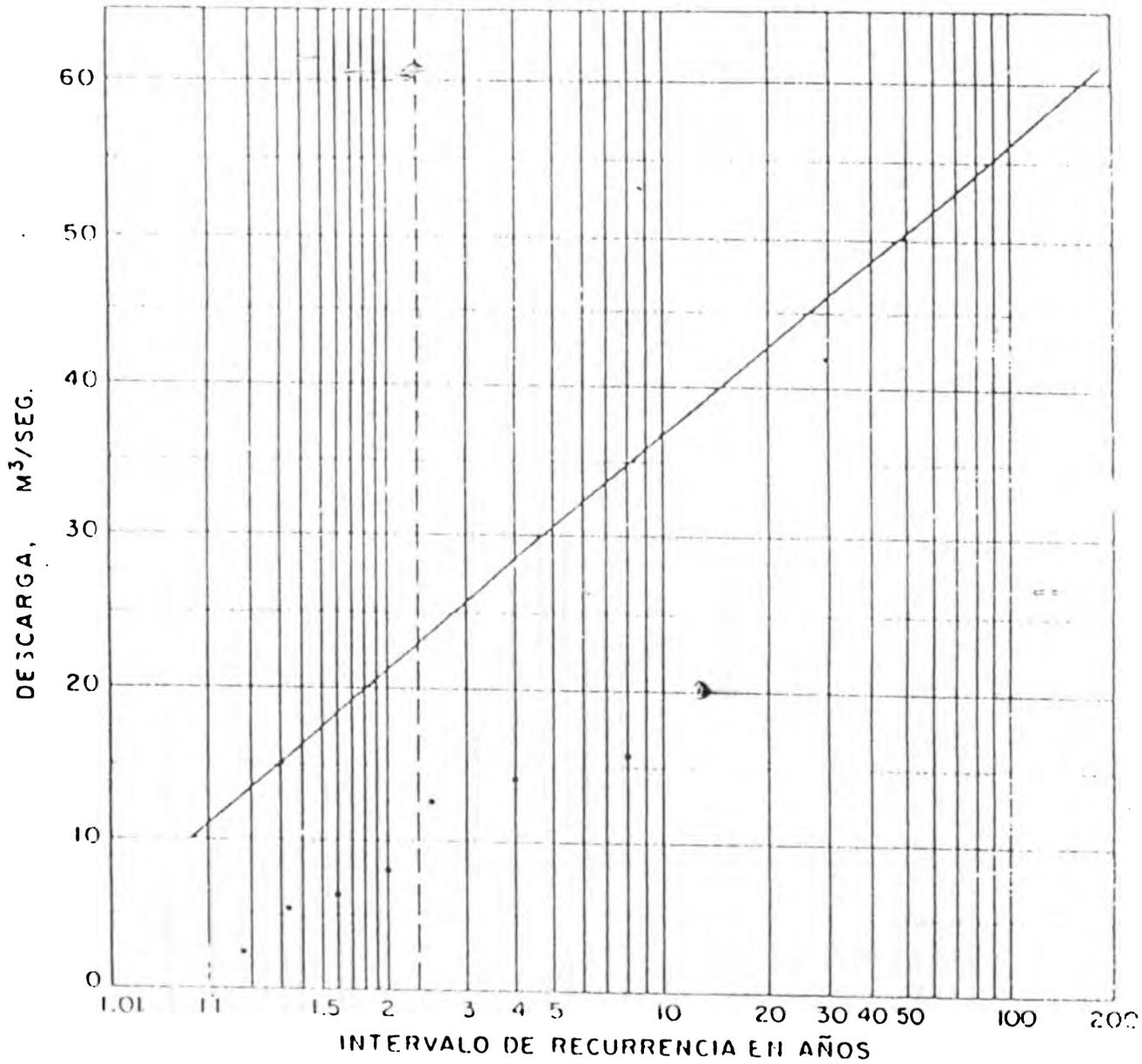
FECHA	ESCALA (m)	CAUDAL (m ³ /s)
31/08/71	0.66	3.297
03/10/72	0.46	2.028
15/10/72	0.68	5.012
25/09/74	0.78	4.840
10/09/75	0.79	4.980

ESTACION: EL TESORO

RIO: PIXCAYA

FECHA	ESCALA (m)	CAUDAL (m ³ /s)
21/06/66	-	> 5.260
20/07/67	-	> 2.120
30/08/71	0.56	6.416
18/05/72	0.71	7.945
26/06/73	0.75	14.207
06/06/74	0.80	15.700
06/09/75	0.81	12.890

FIGURA 4

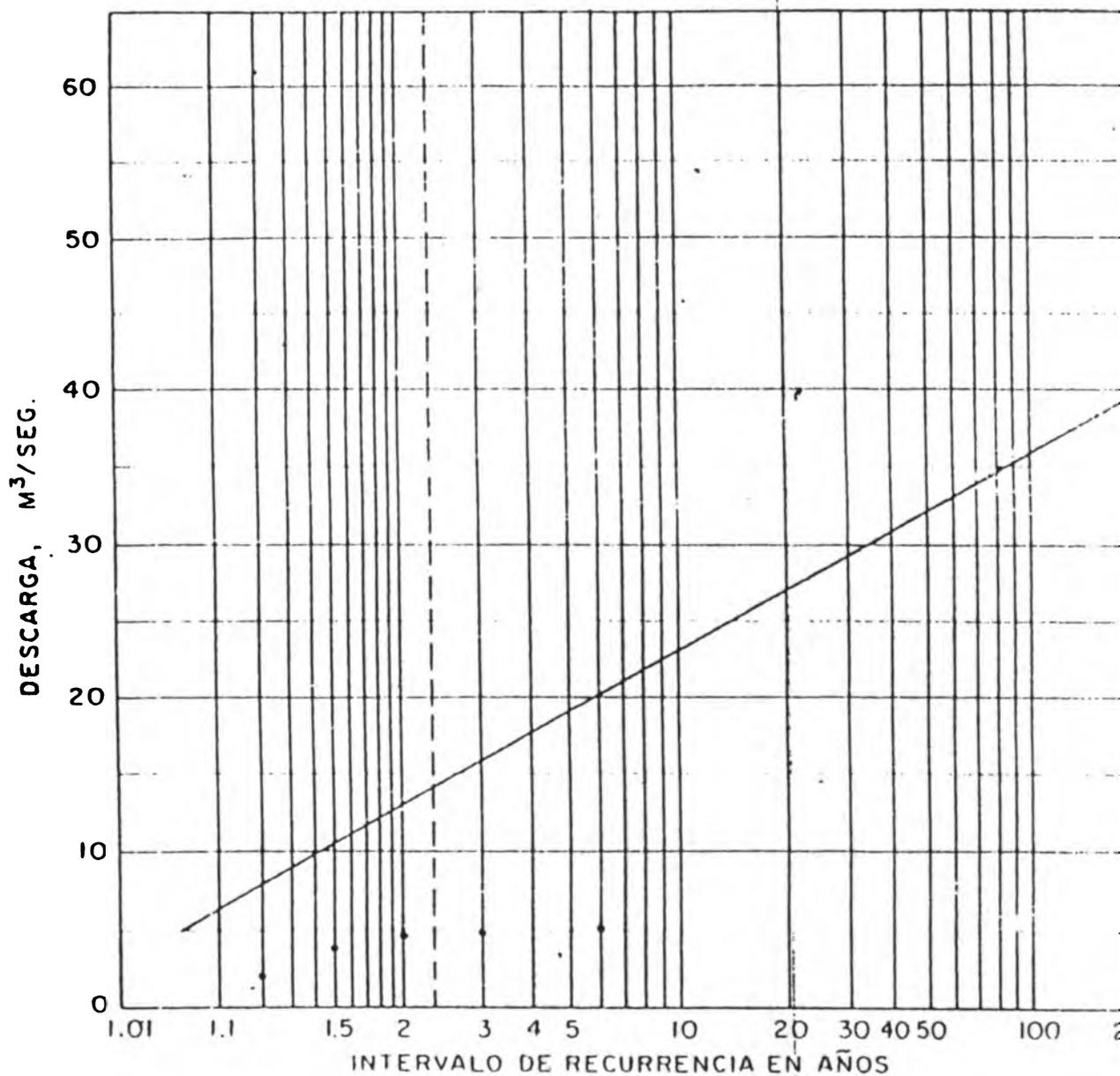


CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS OBSERVADOS (FUENTE: BOLETINES)

CURVA DE FRECUENCIA DE CRECIDAS
DEL RIO PIXCAYA - ESTACION EL TESORO

FUENTE GRAFICA: ACUEDUCTO NACIONAL XAYA-PIXCAYA. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PRESAS DE ALMACENAMIENTO.

FIGURA 4

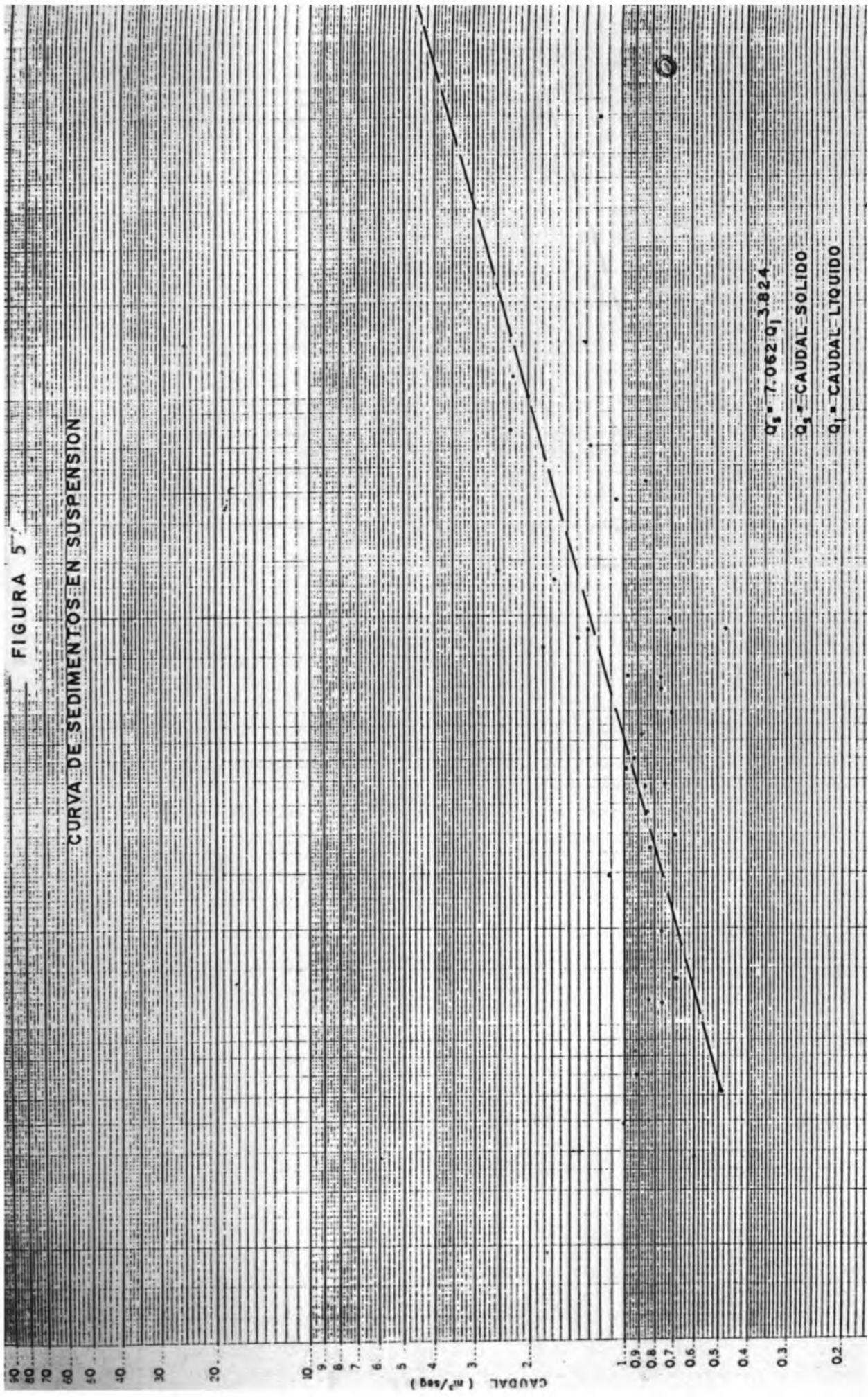


CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS OBSERVADOS (FUENTE: BOLETIN

CURVA DE FRECUENCIA DE CRECIDAS
DEL RIO XAYA - ESTACION LA SIERRA

FIGURA 5

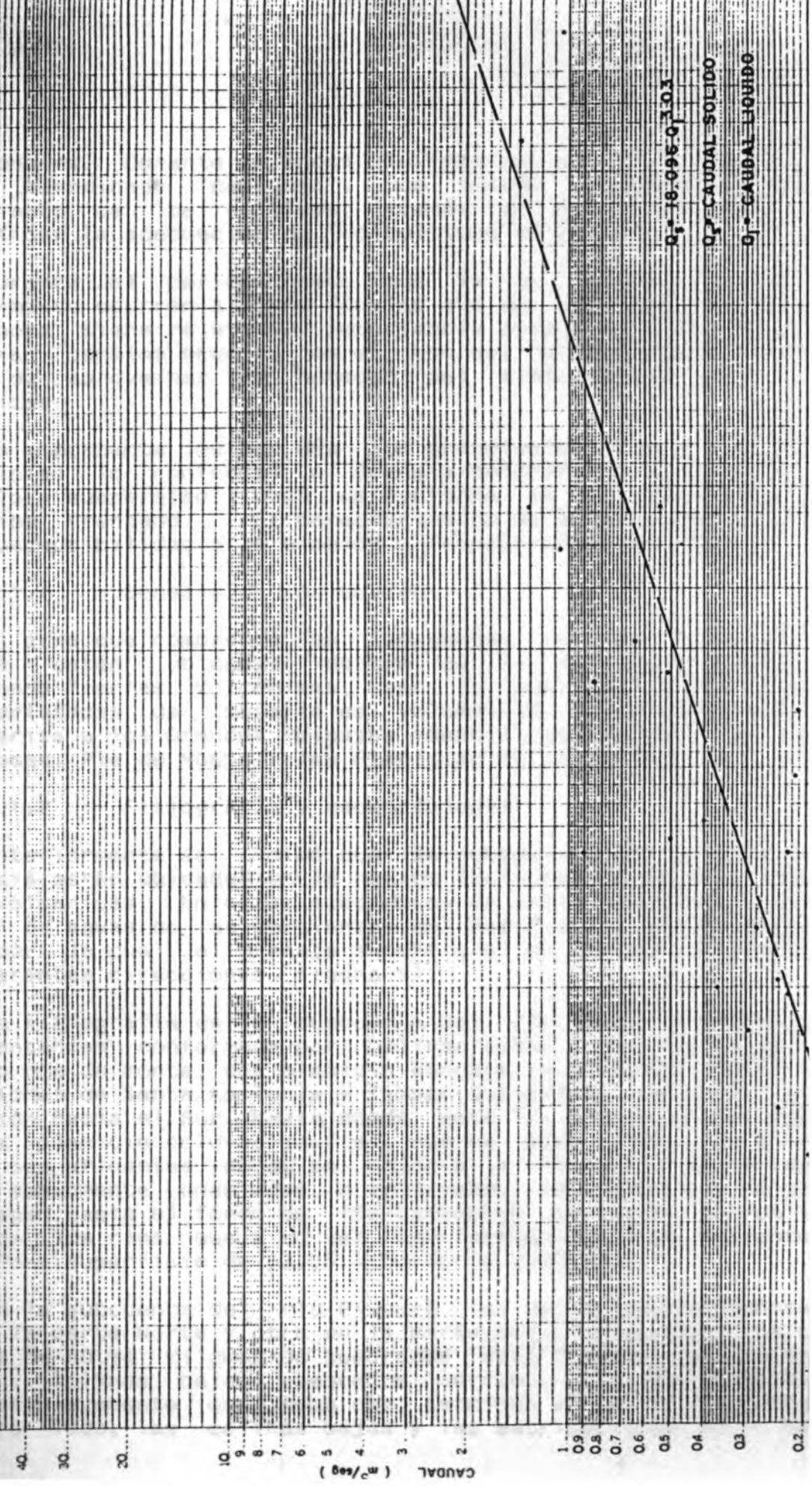
CURVA DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION



100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2

FIGURA 5

CURVA DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION



estacionales. Durante la época lluviosa hay un periodo de sequía fuerte denominado "canícula", que incide directamente en el rendimiento de los cultivos, además de ser limitante para pronosticar la adecuación de los cultivos en el área.

Durante el periodo seco que va de noviembre a abril regularmente ocurren algunas lluvias que se consideran normales. Esta época tiene relevante importancia porque en ella es cuando se operan cambios bruscos en el uso del suelo, como lo es el hecho de aprovechar la humedad del mismo para el cultivo de hortalizas.

Es importante indicar que los principales tipos de drenaje superficial lo conforman el drenaje dendrítico, subdentrítico, paralelo y subparalelo; luego, se conforma la corriente principal del tipo trenzado. Es característico de áreas volcánicas con alta susceptibilidad a la erosión y transporte de sedimentos.

4.1.1 Génesis de los suelos

El área que comprende las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá están ubicadas dentro de la provincia geológica denominada Tierras Volcánicas, por lo que los suelos tienen características de materiales volcánicos. Su distribución caracteriza a los Grandes Paisajes identificados como: las Zonas Montañosas, Pie de Monte y las Planicies Coluvio-Aluviales.

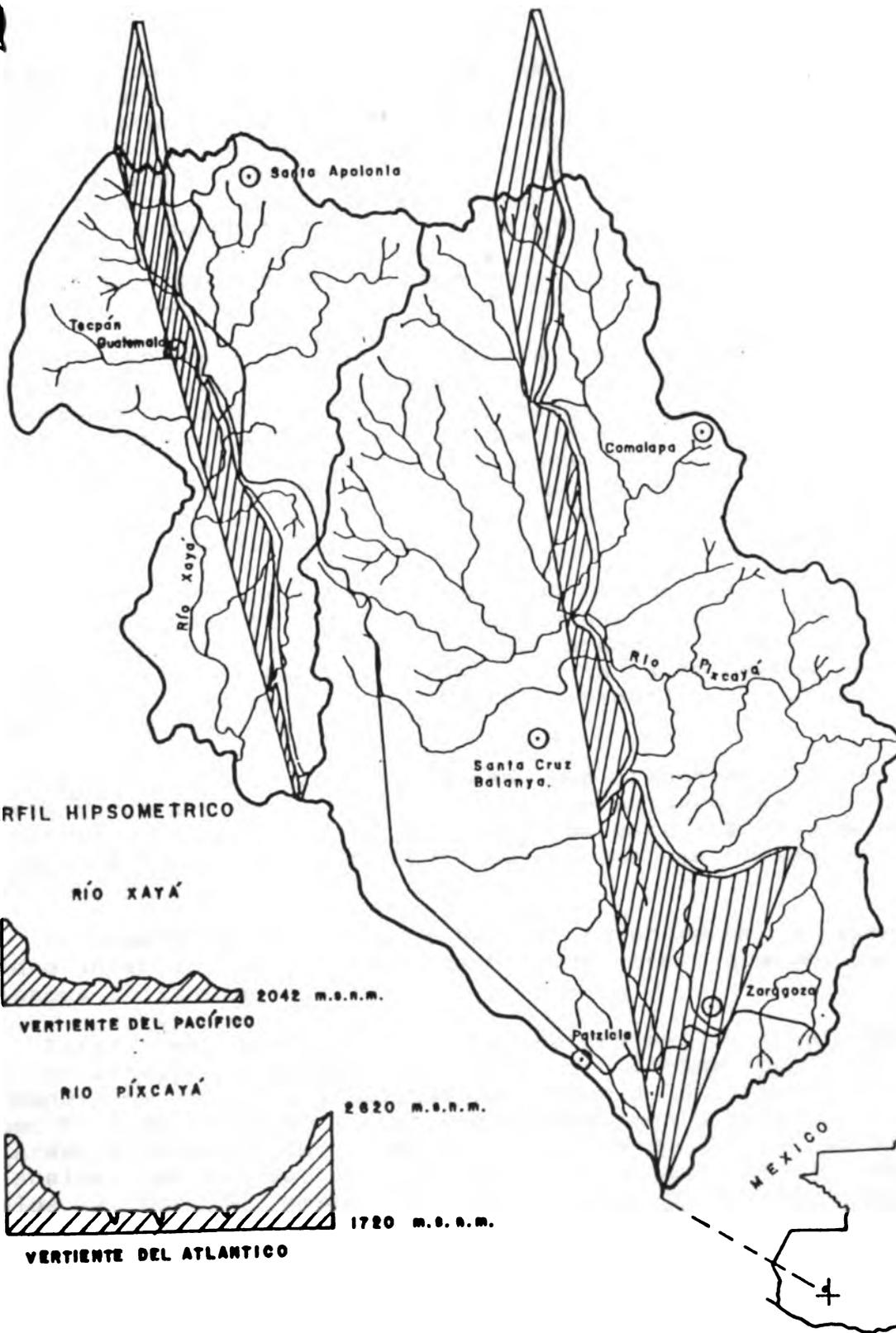
4.1.2 Fisiografía y geomorfología

Anteriormente se indicó que las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá están ubicadas en la región fisiográfica de las Tierras Altas Volcánicas. En estas subcuencas se incrementa la divisoria natural de aguas de las vertientes del Pacífico y del Atlántico, razón por la cual el drenaje superficial de las mismas transita en diferentes direcciones (figura 6).

La fisiografía de la subcuenca del río Xayá, presenta una zona montañosa conformada por colinas altas y colinas bajas; un pequeño pie de monte, una planicie cóncava en el Norte entre las poblaciones de Santa Apolonia y Tecpán Guatemala. De esta última población hacia el Sur, hasta donde está la captación del agua, hay una planicie coluvio-aluvial que ha sido sisada por el río Xayá y sus afluentes, donde se observa la formación de terrazas altas suavemente onduladas e inclinadas, separadas por taludes que llegan hasta el fondo de los barrancos en donde corren las aguas de los ríos que a su vez, han formado terrazas recientes; abarca una superficie de 63.00 kilómetros cuadrados.

En la subcuenca del río Pixcayá hay dos zonas montañosas, una en la parte Norte y otra en la parte Sur. La parte Norte con un área de 80.14 kilómetros cuadrados está formada por colinas altas y colinas bajas (pequeños cerros), un pie de monte y terrazas suavemente onduladas que terminan en el río Pacorral. Por otro lado, las colinas bajas y las estribaciones donde pasa

CUENCAS DE LOS RÍOS XAYA PIXCAYA



CATIE
 PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS
 ELABORO: Ing. Agr. GILBERTO ALVARADO
 DIBUJO: Sr. ISRAEL HERNANDEZ. A.

HIPSOMETRIA FISIOGRAFIA
VERTIENTES HIDROGRAFICAS

FUENTE: MAPA BASE DE LA REPLUBLICA DE GUATEMALA ESCALA 1:500,000

FIGURA 6

en la parte aguas con la subcuenca del río Xaya, se encuentran algunos abanicos coalescentes antiguos, son pequeños, pero que se pueden diferenciar bien. La zona montañosa del Sur que abarca 70.86 Km.2 es diferente a la del Norte, debido principalmente porque la parte montañosa tiene forma de un pequeño volcán en cuyas cimas y laderas se encuentran las colinas altas y bajas, luego un pie de monte, una planicie coluvio-aluvial que han sido disectadas por las corrientes de los ríos cuya dirección va de Sur a Norte, que después de desembocar en el río Pixcayá, toman dirección Sureste.

En la planicie coluvio-aluvial se han formado diferentes terrazas que van de suavemente onduladas a ligeramente inclinadas. La formación de las mismas se debe principalmente a la actividad erosiva de los ríos que la atraviesan y que durante el proceso de sisamiento han ensanchado los cauces hasta conformar profundos barrancos, cuyos taludes casi verticales, presentan forma de "U". En el fondo las corrientes de los ríos han formado pequeñas terrazas aluviales.

En la subcuenca del río Xayá, las corrientes de los ríos son del tipo subdendrítico y subparalelo hasta formar una corriente individual trenzada del río. El drenaje superficial de la subcuenca del río Pixcayá, tanto en la parte Norte como en la parte Sur corresponde a los tipos: dendrítico, subdendrítico, paralelo y sub-paralelo.

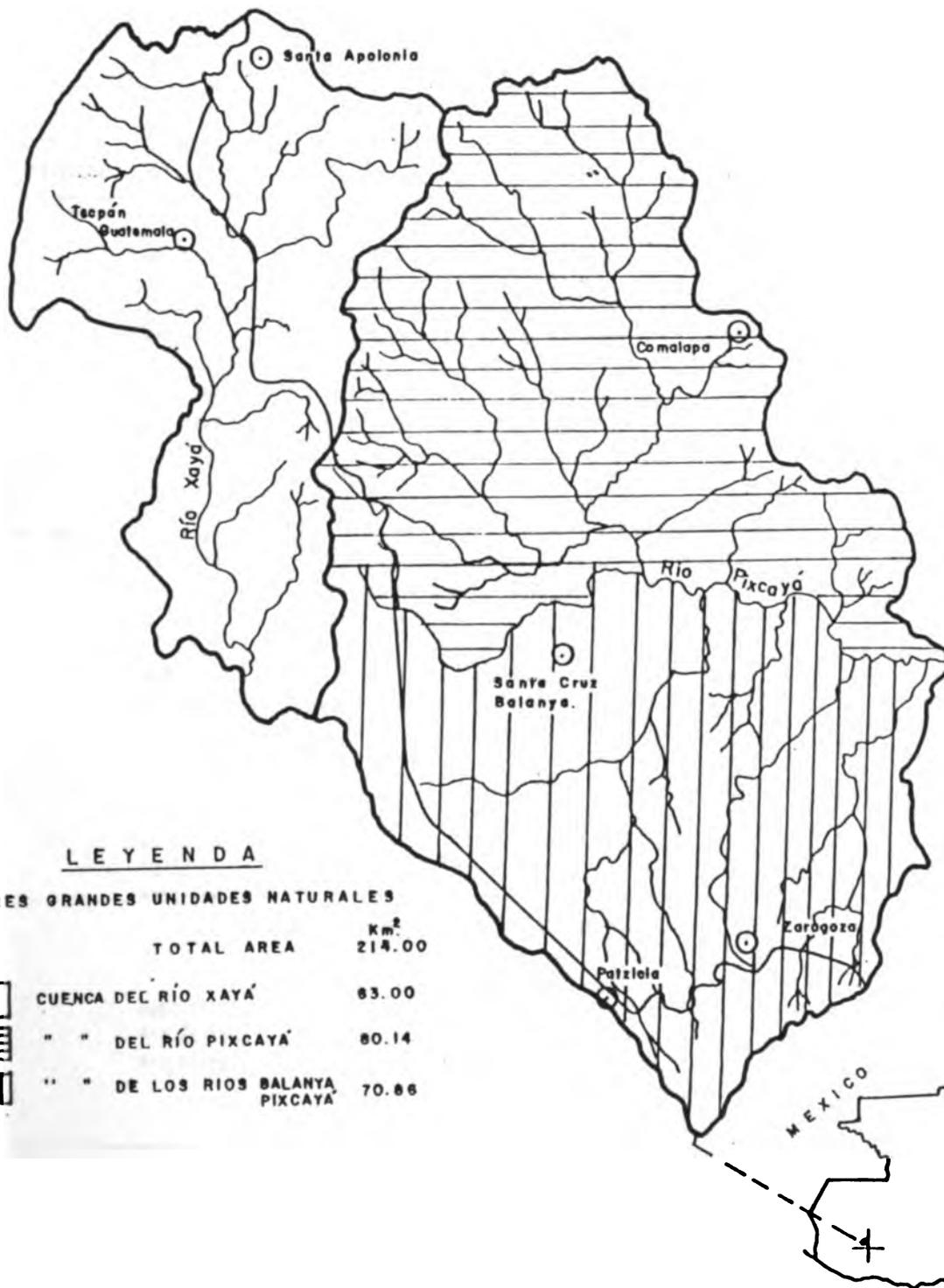
Se agruparon tres macro-áreas que presentan diferencias en su fisiografía y geomorfología, en donde existen varios suelos y distintos usos, figura 7. A partir de este análisis se elaboró la leyenda fisiográfica-geomorfológica que se presenta en los cuadros 6 y 7.

De acuerdo a las unidades que se presentan en la Leyenda del cuadro anterior, se pueden identificar tres grandes paisajes; ubicados en la figura 7.

Estas tres grandes divisiones naturales, se subdividen a la vez, en categorías delimitadas por los parámetros, siguientes: la pendiente y topografía, que dan lugar a la diferenciación más específica de paisajes. Estos paisajes son diferentes unidades de áreas homogéneas que orientan la determinación de las unidades de suelos, las cuales, son elementos básicos en el mapeo de suelos y por lo mismo, en la clasificación de unidades de capacidad productiva. La presencia de microclimas favorecen la presencia de varios suelos que hacen posible que haya diferentes cultivos y que los mismos sean exclusivos en los diferentes paisajes del área.

Con el análisis geomorfológico fue posible diferenciar los eventos erosivos que se han dado en el pasado y que aún en la actualidad se observan, los cuales, son los responsables del modelaje del relieve y de la forma actual de las diferentes unidades.

CUENCAS DE LOS RIOS XAYA PIXCAYA



LEYENDA

TRES GRANDES UNIDADES NATURALES		
	TOTAL AREA	Km. ²
	CUENCA DEL RÍO XAYÁ	83.00
	" " DEL RÍO PIXCAYÁ	80.14
	" " DE LOS RIOS BALANYA, PIXCAYA	70.86

CUADRO 6

SUBCUENCAS XAYA PUCAYA: Levanta Fisiográfica-Geomorfología

Provincia Geológica	Region Fisiográfica	Ciomas Existentes	Gran Paisaje	Paisajes
		Udicc 12-15 C	Zona de Montaña A1	Ciomas Altas A11 Ciomas bajas A12
		Frio-Trmico	Pie de Monte A2	Pie de Monte A21
		Subcuenca Rio Yaya	Planicie-Alta Coluvio-Aluvial	Terrazas A31 Estriccaciones Talud A33
Tierras Volcánicas	Tierras Altas Volcánicas	Udicc 12-15 C	Zona de Montaña B1	Ciomas altas B11 Ciomas bajas B12 Estriccaciones B13
		Frio-Trmico	Pie de Monte B2	Pie de Monte B21
		Subcuenca Rio Pacorraí	Planicie Coluvio-Aluvial B3	Terrazas B31 Terrazas bajas B32 Talud B33 Abanicos B34
		Udicc 12-15 C	Zona de Montaña C1	Ciomas altas C11 Ciomas bajas C12 Estriccaciones C13
		Frio-Trmico	Pie de Monte C2	Pie de Monte C21
		Subcuenca Rio Balaña Rio Pucaya	Planicie Coluvio-Aluvial Alta	Terrazas altas C31 terrrazas bajas C32 Talud C33 Abanicos C34

CUADRO 7

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: CORRELACION ENTRE FISIOGRAFIA, GEOMORFOLOGIA, CLASES
Y SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO.

FISIOGRAFIA	Unidades Geomorfológicas	Clases y Subclases de Capacidad	km ²
TOTAL:			214.00
Xaya	Colinas altas A11	VII, (VII)	13.83
	Colinas bajas A12	IV (VI-III) cs	9.88
	Pie de Monte A21	IV (III) cs	1.93
	Terrazas A31	II (I) cs	25.00
	Cauce A34	(VII) (VIII) cs	11.34
	Terrazas act. A35	VI (VIII) cs	0.56
Paccorrai II	Colinas Altas B11	VII (VIII) ce	24.85
	Colinas bajas A12	IV (VI-III) ce	14.05
	Estribaciones B13	IV (VI) c	8.43
	Terrazas altas B31	II (III) ce	2.65
	Terrazas bajas B33	III (III) ce	8.85
	Talud B33	VII (VIII) ce	19.02
Abanicos B34	II	2.38	
Balanya	Colinas altas C11	VII (VI) ce	8.13
	Colinas bajas C12	IV (VI-III) ce	3.23
	Pie de Monte C21	IV (III-V) ce	9.60
	Terrazas altas C31	II (III) ce	25.79
Pixcaya III	Terrazas bajas C32	I (II)	7.5
	Talud C33	(III) (VII) cs	13.25

NOTA: Las clases aplicadas entre paréntesis, comprenden a
inclusiones en las unidades de los suelos. Subclases: de forma, erosión,
suelo y número.

4.2 Clasificación Taxonómica de los Suelos

Tanto las características pedogenéticas, las condiciones bioclimáticas; así también el buen o mal uso a que el hombre ha sometido esos suelos, le dá peculiaridades a cada unidad de suelos, los cuales fueron útiles para llevar a cabo la clasificación de los mismos. Con base a lo anterior, y con el apoyo de otras características cualitativas observadas e inferidas en el campo, además de los análisis de laboratorio, se clasificaron los suelos en el sistema taxonómico dentro del orden de los Inceptisoles; pertenecen al suborden de los Andepts; los grandes grupos más comunes son: Vitandrepts, Eutrandrepts y Dystrandrepts.

4.3 Capacidad Productiva del Suelo

La clasificación de la capacidad productiva del suelo se hizo con base en lo que especifica para tal fin, el Servicio de Conservación de Suelos del USDA. La clasificación original comprende tres niveles; en el presente trabajo se utilizaron únicamente dos niveles. El primer nivel comprende las Clases de Capacidad y el segundo nivel corresponde a las subclases de capacidad. La superficie cuantificada para las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá se presenta en el cuadro 8. La distribución de la capacidad productiva de los suelos en los tres grandes paisajes se presenta en el cuadro 9.

De acuerdo a la distribución de las clases de capacidad del uso del suelo se observa que existen 1.07 Km² de suelos de la clase I; 41.23 Km² clasificados como clase II que requieren de moderadas prácticas de manejo. Los 8.85 Km² clasificados como clase III requieren de severas prácticas de manejo. Hay 41.86 Km² de clase IV útiles para uso agropecuario; de la clase VI hay 10.40 Km² para cultivos semipermanentes y permanentes. Para bosque la clase VII hay 57.09 Km² y para conservación y vida silvestre existen 53.44 Km², clase VIII.

A continuación se describen las características físicas y químicas de los suelos del área.

Clase I. Comprende unidades de suelos con pendientes que van de 0-2%, planas, ligeramente cóncavas, son terrazas en la planicie coluvio-aluvial. Son suelos profundos (mas de 1 mt) de color café oscuro-café amarillento, bloques subangulares débiles, textura franca a franco arcillo-arenosa, friable suave, permeable, con alta saturación de bases; pH de 5.5 a 6.0; con erosión laminar leve, altamente productivos; uso en maíz, frijol, hortalizas y fresa; no requieren prácticas de manejo; susceptibles a la erosión eólica. Subclase no tiene, pero se ve afectado por las heladas. Abarca 1.07 kilómetros cuadrados.

Clase II. Abarca la mayoría de terrazas ubicadas en la planicie coluvio-aluvial con pendientes del 4%, plana ligeramente

CUADRO 8

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: UNIDADES Y SUBUNIDADES DE CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SUELO. EN KM2.

Unidades de Capacidad	Río Xayá	Río Pixcayá	
TOTAL	63.00	151.00	214.00
I		1.07	1.07
IIc	17.75	----	17.75
IIce	0.70	22.78	23.48
IIcse	---	8.85	8.85
IVce	7.78	34.08	41.86
VIce	4.41	6.05	10.46
VIIce	16.95	40.14	57.09
VIIIce	15.41	38.03	53.44

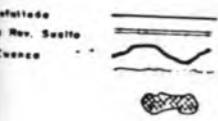
CUADRO 9

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD. EN KM2.

Unidades de Capacidad	Río Xayá	Ríos Pac. Pixcayá	Ríos Bal. Pixcayá	Total
TOTAL	63.00	80.14	70.86	214.00
I	---	---	1.07	1.07
IIc	17.75	---	---	17.75
IIce	0.70	---	22.78	23.48
IIIce	----	8.85	---	8.85
IVce	7.78	22.48	11.60	41.86
VIce	4.41	2.55	3.50	10.46
VIIce	16.95	27.23	12.91	57.09
VIIIce	15.41	19.03	19.00	53.44



REFERENCIAS



LEYENDA

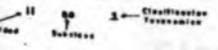
CLASIFICACION TAXONOMICA DE SUELOS
NIVEL DE GRAN GRUPO

- Entroandpts. (1)
- Dentroandpts. (2)
- Vitroandpts. (3)

ORDEN PRODUCTIVA

- II, III, IV, V, VI, VII, VIII
- Clima (x)
- Erosion (s)
- Suelo (z)

EXPLICACION A LA LEYENDA.



CONTENIDO DE LAS UNIDADES DE SUELO

Rio Xaya	Rios Pacome Pixcayá	Rios Bobanya Pixcayá
km ²	km ²	km ²
83.00	80.46	70.52
0.33	0.33	0.73
1.70		
0.70		85.76
	0.00	
1.70	22.46	0.00
4.00	2.00	0.00
16.00	27.23	15.21
18.41	19.08	16.00

SUPERFICIE TOTAL

Unidades de Capacidad	Rio Xaya km ²	Rio Pixcayá km ²
Total	83.00	191.00
I.	0.33	0.00
II.	17.70	28.00
III.	0.70	
IV.		0.00
V.		1.00
VI.	7.70	28.00
VII.	4.00	0.00
VIII.	18.00	80.00
VIII.	18.41	18.00

CATIE
LIE

CATIE
PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS
CUENCA XAYA PIXCAYA
CUENCA PRIORITARIA PILOTO

CAPACIDAD DE USO

inclinados, ligeramente ondulados, drenaje normal; son suelos profundos (más de 1 mt); color café oscuro, café amarillento; bloques subangulares debilmente desarrollados; francos; franco arenoso; franco limoso; friable suave; permeable a libremente permeable; alta saturación de bases; pH 6.0; erosión laminar leve; alta fertilidad natural. Requiere de moderadas prácticas de manejo y conservación. Alta susceptibilidad a la erosión eólica. Subclases: clima y erosión; IIce (17.75 Km²) y IIce. (23.48 Km²) heladas y erosión (hidrica-eólica).

Clase III. Esta unidad de suelos se encuentra en las terrazas del pie de monte con pendientes hasta del 8% y más; ligeramente planos-inclinados, suavemente ondulados; drenaje superficial normal. Son suelos profundos de color café oscuro-café amarillento; bloques subangulares moderados franco-limoso-franco-arcilloso; permeable a lentamente permeable; moderada saturación de bases; pH 6.0; moderada fertilidad natural; suceptibles a la erosión laminar y surcos. Requiere de severas prácticas de manejo y conservación. Alta susceptibilidad a la erosión eólica e hidrica. Las subclases son el clima y erosión: IIIIce. Uso en maíz, frijol, trigo, hortalizas, frutales deciduos con un área de 8.75 kilómetros.

Clase IV. Estas unidades de suelos están ubicados en relieves no aptos para la agricultura. Abarca algunas colinas bajas y las estribaciones del parte aguas de las subcuencas. Tiene pendientes que van de los 15-30%, ondulados a inclinados. Drenaje normal; suelos moderadamente profundos son de color café oscuro-café claro; bloques subangulares moderadamente desarrollados; franco-arenoso; arcillo-arenoso; friable suave; de libremente permeable a permeable; alta saturación de bases; pH 6.5; erosión laminar-surcos; moderada fertilidad natural. Requieren de severas prácticas de manejo y conservación. Alta susceptibilidad a la erosión hidrica y eólica; subclases: clima y erosión: IVIce. Casi en su mayoría corresponden a las áreas en sobreuso. Uso: maíz-frijol, trigo, pastos naturales, bosque mixto. Tiene una superficie de 41.86 kilómetros cuadrados.

Clase V. Con la escala del mapa final la superfice que abarca estos suelos no se tomó en cuenta. Se da en terrenos planos con afloramiento rocosos o con mediana pedregosidad superficial.

Clase VI. Corresponde a suelos que están ubicados en relieves de las colinas bajas con pendientes de 35-40% y más. Su relieve va de ondulado a inclinado. Existen algunas terrazas recientes en los ríos, planas ligeramente inclinadas. Drenaje normal; son suelos moderadamente profundos; café oscuro y café amarillento, café blanquesino; bloques subangulares moderados; franco arcillosos, arcillosos. De libremente permeables a permeables; moderada saturación de bases; pH 5.5; erosión en surcos y cárcavas alta; requiere de altas prácticas de manejo y conservación; alta susceptibilidad a la erosión hidrica. Altas prácticas de manejo y conservación. Subclase VIce: algunas

áreas en sobreuso. Bosque-maíz, trigo, frijol, frutales deciduos, pastos naturales. Los subsuelos Vice con un área de 10.46 Km².

Clase VII. Esta unidad se encuentra en las colinas altas en donde presenta un relieve ondulado, ~~inclinado~~ fuertemente disectado, con pendientes que pasan más del 45%. Además abarca el principio de los cauces de los ríos, donde tienen forma de "U". Son suelos poco profundos; café oscuro sobre un café blanquesino, granulado a masivo; libremente permeable. Erosión alta en surco y cárcavas. Baja fertilidad natural. Requiere de severas prácticas de manejo y conservación. Alta susceptibilidad a la erosión. Subclases: suelos y erosión VIIse; VIIce. En las partes donde tienen bosque está controlada la erosión en forma natural. Bosque de coníferas, latifoliar mixto, pastos naturales, maíz comprende 57.09 Km² de superficie.

Clase VIII. Las unidades de suelos clasificadas en esta clase se encuentran en el área que ocupan los cauces erosionados de los ríos. Su relieve va de ondulado, muy inclinado y a ligeramente inclinado. Los cauces clasificados presentan paredes inclinadas y luego algunas terrazas onduladas. Son terrenos misceláneos. Simmons et al los clasificó como áreas fragosas. Subclases: VIIIse y VIIIce. Hay bosque de coníferas, latifoliar y mixto.

En los cuadros 10 y 11 se resumen la interpretación del uso potencial y las principales prácticas de manejo que se ~~deben~~ considerar.

4.4 Erosión

Se observa en el área de ambas subcuencas, alta ~~susceptibilidad a la erosión~~ hidrica y eólica, debido a la poca cohesión de las partículas del suelo que facilita su separación al impacto de las lluvias o del viento. Además, ~~el relieve quebrado y complejo, con fuertes pendientes~~ que favorecen el transporte del suelo erodado hacia las partes bajas en donde las deposita.

Según lo observado durante el trabajo de campo, los ~~principales tipos~~ de erosión hidrica son: laminar leve en las partes planas; surcos y cárcavas en grado leve, moderado a fuerte según el relieve y el uso de los suelos. En áreas con pendientes fuertes utilizadas con cultivos limpios, se nota el impacto del agua en las hileras de los cultivos, al formar pequeños canalitos después de fuertes lluvias. Este fenómeno incide en la formación posterior de los cárcavas.

La erosión eólica se da en la época de verano, cuando los terrenos están en preparación para la nueva temporada de siembra de los cultivos. Los factores que inciden en este fenómeno de la erosión eólica son principalmente: ~~la labranza aplicada a los~~ suelos y la entrada de vientos del norte. Es común observar la

CUADRO 10

BCUENCAS XAYA PIXCAYA: INTERPRETACION DEL USO POTENCIAL DEL SUELO

idades y sub-unidades capacidad productiva	Uso potencial	Superficie Km2	Porcentaje %
TOTAL		214.00	100.00
II-III (ces)	Agrícola	51.15	23.90
-VI (ce)	Agropecuaria	52.32	24.45
I-VIII (ce)	Forestal, conservación, parques vida silvestre	110.53	51.65

CUADRO 11

BCUENCAS XAYA PIXCAYA: AGRUPACION DE UNIDADES DE SUELOS Y PRINCIPALES PRACTICAS DE MANEJO.

idades de Suelos	Principales Prácticas de Manejo
II-III (ces)	Mantenimiento de Fertilidad y Materia Orgánica, Control erosión eólica.
-VIII	Severas Prácticas de Manejo y conservación de suelos control de la erosión.

presencia de remolinos que después de moverse en diferentes direcciones, se elevan, llevando consigo grandes cantidades de suelos que depositan en otras áreas.

En el estudio de suelos se enfatiza a la erosión como subclase dominante y se debe interpretar el tipo y grado de acuerdo al relieve que esté presente en la unidad de suelo. El clima es otra subclase casi general, puesto que la mayoría de los suelos se ve afectada por la presencia de heladas.

Tanto el clima como la erosión son subclases que orientan las políticas que se deben aplicar en los programas y proyectos de conservación de suelos. A este respecto, en el área hay terrenos que se les aplica algunas prácticas de conservación de suelos; pero se debe dar mayor impulso a estos programas, debido principalmente a los impactos erosivos que se presentan tales como: ~~Los movimientos en masa en los cortes de los caminos y en los taludes de los cauces~~, así también las grandes cantidades de materiales depositados en los embalses.

En el cuadro 12, se visualiza en forma general la situación real de ambas subcuencas. Los datos que se presentan son básicos para la elaboración del plan de manejo de los mismos.

CUADRO 12

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Erosión potencial o área en Km² y por ciento del total

PENDIENTE	RANGO %	Km.2	% del Total
<u>Total</u>		<u>214.00</u>	<u>100.00</u>
A	0-4	47.24	22.07
B	4-8	32.92	25.38
C	8-16	32.08	14.99
D	16-32	34.04	15.91
E	-32	67.72	31.65

FUENTE: Granados, Otoniel. Diagnóstico Físico de la Cuenca de los ríos Xayá-Pixcayá. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, 1980.

4.5. Uso del Suelo

El uso del suelo en el área de las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá, está contenido en una leyenda que se conformó durante los trabajos de fotointerpretación para elaborar el mapa de uso del suelo, la cual, parte de la base de la leyenda que para tal fin elaboró la Unión Geográfica Internacional -UGI- fué adaptada al área de estudio en el segundo y tercer nivel. Es una leyenda categórica, que satisface las necesidades locales y que permite la extrapolación y correlación a otros sistemas de clasificación.

El mapa 8, del uso del suelo se conformó mediante las unidades de mapeo consociación y asociación, cada una de las cuales se describen en los cuadros 13 y 14.

En ambas subcuencas el uso del suelo es diverso y los factores que inciden en este fenómeno son los siguientes: La tenencia de la tierra, con claro dominio del minifundio; el desarrollo de una agricultura tradicional no dinámica, basada en la siembra de cultivos anuales: maíz, frijol, trigo; las limitantes del clima, heladas principalmente; el aprovechamiento en la actualidad de la humedad del suelo, para cultivos de hortalizas en época seca y la introducción de cultivos semipermanentes como la fresa. Este último cultivo subsiste en la época seca, gracias a la humedad de los suelos, en aquellas áreas que aún no cuentan con riego.

Son muy pocas las tierras en donde hay un sólo cultivo. En la mayoría de los suelos hay asociación de uno o más cultivos, por ejemplo: maíz-frijol, maíz-trigo, maíz-frijol-trigo-papa y dentro de esas asociaciones hay una más de cucurbitáceas. Las asociaciones de los cultivos se dan por lo regular en aquellas áreas de minifundio y la consociación se observa en áreas de latifundio. En ambas formas de uso se visualizan aspectos importantes que deben ser considerados para el uso, manejo y conservación de esos suelos.

De acuerdo a lo observado en el campo, los cultivos comunes son: maíz, frijol, papa, fresa. En la época de verano se siembra coliflor, repollo, brócoli, lechuga y arveja china. Para esta actividad ya no se utiliza la superficie completa de los terrenos, sino solamente una parte del terreno, debido a que en menor área hay mayor producción. En la actualidad son cultivos intensivos bajo riego.

Los cultivos permanentes que se encuentran son: durazno, ciruela, manzana; esta actividad es localizada en muy pocas extensiones que constituyen pequeñas explotaciones, que por ser pequeñas de tamaño no fue posible tomarlas como unidades de mapeo. El cultivo de café existe en la parte Sur de la subcuenca del Xayá, es un café de altura. Con respecto al aguacate no hay una explotación directa; se dá en todos los terrenos y es de buena calidad. Es común ver aguacatales entre el maíz y frijol,

0

CUADRO 13

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: USO DEL SUELO Y UNIDAD DE MAPEO EN KM2.

USO DEL SUELO	SIMBOLO	UNIDAD DE MAPEO	TOTAL KM2	CUENCA XAYA	CUENCA PIXCAYA
TOTAL			96.83	26.04	70.79
URBANO	1	CONSOCIACION	1.88	0.83	1.05
HORTALIZA	2.1.3	CONSOCIACION	0.88	0.98	
FRUTICULTURA	2.2.3	CONSOCIACION	0.83		0.83
CAFE	3.3.1	CONSOCIACION	2.6	2.6	
FRUTALES DECIDUOS	3.3.2	CONSOCIACION	1.42		1.42
CULTIVOS ANUALES	4.1	CONSOCIACION			
MAIZ	4.1.1	CONSOCIACION	8.73	6.15	2.58
FRIJOL	4.1.2	CONSOCIACION	0.2		0.2
TRIGO	4.1.8	CONSOCIACION	0.7		0.7
FRESA	4.2.1	CONSOCIACION	0.7		0.7
PASTOS CULTIVADOS	5.1	CONSOCIACION	2.2	1.45	0.75
PASTOS NATURALES	5.2	CONSOCIACION	2.53	1.4	1.13
MATORRAL	6.1.4	CONSOCIACION	1.2		1.2
BOSQUE CONIFERA DENSO	6.2.1	CONSOCIACION	3.33		3.33
BOSQUE CONIFERA DENSO	6.2.2	CONSOCIACION	1.61		1.61
BOSQUE MIXTO ABIERTO	6.3.1	CONSOCIACION	52	12.6	39.4
BOSQUE MIXTO ABIERTO	6.3.2	CONSOCIACION	1.4		1.4
TIERRAS IMPRODUCTIVAS	9.	CONSOCIACION	0.13	0.13	

CUADRO 14

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: USO DEL SUELO Y UNIDAD DE MAPEO EN KM2.

USO DEL SUELO	SIMBOLO	UNIDAD DE MAPEO	TOTAL KM2	CUENCA XAYA	CUENCA PIXCAYA
TOTAL			117.21	36.83	80.38
MAIZ-HORTALIZAS	41.2.1.3	ASOCIACION	87.21	21.11	66.10
MAIZ-URBANO	41-1.2	ASOCIACION	0.65	0.65	
MAIZ-PASTO NATURAL	41-5.2	ASOCIACION	0.1	0.1	
PASTOS NATURALES-FRUTALES	52-2.2.3	ASOCIACION	0.73	0.73	
BOSQUE LATIFOLEADO-MATORRAL	611-614	ASOCIACION	0.63	0.63	
BOSQUE CONIFERA-PASTOS	621-52	ASOCIACION	11.18	11.18	
BOSQUE CONIFERA-B. MIXTO DENSO	631-612	ASOCIACION	1.48	1.48	
BOSQUE MIXTO DENSO-MATORRAL	631-614	ASOCIACION	1.08		1.08
BOSQUE MIXTO DENSO-BOSQUE CONIFERA DENSO	631-621	ASOCIACION	0.95	0.95	
BOSQUE MIXTO ABIERTO-BOSQUE LATIFOLEADO ABIERTO	632-611	ASOCIACION	13.2		13.2

no así en las áreas sembradas con trigo. Esto último, es un fenómeno especial que se relaciona con la extensión del cultivo del maíz en donde el aguacate sirve de sombra al campesino en la época de siembra. Las áreas dedicadas a la siembra de maíz y frijol son más extensas, mientras que las áreas sembradas de trigo son más pequeñas. En el área, el cultivo de trigo es rentable, porque hay dos molinos de trigo en las cercanías que compran toda la producción.

Tal y como se observa en el mapa 8, debido a la tenencia de la tierra en la parte Norte de ambas subcuencas, hay minifundios y son las áreas más pobladas. La explotación de los suelos con las hortalizas da mayor rentabilidad que el maíz y frijol producidos en la misma superficie; el fomento de la producción de hortalizas se está generalizando por toda el área; ahora es común encontrar cultivos hortícolas en todas partes, lo cual indica que se está generando un proceso de cambio en el habitante del área mediante la tecnología de la diversificación de la producción. Este fenómeno se dió después del terremoto de 1976. Dentro de las ayudas extranjeras, vinieron técnicos que al observar las bondades naturales de los suelos, introdujeron el cultivo de las hortalizas para consumo familiar, que fue aceptado por el habitante del área, quien buscó el mercado local y luego el internacional, con lo cual, se ha marcado el cambio en el uso del suelo; a esto se debe agregar la introducción del riego. La organización de cooperativas favoreció la comercialización de las hortalizas.

Se dieron otros intentos por diversificar la producción del área en esa misma época, con la introducción de cultivos permanentes como frutales deciduos, pero no prosperó debido a que los beneficios de la producción son tardíos; por lo que es común observar algunas áreas experimentales que aunque están en producción, no son atractivas en general.

Sobre el aspecto pecuario se puede decir que existen explotaciones de ganadería lechera, pero casi a nivel familiar; la alimentación del ganado se da mediante la utilización del subproducto del maíz, la caña, la cual se guarda, posteriormente junto con la envoltura de la mazorca son picados a esta mezcla se agrega una sustancia adherente para darla como alimento al ganado.

Existen varias superficies sembradas con pastos, pero a la mayoría del ganado lo llevan a pasta, en áreas con pasto natural. El área de las subcuencas tiene varios suelos potenciales para la explotación de una ganadería de doble propósito, pero hay necesidad de fortalecer al campesino con crédito. La explotación del ganado ovino es potencial, en la actualidad se observaron dos o tres rebaños en Tecpán y Santa Apolonia.

Es común encontrar bosques de coníferas y latifoliadas; ambos se explotan, los primeros en la industria de la madera y leña y los segundos para producir carbón y leña. Debido a la

alta densidad de población en las zonas montañosas los bosques se han reducido; además la presencia de madereros en esa región ha contribuido en la merma de los bosques.

4.5 Problemática del Uso del Suelo

Son aquellas áreas que en la actualidad se encuentran utilizadas con un sobre-uso (mapa 9). Se da en las colinas bajas y estribaciones de Chirijuyú y en el área de las colinas de Pacorral, Comalapa, Zaragoza, en donde se cultiva en pendientes hasta de 25 a 30% en su mayoría. Se trata de uso con cultivos limpios o bien áreas recientemente habilitadas en donde el suelo queda descubierto. El uso excesivo de la humedad del suelo en las prácticas de cultivo de las fertilizaciones en todas aquellas áreas que no tienen riego.

Una faja de aproximadamente 15 a 20 metros entre las terrazas de las planicies coluvio-aluviales y los taludes de las mismas en donde se siembra cultivos limpios. Esta superficie debe ser utilizada para bosques energéticos que a la vez de sustentar las necesidades energéticas-caloríficas de la población, sirva de protección y conservación de los suelos, ya que con ello se estaría previniendo el avance del ensanchamiento de los barrancos.

En toda el área existen diferentes cultivos, pero con uso ~~de~~ ~~medios~~ ~~de~~ ~~fertilizantes~~ ~~para~~ ~~hacerlos~~ ~~producir~~. Este fenómeno se debe a que no se hacen muestreos de suelos para conocer las deficiencias de fertilidad de los mismos. Generalmente la fertilización se lleva a cabo de acuerdo a recomendaciones que dan las casas comerciales.

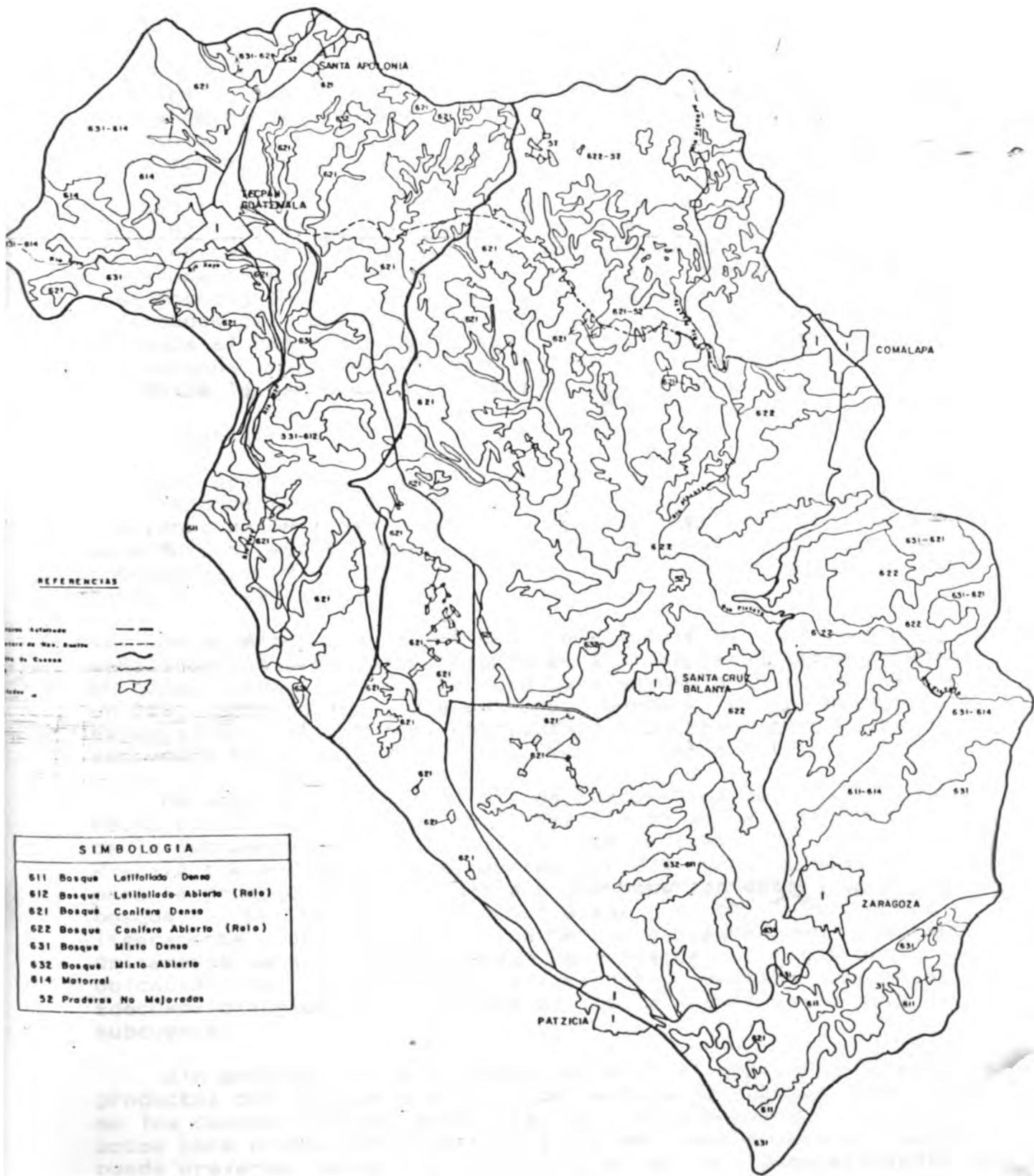
5. RECURSO FORESTAL

5.1 Ubicación

Las áreas boscosas se encuentran dispersas en las subcuencas ocupando principalmente los relieves escarpados de los cauces del drenaje y en las montañas de pendientes pronunciados, a altitudes mayores de 2,100 msnm (mapa 10). Sólo pequeños rodales, generalmente de menos de 5 ha, se encuentran dispersos en las mesetas planas u onduladas o en los valles y faldas de relieves suaves.

Esta característica parece indicar que la presencia de relativas grandes masas boscosas está determinada únicamente por la dificultad o imposibilidad de utilizar esas áreas para la agricultura; dificultad o imposibilidad impuesta por relieve escarpado y la pobreza del suelo.

Las masas forestales que ocupan los taludes escarpados del drenaje, constituyen aproximadamente el 65% de los bosques de la subcuenca del río Pixcayá y se extienden desde la población de Zaragoza, al sur-este de la subcuenca, hasta la población de



REFERENCIAS

-
-
-
-

SIMBOLOGIA

- 611 Bosque Latifoliado Denso
- 612 Bosque Latifoliado Abierto (Rolo)
- 621 Bosque Conifera Denso
- 622 Bosque Conifera Abierto (Rolo)
- 631 Bosque Mixto Denso
- 632 Bosque Mixto Abierto
- 614 Matorral
- 52 Praderas No Mejoradas

CATIE
 PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCA
CUENCA XAYA PIXCAYA
 CUENCA PRIORITARIA PILOTO

TIPOS DE BOSQUE

Escala 1:20,000 Fecha: 27/05/2007 Hoja 12 de 12

Comalapa y la región ubicada al oeste de dicha población, pasando por la región central de la subcuenca, en la parte norte del Municipio de Santa Cruz Balanyá. Los bosques que ocupan las áreas montañosas en la subcuenca del Pixcayá (aproximadamente el 35%) se ubican en tres regiones: en el extremo sur de la subcuenca, en las montañas de Patzicia; en el extremo este, en el cerro El Sochal y en el extremo norte en el cerro Chuguichuc; en los tres casos, limitados por el parteaguas de la subcuenca. La subcuenca Xayá en contraste con la Pixcayá, presenta el 48% de su área boscosa en tierra montañosas y onduladas y 52% en los cauces escarpados del drenaje. Los bosques de zonas montañosas están ubicados al nor-oeste de la subcuenca en las montañas de Tecpán y una pequeña parte en el cerro Xenimajuyú. Los bosques de cauces van desde la parte central hasta el sur de la subcuenca.

5.2 Extensión

El área total del bosque en ambas subcuencas es de aproximadamente 77.7 km². de los cuales 56.8 km² están en la subcuenca del Pixcayá y 20.9 km² en la subcuenca del Xayá. De acuerdo con estos datos, el 36% de la superficie total de las subcuencas está cubierta de bosque; 37% del área de la subcuenca Pixcayá y 34% del Xayá.

De acuerdo con las áreas y porcentaje de cobertura boscosa señalados, la proporción boscosa es similar, en ambas subcuencas; en comparación con la cobertura boscosa media del país, estimada en 36%; puede decirse que es una cobertura relativamente alta, especialmente si se toma en cuenta que una gran proporción de la subcuenca tiene relieves planos, aptos para la agricultura.

De acuerdo con el análisis de pendientes de las subcuencas hecha por Granados (1980) 18.02 km² (29.5% de la extensión total) de la subcuenca del Xayá y 58.7 km² (38.4%) de la subcuenca Pixcayá tienen pendientes mayores de 32%, consideradas no aptas para la producción agropecuaria y que deberían estar cubiertas de bosque. Es notorio que las áreas con cobertura boscosa son ligeramente superiores a las extensiones señaladas como aptas únicamente para bosques o áreas de protección, lo que unido a la ubicación de los bosques ya descrita, muestra una relativa adecuada distribución y extensión de la cobertura boscosa de la subcuenca.

Sin embargo, si se considera el alto y creciente consumo de productos del bosque y el alto porcentaje de bosques localizados en los cauces (22% del área total de las subcuencas) que no son aptos para producción forestal, si no únicamente para protección, puede preverse desde ya una crisis en el abastecimiento de productos forestales y en la conservación de las áreas boscosas de las subcuencas. Es decir, del 36% de la superficie total de las subcuencas sólo el 14% (30 km²) es apto para el abastecimiento de productos forestales, de los cuales 20 km² están en la subcuenca del Pixcayá y el resto (10 km²) en la del Xayá.

Los tipos básicos de bosque existentes, clasificados de acuerdo con su composición florística (latifoliados o coníferas) y a su densidad (denso y abierto) se describen a continuación:

Bosque Latifoliado (6.1)

Este tipo de bosque fué definido como tal, cuando la masa presentó menos del 30% del área basal proveniente de especies coníferas. Es un bosque de porte relativamente bajo, de aproximadamente 12-15 m. de altura media, con unos 350-400 individuos por hectárea con fustes que fluctúan entre 15 y 40 cm. de DAP (diámetro a la altura del pecho). Las especies más frecuentes que componen los rodales son: Quercus spp.: Alnus Acuminata; en menor grado Arbutus xalapensis: Ostrya sp.; Carpinus sp. Rara vez se aprecian rodales totalmente exentos de coníferas, normalmente aparecen ejemplares dispersos de Pinus y Cupressus, con áreas basales menores del 30%.

Casi todos los rodales existentes en las subcuencas de este tipo de bosque son de alta densidad (latifoliado denso); únicamente hay 6 ha. que se consideraron como bosque latifoliado abierto. Es bastante probable que el surgimiento de estos bosques provenga de la intervención de bosques mixtos maduros en los cuales las coníferas fueron taladas, lo que dió oportunidad a la dominación de Quercus, ya sea porque un porcentaje de ellos no fueron talados o porque rebrotaron vigorosamente luego de la tala, lográndose establecer más rápidamente que el pino. En el caso de los bosques latifoliados en los que actualmente domina Alnus, se trata de rodales de la sucesión secundaria temprana, que probablemente serán sustituidos en etapas serales posteriores por Pinus sp. y Cupressus sp. si el bosque llegase a madurar.

Se estimó para el bosque latifoliado denso una carga maderable promedio de 150 m³/ha. El crecimiento promedio se estima en 4m³/ha/año, aunque en rodales con dominancia de Alnus esta cifra puede ser mucho mayor. Para el bosque latifoliado abierto, el volumen se estimó en 45 m³/ha. y el crecimiento en 0.5m³/ha/año.

En el cuadro 15 se presenta el tamaño de los bosques por tipo para cada subcuenca. Puede observarse que el bosque latifoliado denso (consociación) ocupa 11 ha. en la subcuenca del Xayá y 1567 en el Pixcayá para un total de 167 ha. En asociación con matorral y con bosque mixto abierto suman 803 ha. El volumen total estimado para este tipo de bosque en las subcuencas es de 85,000 m³ y el crecimiento medio anual de 2,274 m³/año.

El bosque latifoliado abierto (consociación) ocupa sólo 6 ha. en la subcuenca Pixcayá; la asociación bosque latifoliado abierto-cultivos permanentes ocupa 200 ha; ubicándose únicamente en la subcuenca Xayá. El volumen total estimado para este tipo de bosque es de 4,800 m³ y el crecimiento medio de 53 m³/año.

CUADRO 15

SUCSENCIAS XAYA PIXCAYA: TAMAÑO DE LOS BOSQUES POR TIPO. HECTÁREAS

	Total	Xaya	Pixcaya	Total	Xaya	Pixcaya
511 Latifoleado Denso	157	11	156	0.8	0.2	1.02
511-514 Latifoleado Denso-Matorral	341	---	341	1.6	---	2.2
532-511 Mixto Abierto-Latifoleado Denso	462	---	462	2.1	---	3.01
511.2 Latifoleado Abierto	6	---	6	0.04	---	0.04
512-331 Latifoleado Abierto-Perman	200	200	---	0.9	3.3	---
6.2.1 Conifera Denso	1,839	1,125	714	9.5	18.4	4.67
6.2.2. Conifera Ralo	2,089	---	2,089	9.8	---	13.65
631 Mixto-Denso	558	144	414	2.6	2.4	2.70
631-621 Mixto Denso-Conifera Denso	69	69	---	0.3	1.1	---
631-614 Mixto Denso-Matorral	692	389	303	3.2	6.4	1.98
6.3.2. Mixto Abierto	89	22	67	0.04	0.4	0.44
6.2.2.-52 Conifera Ralo-Praderas N.M.	1,128	---	1,128	5.3	---	7.4
614 Matorral	136	136	---	0.6	2.2	---
TOTALES:	7,776	2,098	5,680	36.3	34.4	37.11

Bosque de Coníferas

Clasificado así cuando más del 70% de su área basal proviene de especies coníferas. En su composición dominan especies del género Pinus, especialmente P. pseudostrobus y P. montezumae. Con menos frecuencia, en zonas más húmedas y con mejores suelos, aparece Cupressus lusitanica. Cuando aparecen latifoliados suelen ser más frecuentes Quercus sp. y Arbutus; Alnus aparece en los rodales más jóvenes y en zonas más húmedas.

Se distinguen dos clases de rodales dentro de este tipo: conifera denso y conifera ralo.

Los rodales del tipo bosque conifera denso están ubicados en las laderas de montañas de las regiones más húmedas (Tecpan y Patzicía) y dispersos en terrenos planos en ambas subcuencas, en pequeñas masas de 0.3 a menos de 3 ha. La densidad del bosque de conifera denso fluctúa entre 350-425 árboles/ha. La altura del dosel va de 25 a 30 m; el volumen se estimó en 260 m³/ha; el incremento medio anual estimado es de 8.7 m³/ha/año.

El área total en las subcuencas de bosque conifera denso es de 1,839 ha., estimándose una existencia de 478,140 m³ y un incremento medio de 16,000 m³/año (cuadro 15). Estos bosques presentan un alto porcentaje de árboles bien conformados, de buena calidad; aunque el análisis de crecimiento hecho en la totalidad de muestras indica que el mismo en los últimos 5 años se redujo, es indudable que éste puede incrementarse con un buen manejo del rodal.

Los bosques del tipo conifera abierto se encuentran ubicados únicamente en la subcuenca del río Pixcayá en las laderas de las quebradas de casi todas las corrientes que drenan la subcuenca. Ocupa los ambientes más secos, con relieves escarpados y suelos muy pobres. Son bosques notablemente degradados por diferentes intervenciones; el rodal tiene una densidad promedio de 100 árboles/ha, generalmente de fustes sinuosos o torcidos y de crecimiento lento. La vegetación latifoliada acompañante es de Quercus normalmente de apariencia más arbustiva que arborea. Normalmente el estrato arboreo está integrado sólo por especies de Pinus, aunque se observan esporádicamente ejemplares de Cupressus con características fenotípicas indeseables.

La altura media del rodal es de aproximadamente 21 m y el DAP del árbol medio es 33 cm. El volumen medio por hectárea es de 65 m³ y el crecimiento medio anual es de 1.4 m³/ha/año. Las 2,089 ha hacen una existencia total de 135,800 m³. El crecimiento anual total es de 2,900 m³.

Gran parte de estos rodales ocupa relieves excesivamente escarpados y suelos muy pobres, sujetos a erosión y deslizamientos. Por lo menos el 50% del área que ocupan estos rodales no es apta para producción forestal; las zonas de pendientes menos escarpadas podrían incrementar notablemente la

productividad de este bosque si se sujetan a un mejor manejo y se eliminan o regulan las intervenciones que degradan el rodal. Aún con las quemas y algún pastoreo existente, se observa regeneración del bosque; estas podrían ser aprovechadas en lugares donde se desea incrementar la densidad del bosque para protección.

Bosque Mixto

En este tipo de bosque, del 30% hasta un máximo de 70% del área basal proviene de coníferas. Comparten la importancia en él las especies de pinus y las de Quercus y Alnus. Con menos frecuencia aparecen Arbutus, Carpinus y Prunus. La altura media del rodal es de más de 30 m. y los diámetros normalmente exceden los 40 cm. al 1.3 m del suelo.

En el bosque mixto denso está integrado por los rodales más viejos y los que tienen mayor carga maderable; la que se estima alrededor de 280 m³/ha. La edad promedio de los rodales está arriba de los 45 años y el incremento medio se estima que es aproximadamente 5 m³/ha/año. La carga total se estima en 262,800 m³ y el incremento medio total del área en 4,700 m³. Dichas cifras consideran la extensión de consociación mixto-denso que abarca 558 ha en ambas subcuencas, la asociación mixto-conífera denso que abarca 69 ha en la subcuenca Xayá y la asociación mixto denso-matorral que abarca 692 ha en ambas subcuencas.

El bosque mixto abierto tiene similar composición florística aunque mucho menor edad y densidad que el mixto denso. Ocupa relieves muy escarpados y suelos pobres. Son bosques muy degradados y de baja calidad genética, su crecimiento se estima en 85 m³/ha el crecimiento en 1.2 m³/ha/año.

Las existencias totales considerando la consociación mixtoabierto de 89 ha de extensión en ambas subcuencas y la asociación mixtoabierto-latifoliado denso de 462 ha en la subcuenca Pixcayá es de 27,200 m³; el crecimiento anual se estima en 400 m³/año. El cuadro 16 muestra las existencias maderables estimadas y su incremento medio anual estimado.

5.3 Cambios en la Cobertura Boscosa

5.3.1 Cambios en la extensión

Se evidencia una pequeña reducción del área de bosque que, a expensas de ocupar las pocas laderas que aún conservan un poco de suelo para cultivos limpios de baja productividad. Granados (1980) utilizando fotografía de 1,972, registro 89.32 Km²; actualmente, el área boscosa se estima en 77.77 Km² lo que implica una reducción del 13% en 16 años.

La transformación del bosque a cobertura agrícola se realiza en forma paulatina: constantes quemas que reducen el crecimiento de la masa, las cuales son sucedidas por la tala de

CUADRO 16

UENCAS XAYA PIXAYA: EXISTENCIAS TOTALES ESTIMADAS EN M3.

DE BOSQUE	Existencia por ha.	Existencia Total	Crecimiento por ha/año.	Crecimiento Total/año
Denso	260	478.000	6.7	16.000
Abierto	65	135.800	1.4	2.900
Denso	150	85.000	4.0	2.274
Abierto	45	4.800	0.5	53
Denso	280	262.800	5.0	4.700
Abierto	85	27.200	1.2	400
		392.800		26.327

árboles intercalados y podas severas; luego se inicia el cultivo en las zonas de mayor incidencia del sol (donde el rodal es más ralo); continúa la quema y la tala selectiva; la poda se extrema en los árboles residuales finalmente, la baja densidad del "relictus" y su reducida copa, permite suficiente luz para el cultivo. Los árboles que quedan intercalados, van muriendo por las sucesivas podas a las que se adhieren otras prácticas como el ocoteo. Como se sigue cultivando, no es posible el desarrollo de la vegetación natural; en ocasiones cuando el suelo se ha degradado totalmente y no es posible cultivar, el agricultor abandona el área, dando lugar a la sucesión secundaria, la cual en su etapa temprana se identificó como matorral.

5.3.2 Cambios en la calidad

Salvo los bosques de conifera densos, los tipos de bosque de las subcuencas presentan un alto grado de degradación, que alcanza su más alto grado en el bosque de conifera abierta, en el bosque mixto abierto y en el matorral.

Desde el punto de vista genético, los mejores ejemplares fueron talados sucesivamente, quedando en pie finalmente, una masa forestal con alto porcentaje de árboles torcidos, mal conformados y de lento crecimiento. Esta característica hace poco factible proyectar la regeneración natural del bosque, si es que se desea llegar a tener una buena masa forestal productiva.

Aunado a esto, la densidad del bosque es baja en la mayoría de rodales y continúa reduciéndose, como producto de extracciones paulatinas pero permanentes, con diversos propósitos. Otra característica del bosque es la excesiva disetaneidad y falta de uniformidad, que se manifiesta en variaciones excesivas de densidad, diámetros, alturas, crecimientos y carga maderable.

Los eventos que han influenciado o determinado los cambios en la cobertura boscosa en las subcuencas son los siguientes:

Cortas para Aserrío:

No fue posible establecer la magnitud de los volúmenes anuales extraídos para aserrío, ya que los registros a los que se tuvo acceso, no deslindaban la información para los municipios de las subcuencas. Es evidente que los volúmenes autorizados son significativamente menores que el volumen real extraído. Combinando la información de la sub-región V-5 de INAFOR y el consumo de los aserraderos locales, se estima en 1987 se extrajo un volumen cercano a los 7.000 m³. Esta cifra fue significativamente mayor en años pasados, pero la cantidad, calidad y ubicación de la madera en pie hoy dificulta más su extracción. Las mayores talas para aserríos están localizadas en el área de Tecpán y Santa Apolonia.

Una característica notable que se observó en la madera extraída para aserrío, es el bajo diámetro de las trozas que

llegan a veces hasta los 20 cm. Hace algunos años, los aserraderos de la región no compraban diámetro menores de 30 cm.

El proceso y tecnología seguido en la extracción es sumamente rudimentario: se escogen los árboles mejor conformados para talarlos; el corte, troceo y desrame se hace con motosierra. Luego de "escuadrar" las trozas éstas son jaladas por bueyes hasta el lugar donde ingresa el camión que lleva las trozas al aserradero.

La extracción para aserrío no responde a un plan de manejo sostenido del bosque; a pesar de ello es evidente que, la reducción del área boscosa no es producida por la extracción de trozas para aserrío. Más que reducir el área boscosa, esta actividad determina la reducción de la densidad del bosque y la degeneración genética del rodal. La corta para aserrío va dirigida únicamente a las especies de Coníferas (Ciprés y Pino).

Cortas para leña

Es evidente que la magnitud de los volúmenes extraídos para la leña son mucho mayores que los volúmenes destinados al aserrío. De acuerdo con las encuestas realizadas el 100% de los habitantes de la cuenca usan leña para cocinar sus alimentos. Es de hacer notar que la encuesta incluyó pobladores de áreas rurales y urbanas. Un porcentaje de pobladores de áreas urbanas usan Kerosene para cocinar, pero también usan leña. En el cuadro 17 se aprecian los resultados de la encuesta.

En dicho cuadro se destaca el dato del consumo anual estimado de leña para las subcuencas, que sumando el consumo doméstico y el industrial llega a 46,600 m³. Esta cifra es mayor que el crecimiento anual de los bosques, estimados en 26,300 m³ (cuadro 16). Esto indica que la existencia de madera se reduce anualmente en 20,300 m³, es decir un 2% de la existencia total de madera. Debe tomarse en cuenta que esta proporción irá en aumento año con año, pues aumentará el consumo y el bosque se reducirá si su manejo no varía en los próximos años.

5.4 Daños a la masa residual

Con diversos propósitos, las personas relacionadas con el bosque dañan los árboles en la mayoría de casos sin llegar a matarlos en un corto plazo, pero reduciendo su crecimiento y su capacidad de regeneración o producción de semilla. Estos daños se deben a:

- a) Podas severas: Corte de ramas con diversos propósitos tales como la obtención de leña y aclareo para cultivar bajo los árboles. Además de ser muy severa, dejan las bases de las ramas, lo cual provoca nudos muertos si el árbol engrosa.

CUADRO 17

SUCUENCAS MAYA PIXCAYA: CARACTERISTICAS DEL CONSUMO DE LEÑA EN LOS MUNICIPIOS.

ASPECTOS CUESTIONADO	RESULTADO
1. Utilización de leña	
1.1 usan solo leña para cocinar.	84%
1.2 No usa leña	0%
1.3 usa kerosene + leña	16%
2. Consumo promedio anual de leña por familia*	5m ³
3. Consumo total anual de leña para uso domestico **	45.708m ³
4. Consumo total anual de leña para uso industrial*	319m ³
5. Especies preferidas para quemar en orden de preferencia	Encino, Pino, Llano, Ciors
6. Forma de adquirir leña	Compra: 33% Corta: 46% Compra y corta: 21%
7. Costo de la leña comprada	Q.4. 50/carga de 80 leños
8. tipo de estufa utilizada	Pollo con plancha (fuego cerrado) Pollo con plancha (fuego abierto): 31.7% En el suelo: 15.9% Estufa Lorena: 2.7%

*. sobre la base de la familia de 7 miembros, lo que nos da un consumo per-capita de 0.71m³/año, para 6 miembros.

** Para una población estimada de 63,991 habitantes

*** 34 Panaderías; 3 Tostadurías; 2 Fábricas Hilo. 3 cafeteras

- b) Quemas: De diversa índole; pueden matar los árboles. Van desde fuegos accidentales, hasta intencionales para "limpiar terrenos" de árboles.
- c) Ocoteo: Con el fin de tener combustible para encender fuegos. Debilita el árbol, lo expone a quebrarse por el viento, lo expone a morir por quemas.
- d) Pastoreo: Se da en bajas intensidades, sobre todo en bosques comunales o municipales. Conjuntamente con las quemas, destruye la regeneración material.
- e) Plagas y Enfermedades: La masa forestal manifiesta incidencia de varias plagas que reducen su crecimiento y eliminan su producción de semillas. Se observó ataques de Gorgojo del Pino (Dentroctonus sp.) especialmente en rodales con poco vigor. En cuanto a enfermedades se observó una alta incidencia de Roya del Cono (Cronartium sp.)

5.5 Manejo de los bosques:

El manejo de los bosques de las subcuencas ha influido negativamente en su crecimiento. Talas selectivas que degradan el bosque, densidades excesivamente altas o excesivamente bajas, pastoreo, quemas y podas severas están afectando los promedios de crecimiento descritos en el inciso 5.2.

De acuerdo con las características de los sitios forestales de las subcuencas, especialmente las zonas montañosas, se considera que con un adecuado manejo es posible, incrementar significativamente la producción del bosque. Si éste es sometido a prácticas adecuadas de manejo tales como: regulación de la densidad, podas tecnificadas, mejoramiento de la calidad genética de los rodales, control de incendios control de pastoreo.

La falta de manejo de los bosques de la región responde a la serie de factores limitantes característicos de la realidad forestal nacional, de la cual los bosques de las subcuencas no son la excepción. Entre estos factores limitantes cabe destacar, la falta de recursos humanos calificados, la falta de tradición y escaso desarrollo de una cultura forestal a nivel de población en general, marco legal e internacional inadecuado, falta de oportunidades de industrialización y mercadeo de los bosques, asistencia técnica y crediticia inexistente.

5.5.1 Bosques de propiedad privada

No se observó ningún caso de bosques técnicamente manejados. Algunos bosques de propiedad privada, especialmente en el municipio de Tecpán, se conservan gracias a la atención de los propietarios siendo entonces la única técnica de manejo la reducción al máximo de cualquier intervención. En el resto de bosques privados se realizan extracciones desordenadas para obtener leña y trozas para aserrío; además de sufrir todos los

factores descritos que degradan el bosque (talas selectivas, quemas, ocoteo, podas severas). No puede hablarse entonces de manejo, lo que se da es extracción y deterioro.

Existen áreas de bosques artificiales en los municipios de Patzicla, Zaragoza, Tecpán y Santa Apolonia. Son plantaciones de Ciprés, Pino e Ilamo. La plantación más extensa es la ubicada en la finca Molinos Helvetia, al sur de la cabecera Municipal de Tecpán (unas 40 ha).

Las siguientes características son comunes en todas las plantaciones:

- a) El crecimiento observado ha sido relativamente bueno, en la etapa inicial.
- b) Todas las plantaciones que ocuparon partes de valle al pie de montañas, tuvieron mortandad inicial por heladas.
- c) No se regulan la densidad; la mayor parte de plantaciones presenta excesiva densidad lo que inhibe el crecimiento de los rodales luego de transcurrida la etapa de establecimiento.

5.5.2 Bosques de propiedad comunal

Existen en las subcuencas aproximadamente 2,000 ha. de bosques de propiedad comunal y municipal. El bosque más extenso dentro de este régimen de propiedad es el Bosque Municipal de Tecpán con aproximadamente 1,485 ha.

En ninguna de estas áreas se maneja técnicamente el bosque, limitándose la Municipalidad a regular las extracciones. Todas las autoridades Municipales entrevistadas, aunque manifestaron no tener proyectos para el manejo de los bosques municipales mostraron un marcado interés en recibir asistencia técnica para manejar los bosques bajo el principio del rendimiento sostenido.

5.6 Instituciones relacionadas con el manejo de bosques

Las más significativas son: La Dirección General de Bosques y Vida Silvestre; las Municipalidades y CARE-Cuerpo de Paz.

Actualmente DIGEBOS lleva a cabo el control de los aprovechamientos y tiene instalados viveros forestales para repartir arbolitos en bolsa. CARE-Cuerpo de Paz tiene un vivero en Santa Apolonia y realiza labores de extensión en reforestación. Las Municipalidades regulan el uso de la tierra en áreas comunales y controlan la extracción del bosque.

Ninguna de las instituciones en la región terminó proyectos de desarrollo forestal y de manejo de bosques y áreas silvestres. Las acciones de control son ineficientes y la reforestación que ejecutan y promueven no se refleja en el incremento de áreas boscosas.

5.7 Zonas de Vida

5.8 Fauna Silvestre

De acuerdo con los datos obtenidos de pobladores del lugar, en las áreas forestales se ha visto, en los últimos años las siguientes especies (citadas por el nombre común en la región): Conejos, Ardillas, Coyotes, Venados, Zorros, Taltuza, Comadreja, Gato de Monte, Mapache, Tigrillo, diversas serpientes y aves. Muchas de estas especies son cazadas, especialmente Ardillas y Palomas.

6. USOS DEL AGUA

6.1 Acueducto Xayá-Pixcayá

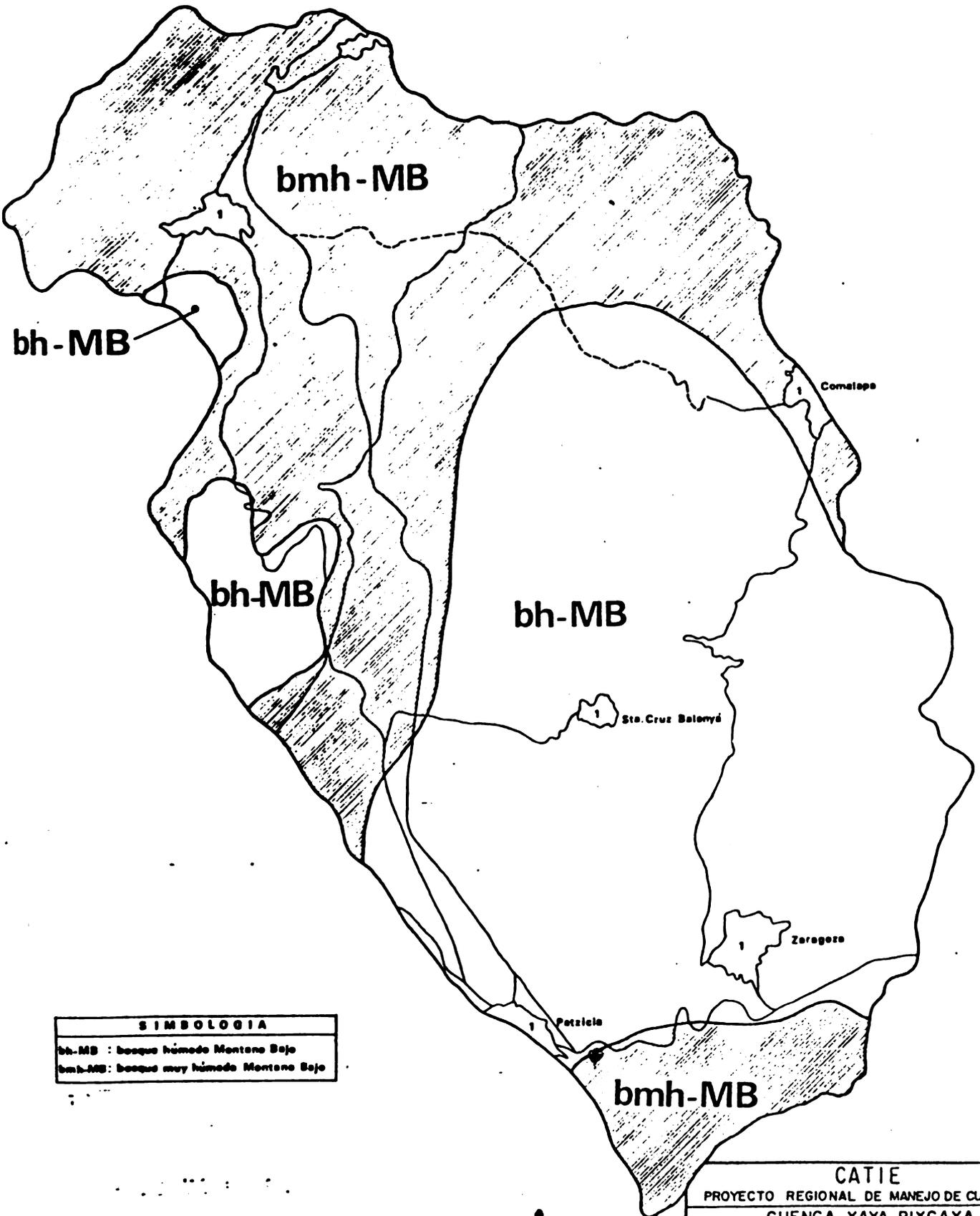
A inicios de la década de los 60 se pronosticó en la ciudad capital de Guatemala, escasez de agua, debido a la tasa de crecimiento demográfico, económico y alta migración al área metropolitana. En tal sentido se planteó la posibilidad de conducir cierto caudal de agua de los ríos Xayá y Pixcayá, el cual por iniciativa del Gobierno de Guatemala se elaboró el respectivo anteproyecto, empezando a operar en 1977.

El proyecto fue financiado en un 50% por el BID y el restante 50% por el Gobierno de Guatemala. La obra en su primera etapa alcanzó una inversión de 54.3 millones de dólares. Una vez concluido el acueducto Xayá-Pixcayá (1era. etapa), el Gobierno de Guatemala delegó a la Empresa Municipal de Agua -EMPAGUA-, como unidad ejecutora del proyecto, principalmente en su operación y mantenimiento.

El Acueducto Xayá-Pixcayá consideró en su diseño, la captación del agua de los ríos Xayá y Pixcayá, aún en la época de estiaje (época seca). Asimismo, la conducción del agua sería por gravedad hacia el área metropolitana de la ciudad capital para luego unirse al sistema de abastecimiento establecido.

El agua que se capta en el río Xayá (cota 2085 msnm) se deriva en su totalidad y se conduce mediante un túnel, descargándose posteriormente en el río Balanyá (cota 2020 msnm). Posteriormente, aguas abajo del río Pixcayá, en la finca El Tesoro (cota 1780 msnm), se realiza la derivación total del caudal superficial de este río para su conducción hacia la planta de purificación Lo de Coy. Esta línea de captación-conducción posee 49 km de longitud, intercalándose en su línea de conducción canales, sifones invertidos y túneles.

Una vez tratada el agua en la planta de purificación Lo de Coy, ésta se conduce al tanque municipal El Guarda en la ciudad capital, con fines de distribución o dotación domiciliar. Esta línea de conducción-distribución consiste en una tubería cerrada con accesos y consta de 11 km de longitud.



SIMBOLOGIA

bh-MB : bosque húmedo Montano Bajo
bmh-MB: bosque muy húmedo Montano Bajo

CATIE
PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS
CUENCA XAYA PIXCAYA
CUENCA PRIORITARIA PILOTO

El proyecto Xayá-Pixcayá funciona actualmente en su primera etapa, el cual conduce un caudal promedio aún en época de estiaje de 0.96 m³/seg, con un aporte de la subcuenca Xayá de 0.31 m³/seg. y la del Pixcayá con 0.65 m³/seg. A través de la línea de conducción del proyecto, se construyeron túneles por debajo de la capa freática o acuífero, o bien entre estratos permeables saturados; con estas características físicas y con un diseño hidráulico apropiado se permitió el ingreso al túnel de conducción un caudal adicional de 0.015 m³/seg.

En los últimos años la grave crisis de abastecimiento de agua potable para la ciudad capital de Guatemala, se debe principalmente a: a) acelerado crecimiento demográfico (tasa anual del 3%), esto incluye componentes importantes de cambio como natalidad, mortalidad y migración. Con esta tasa de crecimiento anual se estaría duplicando la población para el área metropolitana dentro de 23 años, esto implicaría duplicar los servicios básicos actuales para el año 2000; b) el crecimiento poblacional ha provocado cambios drásticos en el uso de la tierra en el valle de Guatemala, tales como el avance territorial urbano. Este avance ha llegado al límite de absorber a poblaciones vecinas como Mixco, Villa Nueva, Chinautla y otras. c) El crecimiento suburbano también ejerce presión sobre los servicios básicos existentes en el área metropolitana, principalmente por la demanda de agua potable; esto origina graves situaciones de conflictos de uso entre las comunidades vecinas. d) Otro factor que influye en la demanda de agua son las pérdidas en la distribución. Según el Plan Maestro de Abastecimiento a la Ciudad de Guatemala -PLAMABAG-, las fugas en los sistemas para 1973 alcanzaban un 20.4% del total distribuido.

Actualmente la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala -EMPAGUA- obtiene el agua potable de dos principales fuentes de aprovechamiento: la subterránea y la superficial.

La explotación del agua subterránea en el valle de Guatemala se realiza mediante la perforación de pozos con su respectivo sistema de bombeo, de los cuales 58 son operados por EMPAGUA (en 1982). El total del agua extraída por bombeo equivale a 1/3 (0.87 m³/seg) del total distribuido por EMPAGUA. En la actualidad la perforación de pozos en la ciudad capital no ha sido planificada, se desconoce la cantidad real explotada, ya que nadie ejerce control sobre la extracción en los acuíferos del valle.

La otra fuente es la superficial, proveniente de ríos y nacimientos (ojos de agua), equivalentes a las 2/3 (1.74 m³/seg) del agua suministrada por gravedad. La fuente principal de abastecimiento son las subcuencas Xayá y Pixcayá, que proporcionan un caudal de estiaje aproximadamente de 0.9 a 1.0 m³/seg, además de las fuentes menores provenientes de los alrededores a la ciudad capital. Estos últimos son los recursos hídricos que más conflictos de uso poseen, ya que son reclamados constantemente por las municipalidades vecinas a la capital.

Otro problema son las fugas en el sistema en proyectos pequeños, tal es el caso de las Minas, en el que de la derivación total del agua, únicamente llega a la capital un 10%.

Se estima que la dotación actual diaria de agua potable para el área metropolitana es de 150 a 200 litros/habitante. Con este suministro, las fuentes explotadas por EMPAGUA tienen la capacidad de abastecer el 60-65% de la demanda real actual. Para cubrir este déficit de agua, equivalente a 1.2 m³/seg (51,000 pajas), se está gestionando financieramente a implementar la segunda etapa de emergencia contemplado en el Plan Maestro de Abastecimiento de Agua a la ciudad de Guatemala y que consiste en incrementar un caudal de 0.6 m³/seg., proveniente del alto Guacalate, mediante la perforación de 12-15 pozos (para 1988).

En resumen, la población de la Ciudad de Guatemala y su área de influencia, tiene un déficit de agua de 1.2 m³/seg, que implica aumentar el caudal actual (2.61 m³/seg) en un 46%. Las subcuencas Xayá y Pixcayá contribuyen con alrededor de un tercio del caudal actual (0.9 m³/seg.) y posee una línea de conducción de 49 Km. que permite transportar hasta 3 m³/seg. Por lo tanto, cualquier proyecto que permita ampliar los caudales de estiaje actuales, contribuirá a reducir el déficit de agua actual en la ciudad de Guatemala.

6.2 Comunidades de las Subcuencas Xayá-Pixcayá

6.2.1 Agua para consumo humano

En las subcuencas Xayá-Pixcayá existen dos fuentes principales de aprovechamiento de agua para consumo humano: la superficial, proveniente de ríos, quebradas y nacimientos de agua y la subterránea, mediante la perforación de pozos.

Los sistemas de abastecimiento existen son los tradicionales, que consisten en la captación del agua directamente en la fuente por parte del consumidor. El otro sistema de abastecimiento de agua potable, es la que se diseña a una red de distribución, operados mediante sistemas de bombeo o por gravedad. Este último resulta ser el más económico y el que generalmente se diseña. En muchos casos la dotación de agua es regulada principalmente en la época seca y en otros es constante el abastecimiento (cuadro 18).

La dotación de agua es mediante conexiones domiciliarias, con un intervalo de 80 a 120 litros/habitante/día o bien, por medio de llena-cántaros o chorros públicos (se diseña un chorro público por cada 3 a 6 viviendas). En el caso del abastecimiento de agua potable de origen subterráneo en forma rústica (pozo artesiano), se estima un pozo para 1 a 5 viviendas. El otro tipo de explotación subterránea es la perforación de pozos acuíferos profundos, del cual el agua es impulsada mediante bombas sumergibles con motores de alta potencia, tal es el caso de los municipios de Santa Cruz Balanyá y Comalapa (cuadro 19).

Actualmente existen 38 comunidades (40% del total) que se abastecen de agua potable mediante una red de distribución; de esta manera el consumo de agua se estima en 100 litros/seg.

La escasez de fuentes de agua dentro de las subcuencas Xayá-Pixcayá y la demanda de agua potable en sistemas adecuados de distribución, obliga a diseñar la captación de fuentes de agua en cuencas vecinas, con menos presión demográfica o con menos demanda en sus recursos hídricos; tal es el caso de los proyectos: Agua Escondida, Zaculeu I, Zaculeu II, río Guexá y río Suyá pertenecientes a la cuencas Madre Vieja y Atitlán (cuadro 18). Además de utilizarse para consumo humano, es utilizada también en las actividades agrícolas y pecuarias.

CUADRO 18

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Proyectos de agua potable superficial y subterránea.

No.	COMUNIDAD	MUNICIPIO	CARACTERISTICAS DEL SISTEMA
1	Sta. Apolonia	Santa Apolonia	Por gravedad, *Q= 1.11 lt/s, llena-cántaros y conexión domiciliar.
2	Secoil	Santa Apolonia	Por gravedad Agua Escondida-Zaculeu I, Q=15 lt/s.
3	Tecpán	Tecpán Guatemala	Por gravedad, 1468 domiciliarios y 217 llena-cántaros, Q=10 lt/s.
4	Panimacoc	Tecpán Guatemala	Por gravedad, 100 domiciliarios; Zaculeu II, Q=8 lt/s.
5	Cruz de Santiago	Tecpán Guatemala	Por gravedad, 50 domiciliarios; Q=0.8 lt/s.
6	Pueblo Viejo	Tecpán Guatemala	Por gravedad 101 domiciliarios; Q=1.2 lt/s.
7	Xetzac	Tecpán Guatemala	Por gravedad, 50 domiciliarios; Q=0.8 lt/s.

8	Chuachali-Xetzac	Tecpán Guatemala	Por gravedad, 50 llena-cántaros, Q= 0.80 lt/s.
9	Paxorotot	Tecpán Guatemala	Por gravedad, distribución/llena- cántaros, Q=0.5 lt/s.
10	Chirijuyú	Tecpán Guatemala	Por gravedad 300 domiciliares; Q=4Q11 lt/s.
11	Sn José Chirijuyú	Tecpán Guatemala	Por gravedad 101 domiciliares, Proyecto Zaculeu II, Q=8 lt/s.
12	Pacorral	Tecpán Guatemala	Por gravedad, Proyecto Agua Escondida-Zaculeu I, Q=15 lt/s.
13	Vista Bella	Tecpán Guatemala	Por gravedad, 60 domiciliares, Proyecto Zaculeu II, Q=8 lt/s.
14	Molino La Helvetia	Tecpán Guatemala	Por gravedad, Q no determinado de consumo.
15	Panabajal	Tecpán Guatemala	Por gravedad, Proyecto Agua Escondida-Zaculeu I, Q=15 lt/s.
16	Xenimajuyú	Tecpán Guatemala	Por gravedad, Proyecto Agua Escondida-Zaculeu I, Q=15 lt/s.
17	Xayá	Tecpán Guatemala	Por gravedad, Q=2 lt/s.
18	Fca. Colimá	Tecpán Guatemala	Por gravedad, Q=0.5 lt/s.
19	Fca. La Giralda	Tecpán Guatemala	Por gravedad, Q=0.5 lt/s.
20	Comalapa	Comalapa	Por gravedad y bombeo, Q=15.4 lt/s.

21	Xenimaquin	Comalapa	Por gravedad, llena-cántaros, Q=0.37 lt/s.
22	Xetonox	Comalapa	Por gravedad, llena-cántaros, domiciliar, Q=0.46 lt/s.
23	Panabajal	Comalapa	Por gravedad, Proyecto Agua Escondida-Zaculeu I, Q=15 lt/s.
24	Payá	Comalapa	Por gravedad, llena-cántaros, Q=0.3 lt/s.
25	Manzanillo	Comalapa	Por gravedad, llena-cántaros, Q=0.2 lt/s.
26	Patzicía	Patzicía	Por gravedad, Q=11.2 lt/s. domiciliar y llena-cántaros.
27	El Camán	Patzicía	Por gravedad, Q=1 lt/s; bombeo Q=1.38 lt/s.
28	El Sitán	Patzicía	Por gravedad, Q=0.38 lt/s. domiciliar y 2 llena-cántaros.
29	Sta. Cruz Balanyá	Sta. Cruz Balanyá	Por bombeo, Q=2 lt/s.
30	Chimazat	Sta. Cruz Balanyá	Por gravedad, Proyecto Agua Escondida-Zaculeu I, Q=15 lt/s.
31	Zaragoza	Zaragoza	Por gravedad, Q=10 lt/s, domiciliar y llena-cántaros.
32	Tepechic	Zaragoza	Por gravedad, Q=0.21 lt/s.
33	El Llano	Zaragoza	Por gravedad, Q=0.1 lt/s.

34	Grande	Zaragoza	Por gravedad, Q=2.15 lt/s.
35	Rincón Chiquito	Zaragoza	Por gravedad, Q=0.35 lt/s.
36	Potrerillos	Zaragoza	Por gravedad, Q=0.35 lt/s.
37	Puerta Abajo	Zaragoza	Por gravedad, Q=1 lt/s.
38	Rincón Grande	Zaragoza	Por gravedad, Q=2 lt/s.

Q = indica el caudal de distribución o caudal conducido.

CUADRO 19

SUCUENCAS XAYA PIXCAYA: Pozos rusticos como aprovechamientos de agua subterranea.

MUNICIPIO	CANTIDAD ESTIMADA DE POZOS
Santa Apolonia	16
Tecpán Guatemala	597
Atalapa	120
Atitlán	63
Santa Cruz Balanyá	48
Zaragoza	112

5.2.2 Agua para riego

Por la variación del régimen hídrico se provocan cambios en el almacenamiento y por lo tanto existe un déficit de agua, principalmente en la época seca (noviembre-abril). En este periodo se hace necesario la aplicación periódica de agua a las áreas bajo cultivos agrícolas o bien en forma de riego complementario cuando ocurren periodos cortos sin lluvias (anículas).

Debido a que la disponibilidad de fuentes de agua es limitada en las subcuencas, el sistema de distribución de riego por gravedad (en surcos) no se utiliza; el más común es el sistema de riego por aspersión, operado mediante bombeo (cuadro 20). Los proyectos existentes son de tipo particular o comunitario. En la aldea Rincón Grande, municipio de Zaragoza, funciona el único sistema de riego por goteo operado por bombeo (potencia del motor acoplado a la bomba 5 HP). Con este sistema se cultiva fresa de exportación, en un área de riego de 21 ha (30 Mz), el costo total del proyecto oscila entre 1 a 1.2 millones de Quetzales, financiado por AID y distribuido entre 60 Cooperativistas. La fuente principal de este sistema es el río Pixcayá.

CUADRO 20

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Uso del agua con fines de riego.

COMUNIDAD	MUNICIPIO	CARACTERISTICAS DEL SISTEMA
Xetzac	Tecpán Guatemala	Sistema por aspersión, caudal 1 lt/seg.
Paxetzac	Tecpán Guatemala	Sistema por aspersión, caudal 10 lt/seg.
Pamanzana	Tecpán Guatemala	Sistema por aspersión, caudal 1 lt/seg.
Fca. Vista Bella	Tecpán Guatemala	Sistema por aspersión, caudal 2 lt/seg.
Payá	Comalapa	Sistema por aspersión, caudal 2 lt/seg.
El Camán	Patzicla	Sistema por aspersión, caudal 2 lt/seg.
El Sitán	Patzicla	Sistema por aspersión, caudal 3 lt/seg.
Rincón Grande	Zaragoza	Sistema por aspersión y goteo, caudal 20 lt/seg.

El agua es utilizada como receptor de desechos líquidos.

La situación actual de la disposición de desechos sólidos (basura, basura, cenizas, aguas servidas) es la siguiente:

tal grado de no recibir tratamiento adecuado para llegar a reducir los niveles de contaminación de los ríos, de las subcuencas Xayá y Pixcayá.

Respecto a la eliminación de desechos sólidos como basuras, no existen sitios acondicionados (rellenos sanitarios) para su disposición final. Esta actividad se lleva a cabo en zanjones y quebradas correspondientes a la red de drenajes de las subcuencas Xayá y Pixcayá.

A nivel urbano y rural, la captación y eliminación de desechos sólidos y líquidos como excretas, aguas de uso doméstico, uso agropecuario, uso agroindustrial y otros, es deficiente. A nivel urbano, los poblados principales de las subcuencas Xayá y Pixcayá cuentan con servicio de alcantarillados, pero del total de viviendas, una cantidad superior al 50% están conectados a la red de drenajes (cuadro 21). Asimismo, estas aguas servidas con excepción de Comitapa, no poseen ningún tratamiento. La eliminación de aguas servidas a nivel urbano y rural es directa hacia los cauces de los ríos Xayá y Pixcayá.

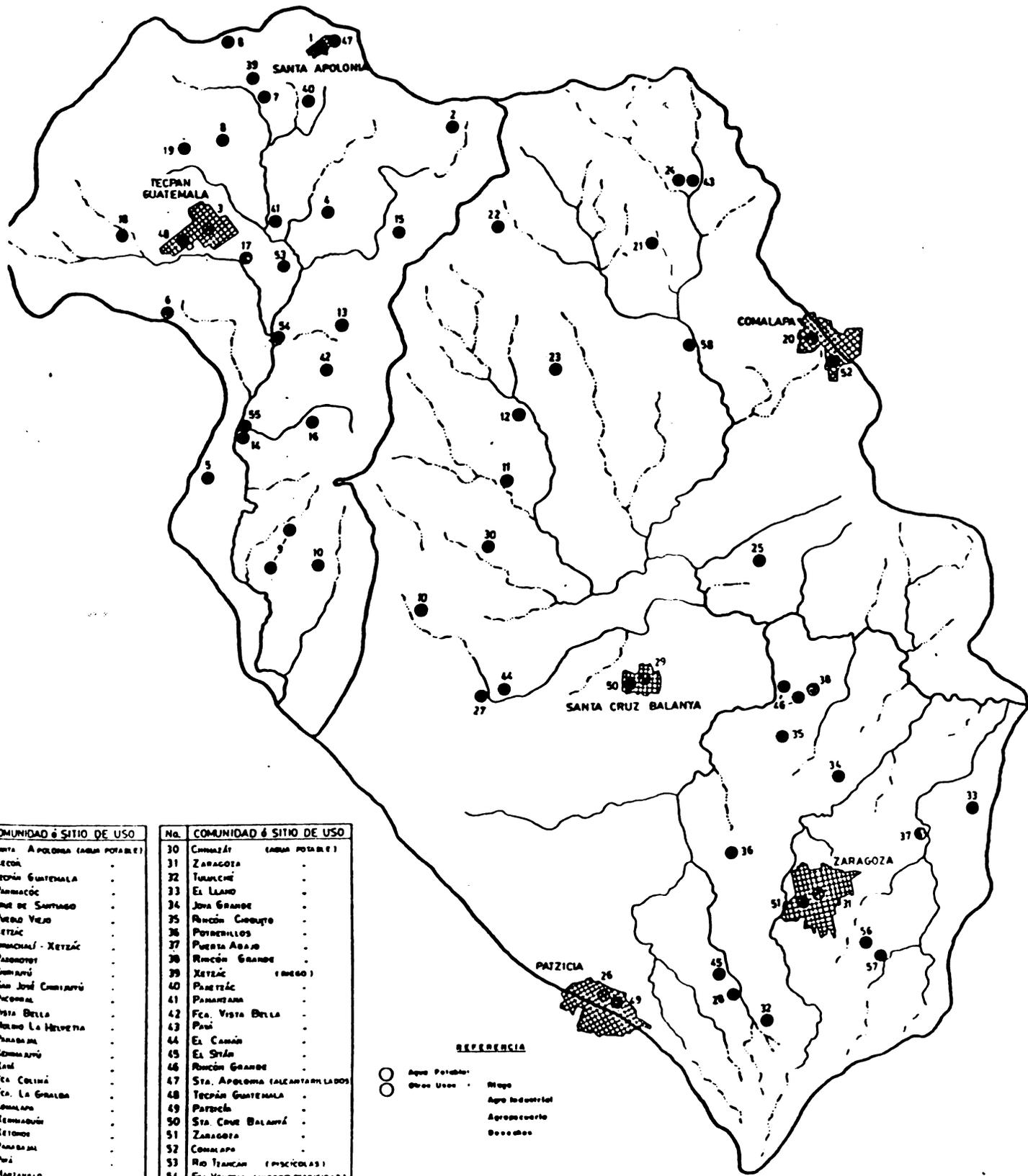
CUADRO 21

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Disposición de desechos sólidos y líquidos.

MUNICIPIO	% DE VIVIENDAS CONECTADAS A UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO	% VERTIDO A LAS SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA
Santa Apolonia	Menor de 50	100
Tecón Guatemala	Menor de 50	100
Patricia	Menor de 50	100
Santa Cruz Balanyá	25	100
Paragoza	Menor de 50	100
Comitapa	60	80

2.1.4 Otros usos del agua

Un caso particular de uso del agua con fines hidroeléctricos ocurre en la subcuenca del río Xayá, específicamente en la finca Electra. En este sitio (mapa 12), el caudal del río Xayá es captado en un 70% (caudal de estiaje 140 lt/seg) y almacenado en un tanque o embalse de aproximadamente unos 400-500 m³. En la misma forma sucede aguas abajo en la finca Helvetia mediante una



COMUNIDAD ó SITIO DE USO	No.	COMUNIDAD ó SITIO DE USO
Santa Apolonia (agua potable)	30	Comalapa (agua potable)
Tecpan	31	Zaragoza
Tecpan Guatemala	32	Tulucché
Panamacó	33	El Llano
Cajal de Santiago	34	Joya Grande
Pueblo Viejo	35	Rincón Chiquito
Xetec	36	Pondichillos
Comalapa - Xetec	37	Puerta Abajo
Panabajol	38	Rincón Grande
Comalapa	39	Xetec (riego)
San José Comalapa	40	Patencia
Panabajol	41	Panabajol
Vista Bella	42	Fca. Vista Bella
Molino La Helvética	43	Pani
Panabajol	44	El Camán
Xetec	45	El Strat
Fca. Colina	46	Rincón Grande
Fca. La Gralera	47	Sta. Apolonia (alcantarillados)
Comalapa	48	Tecpan Guatemala
Xetec	49	Patencia
Panabajol	50	Sta. Cruz Balantá
Pani	51	Zaragoza
Mantahelo	52	Comalapa
Patencia	53	Rio Tzucan (empedradas)
El Camán	54	Fca. Veneta (hidroeléctricidad)
El Strat	55	Molino Helvética (energía humana)
Sta. Cruz Balantá	56	Granja Marulí (empedradas)
	57	Granja Agua Dulce (empedradas)
	58	Rio Xetec (cuenca prioritaria)

REFERENCIA

- Agua Potable
- Otro Uso
- Urogo
- Agro Industrial
- Aprovechamiento
- Bosques

CATIE
 PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS
CUENCA XAYA PIXCAYA
 CUENCA PRIORITARIA PILOTO
USO DEL AGUA EN LAS CUENCAS

represa el agua es embalsada y utilizada para producir energía necesaria para impulsar molinos de cereales (trigo). Estos conflictos del uso de agua en la subcuenca Xayá son críticos en los períodos diarios de captación del agua, ya que reducen considerablemente los niveles de derivación del agua hacia el acueducto Xayá-Pixcayá.

Los usos del agua para la producción agrícola, además del riego se limita a la aplicación de insumos y en el campo pecuario se manifiesta en fincas o granjas lecheras, avícolas y en menor escala estanques para la producción de peces.

El uso del agua subterránea en las actividades agrícolas, es común en el área de cultivo o parcela del agricultor, mediante la perforación tradicional de pozos. En algunos casos posee triple uso: agrícola, pecuario y doméstico.

Entre otros usos generalizados en el área rural, al no existir una red de agua potable, el uso doméstico como lavado de ropa, se realiza directamente en la fuente superficial (río o quebrada).

En las subcuencas Xayá-Pixcayá no existen áreas específicas de uso del agua con fines recreativos ni pesca tradicional, ya que debido a los niveles de contaminación de los ríos principales, estas acciones han disminuido considerablemente. Estos diversos usos del agua, en resumen se presentan en el cuadro 22 y para su ubicación consultar mapa 12.

CUADRO 22

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Otros usos del agua identificados.

SITIO DE USO	MUNICIPIO	CARACTERISTICAS DEL USO
Río Tzancán	Tecpán Guatemala	Uso del agua para producción de peces.
Esa. Venecia	Tecpán Guatemala	Hidroelectricidad, uso agroindustrial
Esa. Helvetia	Tecpán Guatemala	Generación energía, uso agroindustrial
Granja Marilú	Zaragoza	Uso del agua para producción avícola
Granja Agua Dulce	Zaragoza	Uso agropecuario
Río Xetonox	Comalapa	Energía hidráulica para molinos de trigo

El análisis del uso del agua consideró a los existentes dentro de las subcuencas Xayá-Pixcayá, asimismo el uso que se le da al ser conducida el agua a la Ciudad Capital. Otro aspecto que se consideró fue la demanda del recurso hídrico aguas abajo de la derivación total de los caudales de estiaje (Presa El Tesoro, cota 1,780 msnm). En la época lluviosa (Mayo-Octubre) este aspecto no tiene importancia, ahora en época seca (Noviembre-Abril), en un pequeño tramo (1-2 km) ocurre el fenómeno de afluencia del flujo hacia el río Pixcayá, el cual permite abastecer a la población asentada aguas abajo, esto implica que la demanda de agua al menos para consumo humano no es problema significativo como en el caso del uso de agua para riego.

6.3 Tendencias en el Uso del Agua

El acueducto Xayá-Pixcayá según su diseño, posee una capacidad máxima de conducción de 3 m³/seg. Esto indica una subutilización de la infraestructura establecida, por lo que se ha previsto una segunda etapa de utilización del agua, el cual permitirá incrementar el caudal a 1.6 m³/seg.

Adicionalmente, la tendencia de la demanda de agua para la ciudad capital aumenta, debido a fenómenos de crecimiento demográfico, urbano y suburbano, y procesos migratorios acelerados, que implican un efecto de escasez de agua potable cada día más conflictiva.

Ante esta crisis, EMPAGUA ha propuesto un proyecto a corto plazo contemplado en el PLAMABAG, denominado "Rehabilitación del Abastecimiento de Agua". Este proyecto va dirigido concretamente a resolver dos problemas: El control y reducción de las pérdidas del sistema y reforzar el suministro de agua a la ciudad capital, mediante el incremento de 0.6 m³/seg. Su objetivo es reducir en parte, el déficit de agua que en la actualidad es de 1.2 m³/seg. Para la obtención del agua, el proyecto comprende la explotación del acuífero del Alto Guacalate, se prevee la perforación de 12 a 15 pozos, cuyos caudales serán aducidos al Acueducto Xayá-Pixcayá.

La necesidad de un Plan Maestro que oriente a EMPAGUA en la ejecución del proyecto de introducción de agua potable se plasmó en el denominado PLAMABAG, cuyo objetivo es el abastecimiento de agua para la ciudad capital, mediante un conjunto de proyectos que permitan cubrir la demanda para el año 2010.

Esta demanda se evaluó de acuerdo a una proyección de población dentro de un marco geográfico metropolitano de 170 Km² y llegándose a una cifra de 3.942 millones de habitantes, con dotación per cápita en promedio se proyectó en 110 litros/día, correspondientes a una demanda total de 433.624 millones de litros (564,000 pajas aproximadamente)* equivalentes a 13.1 m³/seg. necesarios para el año 2010, comparados con los 1.51 m³/seg actuales.

Los recursos considerados en el marco del PLAMABAG incluyeron aguas subterráneas y superficiales como se observa en el cuadro 23.

CUADRO 23

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Proyectos propuestos a corto, mediano y largo plazo para el abastecimiento de agua potable de la Ciudad de Guatemala.

ETAPAS	FUENTE DE AGUA	CAUDAL A EXTRAERSE (M3/Seg.)	PERIODO
	Acuífero del Valle de Guatemala	1.0	1982-1988 (gradual)
II	Xayá-Pixcayá	0.6	
	Guacalate (superficial)	0.4	1985-1992 (gradual)
	Acuífero Guacalate	1.0	
III	Alto Motagua (estio)	1.5	1987-1993
IV	Alto Quilco (estio)	2.0	1991-1997
	Alto Quilco (regularización con presa)	1.0	1995-2002
	Alto Motagua	3.0	
	Totales:	10.5	

Fuente: Guatemala- EMPAGUA 1982

* Una paja de agua es aproximadamente igual a 60 M3 de agua mes o 2 m3 día.

Dentro de las subcuencas Xayá y Pixcayá existen dos tendencias básicas en el uso del agua: para consumo humano e irrigación. Los sistemas de abastecimiento de agua potable están siendo diseñados mediante conducción por gravedad, por ser la más económica para la población. Debido a la escasez y no disponibilidad de fuentes superficiales como nacimientos (ojos de aguas) y arroyos con bajos niveles de contaminación, dentro de las subcuencas en estudio, se obliga a captar y conducir agua potable de cuencas vecinas; Madre Vieja y Atitlan. La otra opción es la utilización del agua subterránea, esto implica diseñar sistemas adecuados a la capacidad económica de la población, así como definir políticas de explotación del recurso.

Ultimamente, la tendencia del uso del agua para irrigación ha crecido, -debido a la marcada variación en el régimen hídrico, a los años hidrológicos secos recién pasados (1987-1988) y al impacto que han causado algunos proyectos ejecutados y puestos en operación dentro de las subcuencas Xayá-Pixcayá (ejemplo: Rincón Grande). En este sentido se prevee una demanda alta en el diseño de sistemas de riego operados por bombeo, ya sea por aspersión o por goteo, principalmente para cultivos no tradicionales de exportación.

7. CONTAMINACION AMBIENTAL

7.1 Características de la Contaminación Ambiental

En el diagnóstico de la Contaminación Ambiental de las subcuencas Xayá-Pixcayá se pretende dar a conocer la situación actual de las subcuencas en lo referente al impacto ambiental por descargas contaminantes sobre cuerpos de agua y sobre el suelo, incluidas las aguas de desecho, residuos sólidos y excrementos, principalmente. Así mismo conocer someramente sobre la contaminación por agroquímicos y descargas industriales que pueden estar afectando el área. Otros aspectos deteriorantes del medio ambiente como la deforestación, la erosión, los derrumbes, etc., fueron tratados anteriormente. Corresponde pues, en esta parte del trabajo atender prioritariamente los aspectos relacionados con el abastecimiento de agua y el saneamiento básico.

En cuanto a alcances y limitaciones del trabajo, valga indicar que la información disponible no es adecuada como para medir y cuantificar con toda propiedad el impacto ambiental sobre el medio bajo consideración. Algunos datos como calidad del agua cruda en la entrada a la planta "Lo de Coy", a donde se conducen y se tratan las aguas de ambos ríos, Xayá y Pixcayá, para consumo de los habitantes de la Ciudad de Guatemala, permiten un análisis y discusión de resultados más o menos fundamentados, aunque no completos. Sobre cantidades de contaminación por residuos sólidos, aguas negras y excrementos, es factible aproximar cifras y extraer algunos criterios sobre el estado de cosas y los riesgos de contaminación y afección sobre la población de la zona. Respecto de contaminación industrial y por agroquímicos, en cambio, la información resulta poco menos que ausente (no se conocen cantidades reales y tipos de biocidas y fertilizantes químicos usados, áreas reales definidas por cultivo, producción de industrias localizadas en el lugar, etc.). De esta cuenta, sólo se señalarán características del impacto ambiental esperado por fuentes. Desde este punto, se señalará la necesidad de llevar a cabo acciones de monitoreo constante en diversos sitios, respecto de la calidad de agua y suelo, sujetos a descargas impactantes, así como de las verdaderas cantidades de desechos producidos y sustancias contaminantes usadas en las diversas actividades de la población, sean éstas de carácter doméstico urbano, agrícola o industrial.

Respecto de la recabación y análisis de información, se logró obtener una serie de datos más o menos amplia en lo referente a calidad del agua en la entrada de la planta de tratamiento "Lo de Coy", después de la conducción de caudales de ambos ríos por el acueducto de 60 Kms. de largo. Con los parámetros de calidad del agua registrados, por un periodo de 9 años (1979-1987), se logró graficar y analizar la dinámica de ciertas substancias contenidas en el agua, las cuales definen tipos y grados de contaminación, incluyendo variaciones sensibles estacionalmente y poco sensibles a lo largo del periodo estudiado.

Con menos grados de profusión en la información, auxiliándose con métodos de aproximación empírica, como del método de Evaluación Rápida de Fuentes Contaminantes (OMS, 1984) se trataron los apartados de contaminación por residuos sólidos, aguas de desecho y excrementos. Sin embargo, los resultados así obtenidos representan aproximaciones aceptables sobre grados de contaminación puntual por este tipo de descargas. Su ubicación aproximada, permite apreciar los sitios más impactados, ambientalmente hablando.

Para efectos de información se acudió a fuentes como el Instituto de Fomento de Obras Municipales -INFOM- y la Empresa Municipal de Agua -EMPAGUA- (Unidad de Laboratorio, CII-USAC y Laboratorio de la Planta de Lo de Coy). El análisis de la información se hizo en función de las normas COGUANOR NGO Z9001. Por otro lado, se contó con información de otros consultores integrantes del equipo multidisciplinario encargado del estudio.

Varias visitas al lugar, algunas en compañía del grupo de consultores y otras individualmente, permitieron corroborar, completar o afinar la información básica. Entrevistas con miembros de las corporaciones municipales de los 6 municipios involucrados permitieron, aún más, completar la información de base. Con debida ponderación, los datos así recabados, constituyen el punto de partida para los análisis, cálculos y resultados.

Se localizó en el mapa 12 los sitios de descargas de aguas servidas, tratamientos de aguas servidas, basureros, polleros y aserraderos.

Limitándose a señalar los elementos de contaminación y el estado de los servicios de saneamiento básico en las subcuencas y sus poblados, la situación se puede definir como sigue:

8.1.1 Servicios de abastecimiento de agua

Para las Subcuencas Xayá-Pixcayá:

Pese a que no se cuenta con registros constantes de calidad del agua para consumo humano, la que abastece a las 6 cabeceras municipales, puede asegurarse que el agua alcanza a los usuarios

con cierto grado de contaminación fecal-biológica (según datos del INFOM a partir de análisis esporádicos). Pese a que en algunos municipios si hay dispositivos instalados para la cloración del agua (generalmente de fuentes subterráneas, manantiales y pozos) en ninguno se estaban utilizando, al menos en el momento de las visitas. Las conexiones domiciliarias oscilan entre 45% (en Comalapa) y 90% (en Santa Cruz Balanyá) dejando un sector considerable de población con opción a llenacántaros o pilas públicas, esto aún dentro de las cabeceras municipales. Todo lo dicho anteriormente indica deficiencias, en calidad y cantidad, en los servicios de agua para consumo humano (cuadro 24).

- Para la Ciudad de Guatemala:

En relación a la calidad del agua, las muestras fueron captadas en el pozo de entrada a la planta Lo de Coy y por consiguiente se refieren al agua natural proveniente de los ríos Xayá y Pixcayá, después de su recorrido de 7 horas por el acueducto de 60 Kms. de longitud.

Las consideraciones técnicas de cada uno de los parámetros a analizar se encuentran en el Anexo .

1. Color:

Se puede observar que en las épocas de secas se obtienen valores entre el límite máximo aceptable y el permisible (5-50 u) y en la época lluviosa valores mucho más altos que el permisible, llegándose a valores extremos causados por la ecorrentia superficial en las subcuencas lo que implica el arrastre de sustancias disueltas. Normalmente el color hace inadecuada el agua para el consumo humano y por ello su tratamiento; no se obtuvo correlación de los datos que indican aumento o disminución a través de los años, sólo la variación apreciable entre la estación seca y lluviosa.

2. Turbiedad

Se observa principalmente la variación de calidad entre la época lluviosa y la seca, los valores extremos son función de la ecorrentia superficial al momento de la precipitación que arrastra partículas en suspensión desde las subcuencas, obviamente transportados por los ríos. En la época seca se obtienen valores entre el límite máximo aceptable y el permisible (5-25 UTN) pero en la época lluviosa son mucho mayores que el permisible; en este sentido se señala que no se puede observar variación a través de los años, sólo la variación estacional.

3. Potencial Hidrógeno (pH):

Este parámetro siempre se encuentra entre el límite máximo admisible y el permisible (7.0 a 8.5 y 8.0 a 9.2) razón por la cual es adecuado para el consumo humano. Generalmente su valor es

SUBSIDIOS PARA PIEDRAS: SITUACION DE LOS SERVICIOS PUBLICOS EN LAS DIFERENTES PUBLIACIONES.

FUENTE	CALIDAD DEL SERVICIO		REPARACIONES		MEDICION		ANALISIS DEL AGUA					
	SUPERFICIAL	SUBTERRANEO	TRATAMIENTO	CONF. TORNILLOS	REPARACIONES	REVISIONES	REVISIONES	REVISIONES				
Grav Bomb	Grav Bomb	Grav Bomb	Grav Bomb	Grav Bomb	Grav Bomb	Grav Bomb	Grav Bomb	Grav Bomb				
Zaragoza	M	M	M	15	6	1041	15	1	10	7-30	M	M
Conalapa	M	M	M		9-10	300	24	14			M	M
Tecpan	M	M	M		6-9	11-6	17				M	M
Sta. Apolonia	M	M	M		24	241	4			NO	M	M
Sta. Cruz Balanque	M	M	M		4	2-5	1	1		SA	M	M
Pedernales	M	M	M		374	447	13	13		SA	M	M

La Produccion total en Litros (Litros/Ata-Orta)

en Horas de Servicio

Fuente: INMOT

menor al límite máximo. No se observa ningún cambio apreciable a través de los años.

4. Temperatura:

Normalmente este parámetro no afecta la aceptación del agua por el consumidor aunque los cambios significativos que se presentan son en épocas de baja temperatura, cuando la temperatura del agua también baja considerablemente; regularmente este parámetro se encuentra en el rango del límite máximo admisible (18 a 30 grados centígrados).

5. Dureza (CaCO₃):

El tipo de agua bajo estudio puede considerarse como moderadamente dura, su valor se mantiene menor que el límite máximo aceptable (100 mg/L) razón por la cual este parámetro es adecuado para agua de consumo humano.

6. Nitrógeno Amoniacal y Albuminoso:

Siendo este parámetro el producto inicial de la descomposición aerobia del nitrógeno que indica presencia de contaminación por desechos líquidos domésticos.

7. Nitritos:

El nitrito, que es el producto intermedio en la descomposición aerobia del nitrógeno, no es muy estable, pero es indicador de la presencia de contaminación orgánica de desechos líquidos domésticos; asimismo, puede indicar arrastre de fertilizantes nitrogenados usados en las subcuencas para los cultivos. El límite máximo permisible no se excede, pero de cualquier forma su presencia indica contaminación que se hace necesario remover.

8. Cloruros, Fluoruros y Sulfatos:

Los parámetros anteriores no exceden los límites máximos aceptables, razón por la cual no tienen incidencia alguna en la calidad del agua desde el punto de vista de consumo humano.

10. Hierro Total:

Este parámetro si excede el límite máximo admisible y muchas veces el límite máximo permisible (0.1-1 mg/L) por consiguiente, es indicador de cierto grado de contaminación del agua para consumo humano; su presencia puede deberse en este caso, a que en el curso de los ríos o del acueducto se den condiciones de descomposición anaerobia de la materia orgánica o bien presencia de hierro soluble en las riberas, de cualquier forma su presencia indica contaminación.

11. Sólidos Totales:

Este parámetro también se ve alcanzado por el efecto estacional es decir, en la época lluviosa ocasionalmente se excede el límite máximo admisible (500 mg/l) y se refiere a la presencia de sólidos suspendidos, que deben su existencia al tipo de suelo de las subcuencas y su erosión.

12. Sólidos Volátiles y Fijos

En la mayoría de los casos se da mayor presencia de sólidos volátiles que de sólidos fijos, es decir, que hay mayor cantidad de sólidos debido a la materia orgánica presente que a sustancias inorgánicas (minerales), razón por la que se corrobora la presencia de contaminación orgánica (animal, humana y/o vegetal). Al igual que en los sólidos totales estos parámetros son sensibles a los efectos estacionales aunque en la época lluviosa las dos aumentan en igual proporción.

13. Sólidos suspendidos

Este parámetro, como los tres anteriores, es sensible al efecto estacional: en la época lluviosa indica la mayor presencia de partículas sedimentales por gravedad, obviamente debido al arrastre de las partículas superficiales de las subcuencas.

14. Contaminación Biológica (Fecal):

En el agua analizada, siempre se ha encontrado contaminación bacteriológica, razón por la que categóricamente el agua se rechaza por consumo humano; sin embargo, se ha observado que en los últimos dos años (86-87) el Número Más Probable -NMP- mayor de 24,000 ya no ha bajado a lo largo del año como los anteriores, esto puede indicar un aumento de descargas contaminantes provenientes de desechos domésticos en los ríos bajo estudio, probablemente debido al aumento de la población o cobertura de las redes de alcantarillado.

7.1.2 Servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas de desecho

Todos los pobladores en las cabeceras municipales involucradas cuentan con servicios de alcantarillado. Sin embargo, la cobertura no alcanza a toda la población de las subcuencas, quedando cantones o barrios sin atención, así como algunas casas sin conexiones domiciliarias pese a pasar la tubería frente a las mismas. Un caso digno de mención, es el de Comalapa que cuenta con tratamiento de las aguas servidas (Planta tipo "filtro Percolador Torre", diseño del Ing. A. Pazos) cuyo funcionamiento parece satisfactorio. Sin embargo, hay sectores del poblado que no están conectados al sistema de alcantarillado, dejando un cantón completo fuera del servicio, lo que causa problemas de contaminación en un zanjón cercano a un número considerable de casas. El porcentaje de la población, por

municipio, que se encuentra atendida por el servicio de alcantarillado oscila entre 25% para Santa Cruz Balanya y 45% para Comalapa (cuadro 25).

Cierto es que ~~menos de la mitad de la población de las subcuencas tienen acceso a este servicio y solo un 15% de las aguas de desecho tienen tratamiento.~~ Esto indica que el impacto negativo de las poblaciones que cuentan con servicio de alcantarillado pero no de tratamiento de aguas servidas es mayor que aquella de personas que defecan al aire libre y de las que lo hacen en letrinas más o menos bien condicionadas debido a que la conducción hidráulica hace expedita la llegada de material de desecho a los ríos y zanjones. Sin embargo, todas las opciones mencionadas afectan la salud de la población de manera directa o indirecta.

El análisis de la información correspondiente a este apartado, se base en un método simplificado que se usa para evaluación rápida de fuentes contaminantes de suelo, agua y aire para áreas urbanas (OMS, 1984). De por sí, este método consiste en determinar cantidades o grados de contaminación a partir de información exigua, relacionada con el volumen de la producción de industrias o de desechos, producto de la actividad humana doméstica. Para los efectos del presente estudio, hubo de ajustar los parámetros involucrados con criterios que hiciesen más válido y adecuado el método para las condiciones urbano-rurales propias de los sitios bajo atención. Trátase de ajustes tales como dotación de agua para consumo humano, producción de desechos líquidos per-cápita, factores de producción de contaminantes como la demanda química y bioquímica de oxígeno (DQO y DBO5), también se ponderaron y afinaron los datos estadísticos con las informaciones y observaciones de campo (por ejemplo, en lo referente al número de usuarios de los sistemas de agua potable y alcantarillado) deduciendo luego la cantidad de habitantes con algún servicio de letrina y el resto sin servicio alguno. Todo esto sirviendo a los propósitos de definir los porcentajes de personas que producen mayor o menor cantidad de contaminantes y los factores de conversión, según las categorías establecidas para cada tipo de usuarios (cuadro 26).

Los resultados así obtenidos muestran las siguientes características, según las ponderaciones mencionadas:

1. El número de equivalentes-habitante que produce contaminación por aguas de desecho, negras y grises y por excrementos humanos, fué prácticamente el mismo en ambas subcuencas (23,091 para la del ravá y 23,575 para la del Pixcayá). El volumen de desecho, sin embargo, fué relativamente mayor en la segunda 345,000 metros cúbicos por año, contra 266,000 de la primera; otro tanto se observa con los resultados de los demás parámetros: DBO, DQO, sólidos sedimentables, Sólidos Disueltos (SDI), Nitrógeno amoniacal, --donde las cargas siempre fueron mayores en la subcuenca del Pixcayá.

CAPÍTULO II
SUBCENSO PARA FOMENTO: SITUACION DE LOS SERVICIOS PARALELOS EN LOS MUNICIPIOS.

MUNICIPIO	TIPO DE SISTEMA		NUM. DE UNIDADES		DELEGADO	TRAMITA.	INICIO FUNCION	COSTOS (En Quetz.)
	Servicio	Pluvial / Combin.	Pública	Privada				
Zaragoza	M		467	217	M	No	20/09/78	90,000.00
Comalapa	M				M	Si	30/06/83	128,642.92
Tecpan	M	M			M	No	12/12/78	155,000.00
Sta. Apolonia	M	M			M	No	9/08/77	56,500.00
Sta Cruz Balanzá	M		335	20	M	No	30/12/78	76,000.00
Patzún	M		718	244	M	No	23/06/79	300,000.00
TOTAL								605,642.92

SE APLICACION EL 12/11/84 O 10,000.00 que incluye...

MUNICIPIO	PERIODO		TRAMITA.		DELEGADO	ESTADO	COSTOS
	Existe	Estado	Existe	Existe			
Zaragoza	Si	Periguo	Si	Periguo			
Comalapa	Si	Periguo	Si	Periguo			
Tecpan	Si	Nuevo	Si	Periguo			
Sta. Apolonia	No		No				
Sta Cruz Balanzá	No		No				
Patzún	Si	Nuevo	Si	Periguo			

Fuente: INEUM 1988

CUADRO 26

VALORES DE PUNTS NEGROS POR HEMBANTE, POR 100 Y 1000 GRS. DE LETRERA SUAVIZADA EN UN MACHO, DENTRO CUADRO DE OXIGENO, SALFUR, ELEMENTALES, SOLILOS, NITROGENO Y FOSFORO

CLIENTE	No. de Exposuras/ha	Volumen Desecho (L)		DEBES			CALO			S1			N		
		MG HEMB	MG PRO	MG HEMB	MG PRO	MG HEMB	MG PRO	MG HEMB	MG PRO	MG HEMB	MG PRO	MG HEMB	MG PRO	MG HEMB	MG PRO
AMM	10 2191	17.5	17.5	19.7	11	10	11	14	11	11	11	11	11	11	11
	10 11573	10	10	10.1	10.4	10	10	10	17	17	17	17	17	17	17
	10 5011	13	13	6.9	7.9	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Total	3791	266	266	36.7	28.5	44	44	44	48	48	48	48	48	48	48
PIXOFAM	10 11851	2.4	2.75	19.7	2.5	44	44	44	10	10	10	10	10	10	10
	10 7762	7.8	60	10.1	78	29	29	29	17	17	17	17	17	17	17
	10 4362	2.4	10	6.9	30	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Total	2975	346	346	36.7	334	752	752	752	411	411	411	411	411	411	411
G.TOT.	6666	511	511	619	619	1394	1394	1394	879	879	879	879	879	879	879

(1) Se estimó una rotación promedio de 80 Lbs /hembra y 60 Lbs /hembra para esta de desechos en base a investigación de campo

(2) Factores obtenidos de "MO OFFSET PUBLICATION No 10"

(3) Factores calculados con criterios del Comalbur a partir de los arbores

(4) No. hembantes conectados al alcantarillado

(5) No. hembantes sin servicio

(6) No. hembantes con letrias

2. La sumatoria de estos contaminantes se considera elevada siendo más crítica en las cabeceras municipales.

3. En forma cualitativa, por carecer de datos pertinentes, puede señalar que las descargas puntuales afectan directamente el entorno circulante en un radio que dependerá de la inmediación de los poblados y caseríos, del contacto de los usuarios con el cuerpo de agua receptor, de los usos benéficos del mismo y de su poder de autodepuración. La conducción y el grado de dilución de la descarga en la corriente dará, río abajo, grados de depuración por vías naturales, que variarán de un caso a otro. Si se trata de un río caudaloso y accidentado y de una distancia considerable, entre el punto de descarga y el de aprovechamiento del curso, los grados de depuración natural serán mayores, tal es el caso de la captación y conducción del acueducto Xayá-Pixcayá que tiene 60 km. de longitud aproximada.

7.1.3 Manejo de Residuos Sólidos

Carencia de tren de aseo y servicio de recolección de residuos sólidos, así como disposición final inadecuada, fué el denominador común en la totalidad de las cabeceras municipales de ambas subcuencas (cuadro 27). Aunque los problemas resultantes de estas deficiencias se hace más evidentes en unos poblados que en otros, los basureros o botaderos a cielo abierto se perciben en varios sitios, principalmente en zanjones y barrancos aledaños. Pese a lo evidente de dicha situación, el problema de contaminación por desechos sólidos no se considera muy grave por cuanto las costumbres propias de las áreas rurales o urbano-rurales, como las prevalecientes en estos pobladores, no conllevan altas producciones de residuos y su calidad tampoco es considerada de mayores riesgos, tanto para la salud humana como para el equilibrio ecológico. Los efectos nocivos potenciales, que de todas maneras están presentes en el caso que nos ocupa, se ven atenuados por ciertas características del medio: compostaje parcial de la basura orgánica para fines de acondicionamiento del suelo (por lo regular cada persona tiene acceso a terreno cultivable en las afueras de los poblados), parte de los desechos orgánicos se les dá a los animales domésticos como cerdos y gallinas y la proporción inorgánica (plásticos, vidrios, metales, etc.) es relativamente baja. La producción de residuos sólidos en esas áreas se estima como la mitad de aquella de barrios urbano-marginados de las grandes ciudades, o sea, aproximadamente 250 gramos/hab-día. Ocasionalmente se observan vertederos no controlados en carretera principal, caso de un basurero a inmediaciones del restaurant Hatok en el municipio de Tecpán.

7.1.4 Contaminación Industrial

Se logró determinar en las visitas de campo un mayor número de unidades industriales que las reportadas oficialmente por el Instituto Nacional de Estadística -INE- tal el caso de 2 grandes mollinas en Zaragoza y 6 o más aserraderos, entre pequeños y medianos, en las dos subcuencas. La contaminación por descarga

CUADRO 27
SUBCUENAS PARA PINOMAX: MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SÓLIDOS Y EXCREMENTOS

CUENCA	MUNICIPIOS	SERVICIO		RESIDUOS SÓLIDOS		EXCREMENTOS	
		Manejo	Disposición	Disposición	Disposición Final	Manejo	Disposición Final
		Se presta	Se presta	Cantidad (t. m. m. a.)	Cantidad (t. m. m. a.)	Se presta	Disposición Final
MAYA	Santa Nopolonia (28-42 h.)	No Hay	Butadero Compost	241	20	40	40
	Tecpan (20-49 h.)	No Hay	4 Butaderos	1854	25	30	45
	Total			2107			
PINOMAX	Coahuila (152-65 h. 3/4 h.)	No Hay	2 Butaderos Inclinatorio Parcial	1391	2.5	45	47.5
	Santa Cruz Balanza (40-61 h.)	No Hay	1 butadero	398	25	25	50
	Zacajones (7-10 h.)	No Hay	Inclinatorio Parcial	710	30	40	45
	Patricia (15-50/2 h.)	No Hay	1 butadero	670	10	10	10
		Total			2879		

(1) Según Información de Municipalidades

(2) Estimaciones del Consultor

(3) Para Estimación Cantidad Pasa se usó el coeficiente de 0.15 para el manejo y 0.15 para la disposición final.

efluentes industriales no parecen ser considerable. La apreciación tiene carácter cualitativo, dada la dificultad de obtener datos ciertos respecto de la producción en cada agroindustria. Por lo demás, las industrias detectadas: 2 molinos de trigo, 6 aserraderos, 3 hiladurías de algodón, 1 de lana y 3 polleras, no son consideradas como de alto riesgo, debido a que son relativamente pequeñas, por lo que ni en lo cualitativo ni cuantitativo, el caso es preocupante. Un monitoreo y control sobre cada industria debería asegurar posibles alteraciones en las áreas justamente aledañas. Aún en el caso de las polleras de Zaragoza, se logró establecer que la gallinaza es conducida fuera de la subcuenca con fines de fertilización de suelos, dada la demanda existente para ese tipo de abono, siendo la producción de moscas y los malos olores los problemas previsibles, en todo caso. Si se incluyera, en el concepto de contaminación industrial, el caso de rastros y panaderías, podría señalarse que los primeros contribuyen con cierta incidencia en la contaminación por materia orgánica (DBO5, DQC, sólidos, etc.) en sitios específicos. La cantidad de reses sacrificadas es relativamente baja (poco más de 1,000 reses por año en toda el área) y por ende la descarga de contaminantes es baja aproximadamente 34 toneladas métricas/año de vísceras, sangre, pezuñas, etc., contra 619 toneladas métricas/año de DBO, (por ejemplo producida por actividades domésticas de la población). Las panaderías contribuyen con la contaminación atmosférica por humo, pero también en muy pequeña escala comparado con otras fuentes: rozas, cocina domiciliar, automotores, polvaredas, etc.

7.1.5 Contaminación por agroquímicos

En este renglón se hizo un intento por estimar cantidad y calidad de los agroquímicos (fertilizantes y biocidas) empleados: sin embargo información precisa fué difícil de obtener.

La dificultad consiste en establecer el comportamiento impredecible de los usuarios (dosis empleados, descuidos en el manejo, lavado de envases en cuerpos de agua de usos múltiples; que causaron la muerte de reses en la finca Sr. Benemberge, por ejemplo) y el desconocimiento del comportamiento de los agroquímicos una vez en contacto con el medio ambiente de las subcuencas Xayá-Pixcayá: suelo, agua, luz solar, aire características de cada microclima. Esto, entre otras cosas dificulta la apreciación mas o menos acertada de los efectos contaminantes de dichos agentes. Se trata del establecimiento de la cantidad y calidad de los ingredientes activos que alcanzan los cuerpos de agua, superficiales y subterráneas provenientes del uso de agroquímicos; de como correlacionar aguaceros, escorrentía y arrastre de agroquímicos de los diversos tipos empleados y sus efectos en el agua para consumo. Habría que crear los mecanismos, en fases futuras del estudio, para lograr resultados concluyentes en este caso y medidas de protección y desarrollo de tecnologías alternativas para la fertilización de suelos y control de plagas, si fuera necesario.

7.1.6 Fuentes menores de contaminación

De una manera inesperada, fueron detectadas fuentes menores de contaminación en el área bajo estudio. se hace referencia a la contaminación audial, aún en sitios puramente rurales, en caseríos y aldeas, en los límites de los municipios de Tecpán y Santa Cruz Balanyá (a inmediaciones de la quebrada de Panajabal). En efecto y aunque no se trate de mayores intensidades de ruido, en un momento dado se registraron simultáneamente sonidos fuertes de dos altoparlantes (de iglesias protestantes) y de un motor de molino de Nixtamal.

Otro efecto detectado en el mismo lugar se relaciona con la contaminación atmosférica por partículas de polvo: fuera de posibles efectos de erosión eólica, se observaron polvaredas molestas para ojos y vías respiratorias, cosa que fué corroborada por los pobladores más adelante, principalmente en épocas de mayor incidencia de vientos.

Las alteraciones en el paisaje por una serie de cárcavas y de derrumbes, al parecer causadas por el suelo dalesnable (ceniza volcánica conjugada con fallas tectónicas) sumado a las acciones del hombre como remoción de cobertura vegetal y en algunos sitios la construcción de carreteras, dan lugar a cuadros o paisajes de fuerte contaminación visual. Asimismo, la serie de rótulos de gran tamaño, paradójicamente anunciando todo tipo de agroquímicos de alto riesgo sobre el medio ambiente y la salud humana, contribuyen a este tipo de contaminación, a lo largo de la carretera.

Si bien es cierto que en nuestro medio estos elementos de contaminación (audial y visual) pueden ser considerados de menor importancia relativa, frente a los otros de mayor relevancia (por aguas de desecho, basuras, agroquímicos, etc.), justo es mencionarlos en esta fase de diagnóstico y eventualmente darles un tratamiento adecuado para minimizarlos o eliminarlos, dado que algunas veces no resulta ser tan costosa ni engorrosa su enmienda.

8. SOCIO-ECONOMIA

8.1 Elementos Demográficos

Para el análisis de la población del área de estudio, se utilizó como información básica las cifras censales de 1973 y 1981. Para la estimación de la población total, fue posible contar con datos a nivel de los diferentes poblados que están ubicados en las subcuencas Xayá y Pucayá. Sin embargo, en algunos análisis no fue posible hacerlo a ese detalle y se utilizan cifras o indicadores a nivel de municipio y a veces, a nivel del departamento de Chimaltenango.

8.1.1 Población actual

Se estima que al año 1988, la población de las subcuencas Xayá y Pixcayá es de 63,991 habitantes, estando ubicada el 41% en el área urbana (cabeceras municipales) y siendo el 85% población indígena.

En el cuadro 28 se presenta la población total por municipio y poblado, dentro del área de estudio para los años censales 1973 y 1981, y las proyecciones en base a estas cifras para 1988. En el mapa 13 se muestra la ubicación de los diferentes poblados dentro de las subcuencas Xayá y Pixcayá.

8.1.2 Distribución

La población de acuerdo a su ubicación geográfica se puede dividir en población urbana y población rural. La primera se define a la que vive en lugares tales como ciudad, villa o pueblo (para efectos de este análisis corresponde a las cabeceras municipales), y la rural se identifica a la que está en aldeas, caseríos, fincas, granja u otro lugar de esas características.

A nivel del área de estudio el 59% de la población está ubicada en el área rural; pero a nivel de municipio existen algunas diferencias importantes tales como en Santa Apolonia y Tecpán donde el 78% y 80% respectivamente, corresponden a población rural, mientras que en Patzicía y Santa Cruz Balanyá donde el 38% y 32% de la población es rural (cuadro 28).

Por otra parte, la población indígena corresponde al 85% de la total; con la excepción del municipio de Zaragoza que la población indígena es únicamente del 25%, los demás municipios dentro de las subcuencas Xayá-Pixcayá tienen una proporción indígena superior al promedio (cuadro 29).

En los cuadros 29 y 30, se muestran los principales indicadores de la población por municipio, que permite caracterizar a la población del área de estudio en los años censales 1973 y 1981.

8.1.3 Tendencia poblacional

Para calcular la tendencia poblacional del área de estudio se utilizaron dos procedimientos: a) Tasa de crecimiento intercensal (1973)-1981) a nivel de municipios (poblados dentro de las subcuencas y por municipio total); b) Tasa de crecimiento natural (diferencia entre la tasa de natalidad y mortalidad en un período determinado).

En el primer procedimiento, se estima que la población del área de estudio presenta un crecimiento del orden de 2.36% anual (poblados dentro de las subcuencas) y 2.45% anual (a nivel del municipio total). Sin embargo, hay que considerar una situación irregular en el período intercensal analizado que incide en este

CUADRO 28

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: POBLACION TOTAL POR MUNICIPIO Y POBLADOS DENTRO DEL
AREA DE ESTUDIO. AÑOS 1973 Y 1981,
PROYECCIONES 1988.

MUNICIPIO/LUGAR POBLADO	CATEGORIA	Población		
		1973	1981	1988
A. Municipio de Santa Apolonia				
		791	1505	2642
01 Santa Apolonia	Pueblo	524	1037	1820
026 Sanjay	Caserio	63	38	67
028 San Lucas Choatacaj	Caserio	18	51	90
029 Secoil o Xecoil	Aldea	186	358	628
042 Xesajbin	Paraje	-	21	37
B. Municipio de Tecpán				
Guatemala		13705	16970	20449
01 Tecpán Guatemala	Ciudad	5841	5977	7202
04 Cruz de Santiago	Aldea	461	553	666
011 Chirijuyú	Aldea	1029	1292	1557
022 Chiquimjuyú	Caserio	189	252	304
029 La Giralda	Finca	181	230	277
038 Los Laureles	Finca	10	55	66
039 Asunción Manzanales	Caserio	306	303	365
041 Pueblo Viejo	Aldea	630	822	991
042 Panajabal	Aldea	950	1174	1415
044 Pacorral	Aldea	661	770	928
045 Paxorrotot	Aldea	519	679	818
046 Panimacoc	Caserio	667	807	973
058 San José	Caserio	542	776	935
060 San Antonio	Caserio	23	319	384
064 Vista Bella	Caserio	217	392	472
066 Xayá	Caserio	333	268	323
070 Xetzac	Aldea	457	733	883
071 Xenimajuyú	Aldea	620	894	1077
084 Pamanzana	Paraje	69	12	15
104 Venecia	Finca	-	117	141
108 San Lorenzo	Caserio	-	159	192
116 Chuachali	Caserio	-	235	283
127 San Vicente	Finca	-	7	8
129 Molino Helvetia	Finca	-	38	46
130 El Encanto	Finca	-	4	5
131 Xesajbin	Finca	-	5	6
132 El Retiro	Finca	-	13	16
101 Patunavché	Caserio	-	84	101

MUNICIPIO/LUGAR POBLADO	CATEGORIA	Población		
		1973	1981	1988
C. Municipio de Comalapa		12814	14447	16046
01 Comalapa	Pueblo	10989	11362	12620
07 Chixot	Caserio	11	16	18
08 Chiriujú	Caserio	114	153	170
014 Panabajal	Aldea	1178	1545	1716
021 Papumay	Caserio	78	93	103
022 Payá	Caserio	107	110	122
032 Xenimaquin	Aldea	200	267	296
035 Xetonox	Caserio	137	198	220
049 Chimatzán	Paraje	-	14	16
046 Manzanillo	Caserio	-	236	262
048 Chuniyá	Caserio	-	64	71
038 Chipoc	Colonia	-	389	432
D. Municipio de Patzicía		8687	10643	12713
01 Patzicía	Villa	7101	7628	9112
04 Chuixilón	Caserio	104	216	258
010 El Sitán	Aldea	157	376	449
011 El Camán	Aldea	247	371	443
018 Cruz Quemada	Caserio	137	110	131
021 Los Cerritos	Caserio	74	158	189
023 La Esperanza	Finca	79	16	19
025 La Muchacha	Finca	20	60	72
032 Patzicap	Caserio	51	48	57
033 Paxilón	Finca	133	119	142
038 Pachabac	Paraje	10	32	38
046 Pacaño	Finca	14	4	5
054 Piquibalvá	Caserio	53	133	159
055 Patunayché	Caserio	103	135	161
058 Tzanjaj	Paraje	6	37	44
059 Xejejú	Caserio	276	233	278
070 Chicoles	Caserio	-	147	176
080 Cerritos Asunción	Caserio	-	545	651
081 Panibachac	Caserio	-	103	123
082 Chichabac	Caserio	-	50	60
085 La Reforma o Tzanquin	Caserio	-	9	11
040 Pumay	Caserio	85	-	-
039 Pachitup	Caserio	37	69	82
084 Chuluc	Caserio	-	44	53

MUNICIPIO/LUGAR POBLADO	CATEGORIA	Población		
		1973	1981	1988
E. Municipio de Santa Cruz				
Balanyá		2903	3607	4361
01 Santa Cruz Balanyá	Pueblo	1971	2443	2954
02 Chimasat	Aldea	865	690	834
04 Pajocojic	Caserio	35	50	60
05 Chuaxilón	Caserio	17	152	184
08 Chuaniwaché	Paraje	-	4	5
09 Chichavac	Caserio	-	192	232
010 Chiyax	Caserio	-	68	82
011 Paxilón	Paraje	-	8	10
07 La Unión	Caserio	15	-	-
F. Municipio de Zaragoza				
		5909	6843	7780
01 Zaragoza	Villa	3752	4440	5048
02 Aqua Dulce	Caserio	170	227	258
03 Rincón Grande	Caserio	280	358	407
05 El Perico	Caserio	25	49	56
09 El Esfuerzo	Granja	5	1	2
010 Jova Grande	Caserio	470	577	656
018 Puerta Abajo	Aldea	332	198	225
019 Potrerillos	Caserio	178	156	177
020 Rincón Chiquito	Caserio	231	265	301
021 Los Jutes	Finca	1	5	6
023 Tululché	Caserio	242	287	326
025 El Duntic	Caserio	68	73	83
026 El Granjero	Granja	-	3	3
027 El Llano	Caserio	-	143	163
028 Laguna Seca	Caserio	-	54	61
029 La Quinta Persiché	Labor	-	5	6
030 San Diego	Granja	-	2	2
024 Yerbabuena	Caserio	155	-	-
	TOTAL	44809	54015	63991

FUENTE: Cálculos con base al Cuadro No. C.T.I.O.01 del Departamento de Chimaltenango.
Listados de Procesamiento Electrónico de Datos.
Censos de Población 1973 y 1981.
Dirección General de Estadística.

CUADRO 24

EVOLUCIÓN DE LA ALFABICACIÓN INDICADA POR EL POCIM POR MUNICIPIO TOTAL - AÑOS 1970 Y 1991

	Índice Pob. Indígena %		Índice Pob. Urbana %		Índice de Alfabetismo en %		PEA %	
	1970	1991	1970	1991	1970	1991	1970	1991

CUENCA PARA-PIJAYÁ	90	95	45	41	40	55	43	41
Santa Antonia	91	90	13	15	29	45	45	40
Tecón Guatemala	88	90	24	20	38	52	42	41
Coraoba	96	96	51	55	43	55	44	54
Patzún	84	86	57	62	37	55	39	40
Santa Cruz Balamá	96	95	58	58	53	65	44	43
Jaragoza	24	25	51	53	43	50	46	42

4/33

FUENTE: Cálculos con base a las cifras censales de 1970 y 1991

CUADRO 36

INDICADORES DEMOGRÁFICOS Y ECONÓMICOS DE LAS COMUNIDADES MUNICIPALES DEL TOTAL DE LA SIERRA DE 1970-1981.

	Población Total		Total de 10 años o más		Total de 7 años o más		Índice Masculinidad (%)	
	1970	1981	1970	1981	1970	1981	1970	1981
SIERRA DE AYLA-PIPCAYA	67361	80126	48178	60799	51126	60508	50	50
Santa Apolonia	4192	6702	2788	3784	3198	4204	49	50
Tecpan Guatemala	24161	28884	18908	26000	18039	22146	49	50
Coraoba	18166	20422	12898	16971	16990	18880	49	49
Patzún	10885	12336	7138	8380	8088	9397	50	50
Santa Cruz Ballanyá	2908	3807	2010	2440	2272	2782	50	50
Zaragoza	7317	8442	4919	6852	6578	6369	53	52

FUENTE: Calculada con base a las cifras censales de 1970 y 1981.

CUADRO 31

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: POBLACION POP MUNICIPIO. POBLADOS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO.

	Datos Censales		Proyecciones 1988			Densidad Poblac. (Hab./km.2)				
	1973	1981	Intercensal Global (2.36 %)	Intercensal por Municipio (2.45%)	Tasa Natural Crecimiento (5.5 %)	1973	1981	Proy. A	Proy. B	Proy. C
	44809	54015	63596	63991	78584	209	252	297	299	367
Cochoa	791	1505	1772	2642	2139	113	215	253	377	313
Guatemala	13705	16970	19960	20449	24586	214	265	321	320	386
a	12914	14447	17009	16046	21016	313	352	415	391	513
a	8667	10643	12531	12713	15492	395	484	569	579	704
Cruz Batucaya	2903	3607	4247	4361	5247	73	90	106	109	131
a	5909	6843	9057	7780	9954	149	171	201	194	249

FUENTE: Cálculos con base a las cifras censales de 1973 y 1981.

CUADRO 32

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: POBLACION POR MUNICIPIO TOTAL.

	Datos Censales		Proyecciones 1988			Densidad Poblac. (Hab./km.2)				
	1973	1981	Intercensal Global (2.2%)	Intercensal por Munic (2.23%)	Tasa Natur Crecimiento (5.5%)	1973	1981	Proy. A	Proy. B	Proy. C
TOTALES	67331	80123	93307	93484	116553	133	158	184	184	230
Mun. Apolonia	4182	5702	6640	7478	8295	44	59	59	79	85
Mun. Guatemala	24181	29554	34429	35238	43008	120	147	171	175	214
Mun. La Paz	13163	20422	23782	22534	29707	239	269	313	298	391
Mun. San Juan	10585	12585	14424	14208	18018	241	282	328	323	409
Mun. Cruz Balanya	2303	3607	4201	4351	5247	73	90	105	109	131
Mun. San Juan	7317	8442	9831	9565	12280	146	169	197	191	246

NOTA: Cálculos con base a las cifras censales de 1973 y 1981

crecimiento: el terremoto de 1976 que afectó seriamente esta zona, causando 2,286 muertes, mientras que el promedio anual es de 50. Otro factor importante que afecta la tendencia poblacional es la migración.

La tasa de natalidad calculada para 1986 es del orden de 65.28 por mil y la tasa de mortalidad de 10.12 por mil, lo que resulta una tasa de crecimiento natural de 5.5% anual. Para 1976, la tasa de 3.35% anual por la incidencia de la alta mortandad habida por el terremoto.

En los cuadros 31 y 32 se presentan las proyecciones de población para 1988 con base a las diferentes tasas de crecimiento calculadas.

3.1.4 Migración

La región en donde está ubicada el área de estudio, ha sufrido un proceso migratorio continuo, el cual se acentuó a raíz del terremoto de 1976 y posteriormente por la situación socio-política vivida en esa área.

De acuerdo a las cifras del Instituto Nacional de Estadísticas -INE-, el Departamento de Chimaltenango durante el año 1981 se registraron - 17,635 migraciones netas de personas (Inmigraciones menos Emigraciones) y para 1986/87 se registró - 21,132 migraciones netas de personas, significando que existe una tendencia creciente de un proceso migratorio del área hacia otras zonas en busca de mejores oportunidades.

En el cuadro 33 se muestran las tasas de crecimiento del proceso migratorio en el Departamento de Chimaltenango.

CUADRO 33

DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO: Tasas de crecimiento del proceso migratorio.
Período 1976/81 - 1981/86
(Porcentaje anual)

CONCEPTOS	1976/81	1981/86
Inmigración	5.4	5.1
Emigración	7.6	6.0
Migración Neta	- 2.2	- 0.9

FUENTE: Encuesta Nacional Socio-Demográfico 1986/87. INE.
Diciembre 1987.

El proceso migratorio se puede dividir: en permanente, debido primordialmente a la situación socio-política vivida en el área y por el terremoto de 1976, y algunos que emigran en busca de mejores oportunidades. Y las migraciones temporales, que obedecen en gran medida a una actividad complementaria de ocupación e ingresos adicionales, ya que los minifundistas o trabajadores agrícolas sin tierra se trasladan a las fincas de café y a las haciendas de la Costa Sur durante dos o tres meses en el año en busca de trabajo.

Las migraciones temporales la realizan en su mayoría, hombres y de ellos jóvenes que dejan el resto de la familia y buscan trabajo e ingresos en la época de la cosecha de café y de otros productos tradicionales de exportación (algodón, caña de azúcar), cuando los requerimientos de mano de obra son mayores.

El reducido tamaño de las explotaciones agrícolas con un promedio de 3.3 manzanas y con escasa tierra productiva determina que existe mano de obra familiar disponible que excede las necesidades de la unidad de producción, lo que explica las migraciones temporales masivas en busca de ocupación e ingresos adicionales.

8.1.5 Densidad de la población

Para 1988 se estima que en el área de estudio existe una relación de densidad poblacional de 297 habitantes por kilómetro cuadrado. A nivel de municipio, aparecen cuatro de ellos por arriba de este índice (Patzicía 578 h/Km², Comalapa 391, Santa Apolonia 377 y Tecpán Guatemala 320).

Si se utilizan las estimaciones de población por la tasa de crecimiento natural, la densidad poblacional sería más grave e impactante en los recursos naturales.

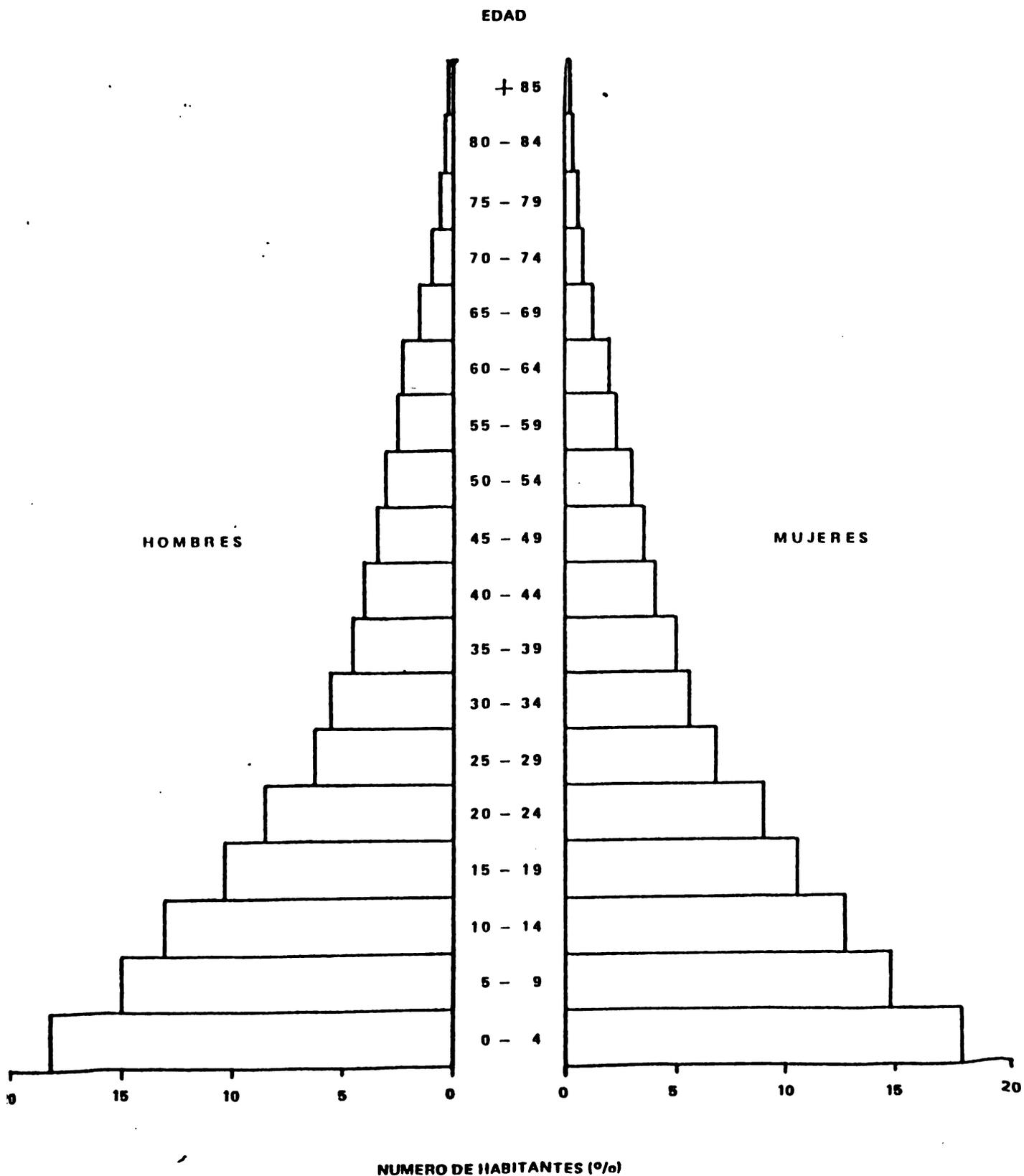
En los cuadros 31 y 32 se muestra la densidad poblacional para los años censales 1973 y 1981, y las proyecciones a 1988, según las tendencias poblacionales de acuerdo a las tasas de crecimiento intercensal y natural, a nivel de los poblados que se encuentran dentro del área de estudio y a nivel del municipio total.

8.1.6 Estructura de la población

De acuerdo a la pirámide de distribución de la población por sexo y edad, figura 8, se observa que la población en el área de estudio es bastante joven, ya que el 46% de la misma está entre 0 y 14 años, lo cual también define una serie de características demográficas adicionales y expresa especialmente una alta tasa de dependencia sobre la población ocupada.

En términos globales, que son los que dan una imagen más completa de la estructura de la población, el 56% de la población tiene menos de 20 años y apenas el 11% pasa de los 50 años.

GRA 8 CUENCA XAYA – PIXCAYA: Distribución de la población por sexo y grupos quinquenales de edad. Año 1981.



Por otra parte la proporción de 50% de personas de sexo masculino y femenino, se considera normal y adecuado para que se asegure la reproducción natural. El índice de masculinidad es elevado en aquellos lugares en donde las actividades económicas (agricultura, ganadería), requieren el trabajo del elemento masculino. En el cuadro 34 se muestra la distribución de la población por sexo y grupo de edad.

CUADRO 34

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Distribución de la Población Total por sexo, según grupos quinquenales de edad. Año 1981.

GRUPOS DE EDAD	TOTAL	MASCULINO	FEMENINO
TOTALES	80 123	39 954	40 169
0 - 4	14 412	7 212	7 200
5 - 9	11 912	5 975	5 937
10 - 14	10 243	5 218	5 025
15 - 19	8 330	4 112	4 218
20 - 24	6 968	3 409	3 559
25 - 29	5 233	2 504	2 729
30 - 34	4 457	2 222	2 235
35 - 39	3 826	1 850	1 976
40 - 44	3 128	1 555	1 573
45 - 49	2 796	1 374	1 422
50 - 54	2 458	1 221	1 237
55 - 59	1 905	965	940
60 - 64	1 746	921	825
65 - 69	1 121	587	534
70 - 74	693	382	311
75 - 79	447	225	222
80 - 84	272	139	133
+ - 85	176	83	93

FUENTE: Cálculos con base a datos censales de 1981.

8.1.7 Población Económicamente Activa (PEA)

De acuerdo a los datos censales a 1981, la población económicamente activa correspondía al 41% de la total. No hay información disponible sobre PEA a nivel de municipio, por lo que para referencia de la rama de actividad económica en la cual se encuentra esta población se utiliza la composición relativa del Departamento de Chimaltenango (cuadro 35).

CUADRO 35

DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO: Población Económicamente Activa
por rama de actividad económica.
Año 1981. (Composición relativa)

ACTIVIDAD ECONOMICA	PARTICIPACION %
TOTAL	100
Agricultura	80
Industria	5
Construcción	3
Comercio	2
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	2
Servicios comunales, sociales, personales	6
Actividades no bien especificadas	2

FUENTE: Cálculos con base a datos censales de 1981.

5.1.8 Nivel de Ingresos

Para la determinación del nivel de ingresos, no se dispone de información específica del área de estudio. Los únicos datos disponibles son los de la Encuesta Nacional Socio-Demográfica 1986/1987 levantada por el Instituto Nacional de Estadísticas-INE-, la cual analiza los ingresos promedio de la Población Económicamente Activa (PEA) de las diferentes regiones del país.

Para efectos del diagnóstico de las subcuencas Xayá-Pixcayá, se consideraron los ingresos promedios de la Región Central, que comprende los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla.

En el cuadro 36 se presentan los ingresos promedios de la PEA de la Región Central, del Área Metropolitana (Departamento de Guatemala) y del promedio de toda la República. Se puede observar que los ingresos promedio de la Región Central están por debajo de estos otros indicadores regionales y nacionales.

Sin embargo, en comparación con las siguientes regiones la PEA de la Región Central obtienen mayores ingresos promedios: Región Nor-Occidental (Huehuetenango y Quiché) Q.98.74; Región Sur-Occidental (Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango, Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos) Q. 125.86; y Región Norte (Baja Verapaz y Alta Verapaz) Q. 127.73.

También en el cuadro 36 se muestran los ingresos promedios por categoría ocupacional, siendo los empleados públicos los únicos que obtienen ingresos superiores al promedio (con excepción también de la categoría "Patrón").

Por otra parte, no se dispone de cifras de ingresos promedios por rama de actividad económica, pero en el análisis de la Encuesta Nacional Socio-Demográfico se menciona que las actividades económicas que generan mayores ingresos en la Región Central son Electricidad, Gas y Agua, Servicios Financieros y Transportes, mientras que la Agricultura es la que menos ingresos genera a la PEA (sin embargo, no debe dejar de considerarse que este último sector general ingresos imputados).

El mayor volumen de empleo se concentra en la actividad agrícola (el 80% de la PEA); sin embargo, en estas actividades también se dan altos índices de sub-empleo. En muchos casos corresponden a actividades agrícolas de subsistencia y de trabajos esporádicos que logran cuando emigran. De tal manera, que se podría inferir que el ingreso primario o principal va a corresponder al obtenido por trabajos complementarios.

De acuerdo al cuadro 37 se determina que el 78.5% de la PEA de la Región Central obtienen ingresos individuales menores a Q. 200; mientras que al nivel nacional es el 75.5% de la PEA está en estos mismos niveles de ingresos.

CUADRO 36

Ingreso Promedio de la Población económicamente activa por categoría ocupacional. Año 1986/1987. En quetzales.

CATEGORIA OCUPACIONAL	Región Central 1/	Area Metro-politana 2/	A Nivel Nacional
PROMEDIO TOTAL	<u>147.63</u>	<u>244.95</u>	<u>166.66</u>
Empleado Publico	330.41	367.39	348.45
Empleado Privado	133.41	226.35	151.64
Cuenta Propia con local	119.89	164.27	118.97
Cuenta Propia sin local	114.15	153.42	130.25
Patrón	529.49	479.49	532.19

FUENTE: Encuesta Nacional Socio-Demográfico 1986/1987
Volumen II Empleo. 1/Comprende los departamentos de Sacatepequez, Chimaltenango y Escuintla. 2/Comprende el departamento de Guatemala.

CUADRO 37

Poblacion economicamente activa por rango de ingreso individual.
Año 1986/1987. En cifras relativas.

RANGO DE INGRESO INDIVIDUAL (Qqetzales)	REGION CENTRAL 1/	A NIVEL NACIONAL
TOTAL	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>
0 - 49	14.9	19.0
50 - 119	39.3	36.3
120 - 199	24.3	20.2
200 - 299	11.3	10.9
300 - 399	5.7	6.4
400 - 599	3.1	4.2
600 - 999	0.7	1.9
1000 - 1999	0.7	0.8
2000 y más	-	0.3

FUENTE: Cálculos con base a los datos de la Encuesta Nacional Socio-Demográfica 1986/1987. INE. Diciembre 1987.

1/ Comprende los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla.

8.2 Elementos socio-culturales y étnicos

Como se mencionó anteriormente el 85% de la población del área de estudio es indígena (cakchiquel). Sin embargo, cinco de los municipios que conforman las subcuencas Xayá-Pixcayá tienen una proporción de población indígena superior a este indicador, y únicamente Zaragoza está por abajo de este porcentaje (25% de población indígena). De tal manera, que para caracterizar los aspectos socio-culturales y étnicos del área de estudio, debe dividirse en dos enfoques: los municipios de predominancia indígena y el municipio de predominancia ladina.

En el primer enfoque, se considera como información básica para esta caracterización al trabajo de tesis sobre la vida social de Tecpán (Ajmac 1979), y para el segundo, el trabajo de investigación sobre la estratificación social de Zaragoza (Mendez

1967), que analiza una comunidad ladina guatemalteca. Sin embargo, no existen diferencias tan marcadas por lo que el análisis se hace en términos generales, y únicamente se estará resaltando algunas características específicas del municipio de Zaragoza.

8.2.1 Organización socio-política

De acuerdo a la división política de Guatemala, es el municipio la entidad administrativa constitucional y básica que limita la afiliación geográfica de las comunidades. En tal sentido, es necesario describir las particularidades del gobierno municipal y su relación a la idiosincracia de la población del área de estudio.

La organización administrativa municipal cuenta con la Alcaldía legal (esencialmente es la corporación municipal compuesta por el Alcalde, Síndicos y Regidores) y la Alcaldía secundaria, que es una institución socio-religiosa perteneciente a las costumbres indígenas.

La corporación municipal es electa por sufragio directo y después de haber sido escogidos los candidatos de los diversos partidos políticos. El sistema electoral permite la representación en la corporación electa, de miembros de diversas planillas por representación de las minorías con votos significativos. El Alcalde funge también como Jefe Administrativo y Juez de Paz; los Síndicos son los que están encargados de la documentación acerca de los litigios de las tierras mientras que los Regidores que funcionan como Concejales y deben mantener el orden con la ayuda de los "Auxiliares". La corporación municipal es asistida por empleados civiles, tales como el Secretario, Tesorero, Oficiales, Registrador Civil y otros menores. Por otra parte, existe en los municipios de predominancia indígena la presencia de esta étnia en la Alcaldía Legal y los vínculos que se mantienen con la Alcaldía Secundaria hacen que el sistema administrativo-político se encuentre en un período de transición entre el modelo dual de gestión y el modelo de integración social.

Las tradiciones socio-religiosas indígenas se entre mezclan las cargas civiles y religiosas en orden ascendente hasta el Alcalde Auxiliar de las aldeas y barrios, que tiene vínculo con la Alcaldía Legal a través del Regidor Primero, que a veces reemplaza al Alcalde Municipal en funciones. El Regidor Primero es de preferencia indígena, ya que sus obligaciones le llevan a tratar normalmente con monolingües cakchiqueles; entonces es sujeto al igual que los alcaldes auxiliares, a la supervisión de los principales, que son indígenas de más prestigio local. Los principales ejercen su poder seleccionando a los alcaldes auxiliares y a sus ayudantes que son nombrados por el Alcalde Municipal.

En síntesis, la Alcaldía Municipal se preocupa por la administración global del municipio y rige la vida de los habitantes como ciudadanos. Mientras que la Alcaldía Auxiliar se implica en todas las actividades locales y las que se relacionan con las tradiciones indígenas: elección de oficiales locales, supervisión de las cofradías y de los ritos sagrados, el cuidado de los títulos de tierra.

Sin embargo, este esquema socio-político local se ha complicado por la presencia activa de algunos líderes jóvenes que, perteneciendo a nuevas tendencias ideológicas, pretenden actuar fuera del control de los principales, especialmente para el control de los asuntos públicos. Esta situación la identifica Ajmac en su tesis de la siguiente manera: "la cultura indígena ha logrado conservarse hasta nuestros días superando innumerables obstáculos como la manipulación que ha sido objeto por parte de intereses ajenos, especialmente políticos. Y si se ha conservado ha sido por el coraje y la autoridad de los mayores, fieles al patrimonio cultural heredado que han luchado por mantener vivas las tradiciones propias. A pesar de esto, la cultura indígena se ve afectada continuamente por los cambios que van experimentando sobre todos los jóvenes al contacto con la escuela".

8.2.2 Organización socio-económica

Aún cuando se ha identificado al área de estudio de predominancia indígena (a excepción del municipio de Zaragoza), existe una hegemonía significativa de los ladinos en varias actividades económicas y políticas. Esta situación subsiste debido a las normas de casta que rigen la conducta de los ladinos, a su mejor preparación educativa y a las relaciones de parentesco u otro tipo que tiene fuera del área.

Ciertas instituciones como la "Acción Católica" y actividades relacionadas con otras sectas religiosas, han ofrecido a cambio de su conversión una apertura personal a estas organizaciones, abandonando parcial o completamente su participación en actividades esenciales de la vida tradicional. Se ha creado, entonces en la misma sociedad cakchiquel, profundas grietas entre los catequistas de la Acción Católica, los nuevos convertidos a diversas sectas protestantes y los costumbristas.

La solidaridad que existía dentro del grupo indígena frente al no indígena, se ha visto mermada y únicamente se manifiesta abiertamente en casos de urgencia o de mucha importancia para la colectividad. La lealtad del individuo a su grupo es más fuerte en condiciones de linaje o de clan, los cuales corresponden a varios tipos de aglomeración, como las aldeas, caseríos, cantones y barrios. Sin embargo, a menudo existen entre estas asociaciones de parentesco una cierta rivalidad que fragmenta aún más las tradiciones indígenas.

a) Estratificación socio-económica

Basado en el esquema de estratificación social guatemalteca cuadro 38 para el área de estudio, se ha determinado lo siguiente:

En la Clase Social "Burguesía" están ubicados los que controlan los medios de producción y emplean fuerza de trabajo. En este caso, los industriales (molinos de trigo -Helvetia y Venecia), quienes emplean entre 60 y 80 trabajadores, que gozan de características de monopolio al recibir en exclusiva las producciones de trigo del área; varios de los aserraderos y los transportistas grandes (dueños de 10 camionetas de línea). También están en esta clase, los propietarios de grandes fincas y algunos comerciantes "ricos" (dueños de gasolineras y otras).

En los grupos intermedios aparecen los pequeños propietarios de medios de transporte (fleteros de un camión o de pick-up); de los artesanos que emplean fuerza de trabajo; campesinos ricos, que emplean fuerza de trabajo y él también trabaja en la tierra (se incluyen los que poseen entre 60 y 80 cuerdas); y los profesionales establecidos en el área de estudio.

Por último aparecen los "trabajadores" que incluyen a los que venden su fuerza de trabajo o que obtienen bajos precios por sus productos ("campesino pobre", trabajadores por cuenta propia en artesanía o comercio). Entre ellos están los trabajadores agrícolas, que en muchos casos bajan principalmente a la boca costa (municipio de Pochuta) para cortar café en los últimos meses del año; también están los trabajadores de los molinos de trigo, de las fábricas de sweaters, fábricas de yeso, empleados de farmacias, tiendas, cafeterías y otros.

b) Formas de agrupación

Para la implementación de un programa de desarrollo es necesario conocer las formas de agrupación de la población, a fin de utilizarlas como un vehículo más eficiente para lograr los objetivos del mismo. Para analizar las formas de agrupación en el área de estudio debe dividirse en: las basadas en el parentesco y de las asociaciones voluntarias de tipo económico, religioso, político, socio-cultural y tradicional.

De parentesco: linaje y clanes, compadrazgo. Estas asociaciones históricamente han tenido una importancia significativa para la cohesión del grupo indígena; sin embargo, las nuevas formas de realización del indígena presentan algunas contradicciones con ellas; que hacen disminuir esa importancia.

Asociaciones voluntarias: son aquellas en las cuales la afiliación es libremente dejada al individuo. Algunas de estas asociaciones han llegado a normar parte de la vida social o económica de la población del área de estudio. Dentro de ellas están:

i) De tipo económico: En el área de estudio se han

CUADRO 38

GUATEMALA: Clases Sociales y Estratos

CLASE SOCIAL	CLASE SOCIAL	CLASE SOCIAL
BURGUESIA	GRUPOS INTERMEDIOS	TRABAJADORES
ESTRATOS:	ESTRATOS:	ESTRATOS:
Industriales Comerciantes Bancarios Proprietarios Agrícolas Proprietarios	Pequeños propietarios - De comercio - De industria - En agricultura Profesionales Campesinos Ricos	Obreros Industriales - Obreros - Artesanos - Jornaleros Empleados - Burocratas - De Comercio - Domésticos Trabajadores por Cuenta Propia Obreros Agrícolas - Jornaleros - Mozos colonos - Aparceros Campesinos Libres
Compra de fuerza de trabajo	Compra y vende fuerza de trabajo	Vende fuerza de trabajo
Obtiene plusvalía	Obtiene y produce plusvalía	Produce plusvalía

FUENTE: "La estructura social guatemalteca". H. Flores Alvarado.
Guatemala, Rumbos Nuevos, 1968.

identificado dos formas asociativas con fines principalmente económicos: las cooperativas y las asociaciones informales de ayuda mutua en pequeños grupos. Actualmente en el área de estudio existen 10 cooperativas (8 de producción agrícola, 1 ganadera y 1 de ahorro y crédito) que agrupan a 4,454 asociados (cuadro 39).

En algunas aldeas o caseríos existen asociaciones con fines específicos, ejemplo: los productores se agrupan con el fin de transportar su producción al mercado; se crean comités organizados por la alcaldía auxiliar para el mejoramiento de una aldea o caserío, o de sus vías de acceso; en algunos casos para obtener créditos bajo la garantía fiduciaria de "deudores mancomunados solidarios" y otros.

ii) De tipo religioso: Como en casi todos los lugares de Guatemala, la vida del pueblo está muy influenciada y muy ligada en sus manifestaciones religiosas a la iglesia católica. El 95% de la población es católica, el resto está constituido por los "protestantes", de las cuales funcionan varias iglesias: "Alianza Misionera", "Iglesia Centroamericana", "Iglesia de los santos de los últimos días", "Nuevo Pacto de Dios", "Misión Internacional" y otras. Casi todas estas iglesias protestantes tienen una marcada influencia norteamericana y ejercen su labor fuera de los límites de las cabeceras municipales.

La "Acción Católica" es un movimiento religioso que busca la afiliación de miembros a través de ayuda material y de pequeños programas de mejoramiento de las condiciones de vida de los campesinos, consistentes en proporcionar asistencia técnica en agricultura, artesanía, higiene y formación de cooperativas,

Las demás sectas religiosas que han competido hasta ahora sin rivalidad abierta con el catolicismo, y siguiendo similar estrategia a la "Acción Católica", han logrado atraer a su ideología a grupos de la población en proporciones significativas.

Es muy probable que éste ocurriendo lo mismo con los catequistas católicos, a saber que la conversión de muchos no contradice las creencias costumbristas de los individuos y responde más bien a la conveniencia material que a una necesidad de tipo espiritual.

Sin embargo, este tipo de agrupaciones religiosas no pueden ser ignoradas en la implementación de programas de desarrollo por el control efectivo que pueden tener sobre una gran mayoría.

En el caso del municipio de Zaragoza, este presenta algunas diferencias con los municipios de predominancia indígena, entre estas: ~~no~~ existen grupos religiosos permanentes encargados de la celebración de las fiestas mayores y el término "cofradía", aplicado en otros pueblos circunvecinos a grupos organizados, aunque se usa, se refiere a una sola familia o persona encargada

CUADRO 39

BCUENCAS XAYA PIXCAYA: COOPERATIVAS UBICADAS EN EL AREA DE ESTUDIO.
AÑO 1987.

Nombre de la Cooperativa	Numero Asoc.	Ubicacion	Actividad
Gueros de Zaragoza, R.L.	38	Zaragoza	Agricola
con Grande, R.L.	29	Rincon Grande, Zaragoza	Agricola
Panimacoc, R.L.	82	Panimacoc, Tecpan, G.	Agricola
Progreso, R.L.	64	Tecpan	Agricola
Los Horizontes, Comalacenses	26	Comalapa	Agricola
San Juan, P.L.	109	Comalapa	Agricola
Donel Taj Papa, R.L.	25	Comalapa	Agricola
Gertrudis, R.L.	60	Comalapa	Ganadera
San Juan Comalapa, R.L.	4,000	Comalapa	Ahorro y Credito
Santa Apolonia, R.L.	21	Santa Apolonia Agrícola	
	4 454		

FUENTE: Instituto Nacional de Cooperativas INACOP.

de llevar a cabo la celebración de la fiesta. Así, la cofradía de la fiesta de la Santa Patrona, la Virgen del Pilar de Zaragoza, pasa cada dos años de una familia a otra, siguiendo procedimientos electivos no bien definidos. Algunas de las imágenes, aunque veneradas por la comunidad, son de propiedad privada. No existen hermandades en Zaragoza. La recolección de dinero para el mejoramiento de la iglesia y actividades similares son llevadas a cabo directamente por el cura o bien por una familia que voluntariamente se ofrezca a hacerlo, o por comités de corta duración que se disuelven tan pronto como su propósito ha sido cumplido.

iii) De tipo político. Estas organizaciones corresponden a los partidos políticos a nivel nacional. Los principales objetivos de los partidos políticos a nivel local es alcanzar la Alcaldía legal y la participación en la corporación municipal para la administración de los municipios. Anteriormente, participaban para optar cargos públicos por elección popular personas que destacaban en las comunidades y que tenían el aval de los principales; sin embargo, por los cambios que se han dado en la cultura indígena por la misma educación escolar y extraescolar impartida, han aparecido en la escena política algunos líderes jóvenes con nuevas tendencias ideológicas que pretenden tomar el control de los asuntos públicos.

iv) Socio-culturales. Estas asociaciones con casi exclusivas de las cabeceras municipales. A nivel nacional, últimamente existe un nuevo interés entre los indígenas por su cultura: el indígena quiere afirmar su personalidad y redescubrir los valores tradicionales de su propia cultura.

En el área de estudio, especialmente en Tecpán Guatemala han surgido algunas organizaciones que tratan de concretizar este interés por los propios valores; Asociación de Indígenas Tecpanecos, Club Horizontes, Círculo Cultura Ixmucané, Comité Pro-mejoramiento. Estas organizaciones indígenas existentes en Tecpán Guatemala tiene como objetivo ser un medio o instrumento para unificar al indígena en busca de su identidad, a través de la valorización de la lengua materna, el cakchiquel y de la revalorización de las costumbres pasadas como signo de la continuidad con el patrimonio cultural heredado que ayudará a plasmar la identidad del indígena de hoy.

v) De tipo tradicional: En forma pura, no existen en el área de estudio. Sin embargo, pueden ser que algunas de las formas anteriormente mencionadas, como las que reagrupan un número reducido de productores o los comités, sean una modernización de organizaciones comunitarias más antiguas.

8.2.3. Organización de los productores

Siendo la organización uno de los principales aceleradores del desarrollo agrícola y en consecuencia un medio de acción que beneficie a los productores, en las subcuencas de

interés, únicamente el Instituto Nacional de Cooperativas- INACOP- realiza en la actualidad acciones de organización. A la fecha se han organizado 8 cooperativas de producción que agrupan a 421 socios de los cuales 2 asocian a 103 productores (Panimacoc R.L. en Tecpán-Guatemala y Santa Apolonia R.L. en Santa Apolonia). Sin embargo, estas dos no reportan producción ni superficie sembrada. Las 6 restantes trigueros de Zaragoza, Progreso, Xebajl, Nuevos Horizontes y Comalapacenses de Comalapa, y San Juan y Ticonel Taj de Tecpán, todas de responsabilidad limitada, reportan los datos que se anotan en el cuadro 40 reflejando el rendimiento obtenido el nivel tecnológico tradicional y bajo (nivel I y II), que en general han alcanzado los socios.

CUADRO 40

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Superficie cultivada y producción obtenida por cosecha y cultivo en seis cooperativas.

CULTIVO	Superficie (mz)	Producción (qq)	Rendimiento (qq-mz)
TOTAL	73.9	11,401	
Maíz	6.0	216	36
Trigo	56.9	3,707	65
Papa	3.4	1,020	300
Brócoli	1.5	434	289
Fresa	3.5	3,360	960
Arveja China	2.6	840	323

FUENTE: INACOP e investigación de campo, noviembre 1987.

En la subregión V-4 DIGESA a través de PROGETTAPS ha organizado pequeños grupos de 15 a 20 productores para transferir tecnología agrícola a los representantes de dichos grupos para transfieran a los integrantes de los mismos en sus propias aldeas teniendo a la fecha aproximadamente 65 grupos organizados en 21 poblados.

En INTA hasta 1969 desarrolló actividades de organización campesina con fines de adjudicación de tierras; desarrollando

nuevamente esta actividad en el años de 1980, cuando se crean los Patrimonios Agrarios Colectivos. Sin embargo, en las subcuencas no se ejecuta esta acción debido a que en las mismas no se han entregado fincas bajo esta modalidad y en la actualidad no se tienen programas para un futuro cercano.

El programa de Desarrollo de la Comunidad de la presidencia de la República, hasta 1976 organizò y trabajò con grupos como una forma de organización comunitaria con múltiples propòsitos, siendo ese año trasladada la sede regional de Chimaltenango a otro departamento de la República, y en 1986 pasó a ser parte del actual Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural, que tiene bajo su jurisdicción de la organización rural, sin que a la fecha haya realizado esta acción en las comunidades de las subcuencas. Según información de las Alcaldes y vecinos de los municipios involucrados.

Finalmente, es necesario informar que en un número considerable de lugares poblados, eventualmente se han formado comités pro-mejoramiento de las comunidades.

Todo lo anterior muestra en un buen grado, la deficiente organización rural en las subcuencas y constituye una limitante en la transferencia de tecnología agrícola.

3.2.4 Limitaciones socio-culturales y étnicos.

La implementación de cualquier programa de desarrollo tiene varias facetas que implican impactos diferentes que afectan a la población a quien va dirigido de tal manera, que debe analizarse la aceptación que pueda tenerse; es decir, en general las iniciativas de desarrollo no deberían presentar problemas mayores en circunstancias normales, si no existen tabús o impedimentos culturales a los procesos de cambio.

La situación socio-cultural y económica del área de estudio indica, en términos generales, que la población favorece las mejoras a su estado actual. Existe una nueva dinámica social que es la resultante de la adopción por parte de varios segmentos de la población o actividades económicas que tienden alejar a los indígenas de sus poblaciones como miembros de su grupo.

La movilidad ocupacional, ya sea estacional o permanente, de naturaleza agrícola o comercial, ha afectado el sentimiento comunitario y las posibilidades de actividad participativa de muchos indígenas. La vida rural cotidiana queda sujeta al modo de vida tradicional, y los avances de la "Acción Católica" y de las sectas protestantes, si bien han abierto camino hacia nuevas soluciones de mejoramiento económico y social, no han podido en realidad encauzar una difusión mayor de las organizaciones tradicionales como las cofradías, alcaldías auxiliares y el conjunto de los principales.

Por otra parte, la influencia desproporcionada a su número, de los ladinos en los asuntos públicos y el paralelismo con frecuencia una dualidad operacional que no han podido superar la creciente intromisión de indígenas "civilizados", como se les denomina, en puestos oficiales de la municipalidad.

Evidentemente, la división de la sociedad en dos grupos; jerarquizados en forma de clase, los ladinos y los indígenas, subraya todas las actividades sociales del área. Esta situación podría interpretarse como su liberación; buscar la manera de adquirir una educación que le permita salir de su condición de explotación continua y sin participación real en el poder, aunque uno que otro lleguen a ocupar puestos en la alcaldía municipal.

Al indígena que pretende liberarse de su situación por medio de la educación se le presenta una primera dificultad en la tradicional discriminación, muy marcada en el pasado, engendró un sentido de frustración en el indígena al ver como el medio que él consideraba como una solución a su problema fundamental le impide su acceso. Actualmente los indígenas del área de estudio asisten a las escuelas públicas y privadas.

La escuela ha enseñado al indígena a defender sus derechos; y la castellanización, aunque criticable por algunos sociólogos, le permite insertarse en el mundo de los ladinos, ya que puede contar con un elemento común con ellos: el castellano. Por otra parte, la educación permite al indígena alcanzar "poder", ya que le proporciona la capacidad para un cierto tipo de liderazgo.

Si bien en la escuela ofrece al indígena al solución de muchos de sus problemas, le pone delante problemas aún más complejos como la "crisis de identidad", por su proceso de "ladinización" y por la pérdida de las costumbres tradicionales, ya que con la educación adquirida ha aprendido a manejar una escala diferente de valores.

8.3 Elementos Económicos

Como se mencionó anteriormente el 80% de la población económicamente activa se dedica a la agricultura, de lo que constituye la principal actividad económica en el área de estudio. Le ha seguido históricamente la industria y artesanía, sin embargo en los últimos años se ha incrementado las actividades del sector de servicios comunales, sociales y personales, especialmente por la participación de organismos internacionales que proporcionan ayuda a través de estas acciones.

A continuación se analizan las características más relevantes de los principales sectores productivos en el área de estudio.

8.3.1. Caracterización de la Producción agrícola

Se refiere al análisis de la producción agrícola proyectada en base al Censo Nacional Agropecuario levantado en el año de 1979. En las proyecciones realizadas se tomaron en cuenta las superficies municipales involucradas en las subcuencas, la topografía del terreno, la tradición de cultivos, los mercados y los indicadores y estándares elaborados en base en la muestra estadística realizada para este día. El cuadro 41 incluye los cultivos considerados de mayor importancia en las subcuencas.

CUADRO 41

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Superficie, producción y rendimiento por cultivo. Año 1988. Cosecha principal.

CULTIVO	Superficie (mz)		Producción (qq)		Rendimiento (qq-mz)	
		%		%		
TOTAL	10,311	100	448,647	100		
Maíz	7,316	71	270,692	61	37	
Frijol	407	4	5,291	1	13	
Trigo	1,851	18	88,848	20	48	
Papa	277	3	41,150	9	149	
Café	309	3	6,026 1<	1	20	
Hortalizas	151	1	36,240	8	-	

1< Café pergamino

NOTA: Las hortalizas incluidas son: brócoli, fresa, arveja china, col de bruselas, arveja común, repollo y coliflor.

FUENTE: Cálculos del consultor.

El cuadro 41 muestra que el cultivo de mayor importancia en las subcuencas, desde el punto de vista de superficie cultivada, es el maíz, que ocupa el 71% de la superficie total cultivada, con un rendimiento promedio de 37 quintales por manzana, que resulta aceptable, siendo superior al de Chimaltenango (26 qq/mz) y al nacional (18 qq/mz) pero susceptible de aumentarse con mejor tecnología y manejo adecuado del suelo. Es el cultivo mayor importancia alimentaria para la población y los 270,692

quintales (61%) que se producen representan el 45% de la producción del departamento de Chimaltenango y el 6% nacional, cubriendo prácticamente las necesidades de la población de las subcuencas. Las 7,316 manzanas que se siembran constituyen el 33% de la superficie cultivada en el departamento de Chimaltenango y el 33% de la nacional. En el período intercensal, 1,964-1,969 la producción se incrementó en un 7.8% el cual fué determinado por aumento en el área cultivada (a costa de áreas de bosques) y por elevación de la productividad promedio.

Desde el punto de vista de superficie cultivada, el trigo ocupa el segundo lugar en las subcuencas y presenta importancia económica para los productores. Las 1,851 manzanas que se explotan son equivalentes al 32% de la superficie cultivada en el departamento de Chimaltenango y a nivel nacional representa el 7%. La producción (88,848 quintales) obtenida corresponde al 17% de la nacional y al 61% de la levantada en el departamento de Chimaltenango, con el 20% de la producción total calculada en las subcuencas. El rendimiento promedio por manzana es de 48 quintales, duplicando el nacional y el de Chimaltenango, siendo para las condiciones naturales de clima y suelo, aceptables, pero con posibilidades de incrementarse mediante cambios tecnológicos acordes a las condiciones económicas y financieras de los productores y al uso adecuado de mejores insumos. Sin embargo, es de hacer notar que la producción del grano en Guatemala constituye un problema social, pues el número de productores de trigo es muy grande, al igual que los molenderos y el precio real está por debajo del ostentado, viéndose el Estado en su mayoría de veces en la necesidad de subsidiarlo, puesto que el trigo cosechado es duro y debe combinarse con suave (importado) para la producción de harina para pan, que es parte de la dieta alimenticia del guatemalteco. El cultivo presenta un incremento en su producción del orden del 6% anual (período intercensal (1964-1979), determinado por el aumento en la productividad al casi duplicar su rendimiento promedio por manzana de 13.8 qq/mz en 1964 a 26.8 qq/mz en el año de 1979.

El frijol participa con el 4% de la superficie total cultivada en las subcuencas y ocupa el tercer lugar en importancia, desde el punto de vista de superficie explotada. El cultivo participa con el 30% de la superficie cultivada en Chimaltenango, igual al 1.4% de la nacional. En las 407 manzanas que se cultivan se cosechan casi 5,300 quintales que contribuyen con el 51% a la producción de Chimaltenango, equivalente al 1.9% de la nacional. El rendimiento (13 qq/mz) que se obtiene es superior al departamental y al nacional (8 y 10 respectivamente) pero bajo para el potencial de clima y suelo, debiéndose en parte al nivel tecnológico tradicional con que es manejado en general, y al hecho de que en la mayoría de veces, es producido en tierras inclinadas sin aplicación de prácticas de conservación de suelos. El cultivo muestra de 1964 a 1979 (período intercensal) un incremento del 1% anual en su producción, principalmente debido al aumento del área bajo este cultivo, ya que sus rendimientos promedios se mantuvieron al mismo nivel.

En cuanto a la superficie cultivada, el café ocupa el cuarto lugar y sólo alcanza el 3% de la superficie total explotada en las subcuencas, equivalente al 13% de la departamental y al 0.08% de la nacional. Sin embargo, su producción resulta de importancia económica y genera mayor empleo y divisas al país, en comparación con los otros cultivos, exceptuando a la hortaliza las 309 manzanas que son explotadas producen 6,026 quintales pergamino, que son el 0.5% y el 0.03% de la producción del Departamento de Chimaltenango y Nacional, respectivamente. La producción es de buena calidad, pero la productividad es menor que la obtenida en clima cálido de sus rendimientos (20 quintales pergamino por manzana) son bajos y susceptibles de duplicarse mediante la aplicación de tecnología intermedia (nivel III).

La papa con 277 manzanas explotadas (3% de las cuencas) constituye el 79% de la superficie cultivada en el Departamento de Chimaltenango y el 13% de la nacional, ocupa el quinto lugar y sus 41,150 quintales recolectados contribuyen con el 17% a la producción nacional y el 88% la departamental. Debido a que las subcuencas presentan características naturales apropiadas para su explotación, se considera que los 149 quintales por manzana que en promedio se recogen, corresponden a un promedio similar al obtenido en Chimaltenango y superior al nacional (114 qq/mz) con posibilidades de elevarse mediante cambios en los métodos de producción que actualmente aplican los productores, con énfasis en el uso de semilla mejorada y fungicidas.

Los cultivos de brócoli, fresa, arveja china, arveja común, repollo y coliflor fueron agrupados en hortalizas, porque constituyen unidades muy pequeñas de producción y en su totalidad la superficie cultivada alcanza únicamente el 1% de la superficie bajo cultivo de las subcuencas, correspondiéndole el 8% de la producción total de la misma. Cabe indicar que las subcuencas tienen un alto potencial para la producción de hortalizas si se resuelven las limitaciones de agua. Se requerirá un programa agresivo de miniriego y conservación de suelos que implique una aceptable cobertura, pues la capacidad productiva de los suelos y a los requerimientos de los cultivos permiten que los actuales rendimientos por unidad de área puedan incrementarse, debiéndose priorizar proyectos especialmente los que impliquen uso de agua, mediante un plan prospectivo y adecuado de manejo de las subcuencas. Sin embargo habrá que considerar los otros requerimientos de agua; específicamente abastecimientos a las poblaciones de las subcuencas y a la ciudad de Guatemala.

En conclusión y en base al potencial agrológico y climático de las subcuencas estudiadas, se considera que los rendimientos encontrados en los cultivos investigados, están por debajo de los que deberían generarse, especialmente en café y frijol.

~~8.3.2~~ Producción Ganadera

El área de estudio no está calificada como una "zona de producción ganadera". La participación del área de estudio a

nivel nacional se puede mostrar con los indicadores (cifras censales de 1979) siguientes:

0.2% del total nacional de número de cabezas de ganado vacuno:

1% del total nacional de número de cabezas de ganado porcino; y,

7% del total nacional de aves de corral.

La mayoría de microfincas y fincas subfamiliares tienen sus cabezas de ganado o aves de corral para el auto consumo de los productos pecuarios (leche, carne o huevos), y algunos venden su producción en los mercados locales.

En los cuadros 42, 43 y 44 se muestran las cifras censales de 1979 sobre la existencia de ganado vacuno, porcino y aves de corral por municipio, respectivamente.

CUADRO 42

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Existencias de ganado vacuno por municipio. Año 1979.

MUNICIPIO	Número de Cabezas	Machos	Hembras
TOTAL	<u>5 222</u>	<u>1 538</u>	<u>3 684</u>
Santa Apolonia	512	173	339
Tecpán Guatemala	1 939	653	1 286
Comalapa	695	230	465
Patzicía	871	211	660
Santa Cruz Balanyá	176	59	117
Saragoza	1 029	212	817

FUENTE: III Censo Nacional Agropecuario 1979.

CUADRO 43

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Existencias de ganado porcino por municipio. Año 1979.

MUNICIPIO	Número de Cabezas	Machos	Hembras
TOTAL	<u>6 929</u>	<u>767</u>	<u>186</u>
Santa Apolonia	541	54	5
Tecpán Guatemala	2 744	395	168
Comalapa	1 744	116	6
Patzicla	499	13	3
Santa Cruz Balanyá	283	9	2
Zaragoza	1 118	180	2

FUENTE: III Censo Nacional Agropecuario 1979.

CUADRO 44

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Existencias de Aves de Corral por municipio. Año 1979.

MUNICIPIO	Número de Aves 1/	Gallina Ponedora	Huevos recogidos en un día
TOTAL	<u>136.092</u>	<u>32.521</u>	<u>21.186</u>
Santa Apolonia	6,435	1,812	1,623
Tecpán Guatemala	62,912	9,675	7,377
Comalapa	29,911	8,941	5,022
Patzicla	14,251	4,640	2,295
Santa Cruz Balanyá	6,423	1,558	1,100
Zaragoza	16,160	6,195	3,769

FUENTE: III Censo Nacional Agropecuario 1979.

1/ Incluye gallos, gallinas, pollos, pollas, chompipes y otras aves.

8.3.3 Comercialización de productos agrícolas

Para analizar la comercialización de productos agrícolas en el área de estudio, es necesario dividirlos en dos grandes grupos: Uno, los productos agrícolas para consumo interno de la población (abastecimiento de granos básicos) y el otro, los productos agrícolas que se destinan a otros mercados (ejemplo las hortalizas para exportación).

En el caso de abastecimiento de granos básicos (maíz y frijol) se utilizó los resultados de una encuesta levantada por INDECA en el municipio de Tecpán Guatemala, y su área de influencia para establecer las características del mercado de granos básicos en esa zona. De acuerdo a los resultados obtenidos se estableció que el autoconsumo familiar absorbe el 96% de la producción de maíz.

Sin embargo, de conformidad con la época de cosecha, es necesario un abastecimiento de maíz en los últimos meses del año ya que las reservas de algunos productores se agotan. Este abastecimiento se realiza a través de un mecanismo simple de comercialización, los transportistas llevan maíz procedente de la costa para venderlo durante los días del mercado.

En lo referente al frijol se determinó que el 62% de los agricultores producen sólo para autoconsumo; sin embargo, el 60% de ellos no alcanzan a producir lo necesario para cubrir el consumo de su familia durante el período entre cosechas, por lo tienen que acudir al mercado para abastecerse. El abastecimiento externo de frijol es llevado a cabo a partir de mayo, época en que las reservas de los productores se han agotado, y son los establecimientos minoristas locales que adquieren frijol en los depósitos del mercado La Terminal en la ciudad de Guatemala; también aparecen pequeños comerciantes que proceden de municipios cercanos del área, como Parramos y Panajachel, quienes acuden los días de mercado a venderlo en la plaza directamente al consumidor.

En Tecpán Guatemala, existe un mercado mayorista constituido por tres depósitos localizados a inmediaciones de la plaza (lugar donde se ubica el mercado los días jueves). Estos depósitos operan formalmente sólo los días de mercado, y lo hacen únicamente para efectuar transacciones de compra de maíz, que comercian muy pocas cantidades.

En el cuadro 45 se presentan los volúmenes máximos y mínimos que captan los mayoristas.

CUADRO 45

TECPAN GUATEMALA: Compras semanales de granos básicos de los Depósitos Mayoristas.
- En quintales -

GRANO	Máximo	Mínimo	Promedio
Maíz	350	170	260
Frijol	10	0	5

FUENTE: Encuesta Dirección de Servicios Técnicos. INDECA
Noviembre de 1986.

1/ corresponde a datos de una semana.

También por medio de la encuesta realizada por INDECA se determinó el destino de los granos básicos captados por los depósitos mayoristas, siendo este el siguiente:

CUADRO 46

TECPAN GUATEMALA: Destino del grano básico comprado por los Depósitos Mayoristas. -En cifras relativas.

DESTINO	Maíz	Frijol
Panajachel	10.4	-
Sololá	6.8	-
Quetzaltenango	31.1	-
Totonicapan	6.8	33.3
San Francisco El Alto	10.4	66.7
Guatemala	34.6	-
TOTAL	100.0 =====	100.0 =====

FUENTE: Encuesta Dirección de Servicios Técnicos. INDECA
Noviembre de 1986.

La producción de trigo obtenido, en el área de estudio se destina principalmente a los molinos que existen dentro de ella. (Molino Helvetia y Molino Venecia).

El otro grupo de productos agrícolas, las hortalizas para exportación tiene una comercialización definida. Existen varias empresas exportadoras en áreas cercanas a las subcuencas Xayá Pixcayá, que en algunos casos proporciona financiamiento sobre cosechas, al cual al obtenerlas llegan camiones de la empresa únicamente a recogerlas. Por otra parte, existen productores que venden a estas mismas empresas, o a intermediarios que no son muy frecuentes en esa zona.

8.3.4. Servicios de Apoyo a la Producción

El Sector Público Agropecuario y de Alimentación -SPADA- es el instrumento para ejecutar las acciones que tiendan a alcanzar los objetivos de un desarrollo rural autosostenido. Es decir el complejo institucional del SPADA es el encargado de proporcionar los servicios necesarios para el desarrollo en el campo, tales como investigación agrícola, asistencia técnica, crédito, comercialización y a promover una mayor cobertura en estos servicios.

a) Investigación Agrícola

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola - ICTA-, es la institución del Sector Público Agropecuario responsable de generar y promover el uso de la ciencia y tecnología agrícola, con el fin de contribuir al aumento de la productividad de los recursos que se invierten en la producción, especialmente de granos básicos. Hace más de 10 años que el Instituto desarrolló el concepto de "Parcela de prueba" y mediante la metodología aplicada el agricultor evalúa la tecnología que el técnico piensa que es apropiada para sus condiciones, proporcionando el Instituto únicamente la orientación técnica y el agricultor provee todos los recursos necesarios.

Esta institución hasta el año de 1986 estuvo realizando estudios y experimentos principalmente con papa en el municipio de Santa Cruz Balanyá. Actualmente sólo el municipio de Patzicía cuenta con estaciones de investigación-experimentación en el área de las subcuencas. Sin embargo, el ICTA conjuntamente con DIGESA a través del PROGETTAPS a establecido parcelas demostrativas para generar tecnología y producir semillas, alcanzando sus actividades en parcelas demostrativas: 4 cabeceras municipales, 9 aldeas y 8 caseríos para totalizar 21 poblados (mapa 14).

Finalmente, cabe agregar que la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC- y la Universidad Rafael Landívar -URL-, han realizado algunas investigaciones agrícolas con fines académicos, pero a la fecha no están operando en el área de interés.

En conclusión, es notoria la falta de investigación agrícola en las subcuencas y consecuentemente, las limitaciones en la investigación-experimentación han incidido en los actuales rendimientos de los cultivos, rendimientos aceptables pero susceptibles de aumentarse.

b) Asistencia Técnica

Los servicios de asistencia técnica en su mayoría son prestados por las instituciones del Sector Público Agropecuario y de Alimentación, aunque la cobertura que cubren es sumamente baja.

Otras instituciones prácticamente no dan ningún tipo de asistencia técnica, salvo algunos casos esporádicos como los programas agrícolas de Educación Extra-escolar, Amigos del Bosque y eventualmente, algún caso de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos y trabajos de tesis de la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA.

Las principales instituciones que en forma directa o indirecta proporcionan asistencia técnica en las subcuencas, son las siguientes:

Asociación Nacional del Café -ANACAFE-

Actualmente no proporciona ningún tipo de asistencia en las subcuencas, salvo algunos casos en los que conjuntamente con la Royá del Café provee algún tipo de asistencia, obedeciendo a que prácticamente en el área estudiada no existen ningún control de las pequeñas fincas cafetaleras.

Gremial de Trigueros

Esta gremial no cuenta con oficinas en las subcuencas (sede en Quetzaltenango) y en la actualidad únicamente cuenta con 96 triticultores registrados. La gremial no proporciona asistencia técnica a los productores de trigo y únicamente se dedica a la compra del grano, para ser comercializado con los molinos, obteniendo 25 centavos de quetzal por quintal comprado para gastos de administración.

Comisión para el control de la Royá del Café

Los municipios que actualmente producen café, aunque no significativamente, son Patzicía, Tecpán Guatemala y Comalapa, que se involucran parcialmente en las subcuencas, alcanzando la superficie explotada solamente 309 manzanas con una producción baja.

Por esta razón, la Comisión para el Control de la Royá no tiene sede en las subcuencas y únicamente proporciona asistencia técnica a pequeños caficultores, especialmente en Tecpán y

Patzicia, instruyendo eventualmente, el control químico preventivo y con mayor frecuencia, en otras prácticas culturales, tales como manejo de sombra, manejo de tejido de café (podas) y principalmente en la detección de la enfermedad. Igualmente la Comisión realiza investigaciones en fincas colaboradoras con el objeto de aumentar su nivel de rendimiento, pues en la actualidad las plantaciones afectadas llegan a disminuir su producción hasta en un 40%. Colateralmente la Comisión cuenta con una bodega para la venta de insumos, equipo y herramienta a precios más bajos que los ofrecidos en el mercado tradicional.

Comisión para el Control de la Mosca del Mediterráneo

La Comisión para el Control de la Mosca del Mediterráneo MOSCAMED desarrolla sus actividades en forma tripartita, Guatemala-México-Estados Unidos de Norte América- y su sede se ubica fuera de las subcuencas de San Lucas Sacatepéquez, Chimaltenango.

La asistencia técnica que proporciona llega a todos los municipios involucrados en las subcuencas, dirigiéndola en su mayoría de veces al control de la mosca mediante la liberación de moscas estériles, detección de botes, recolección de frutas infestadas y a la red de trampeo, aún cuando los frutales sembrados no constituyen plantaciones formales y la superficie sembrada resulta poco significativa.

Las investigaciones realizadas han demostrado que los brotes detectados en las subcuencas son limitados al cultivo de pera, durazno, cítricos y algunos frutos silvestres, habiendo sido controlados, especialmente en el caso de la pera. Para proporcionar la asistencia y control, MOSCAMED cuenta con el equipo adecuado y el personal idóneo para el trampeo, recolección y fumigación. Actualmente se está evaluando el impacto ambiental de este programa.

Dirección General de Servicios Agrícolas -DIGESA-

Es la institución encargada de otorgar la asistencia técnica a pequeños y medianos productores y presta otros servicios que indirectamente contribuyen al mejoramiento de la producción agrícola, tales como: formación de Clubs 4-S adiestramiento a técnicos, construcción de riego y miniriego, conservación de suelos y otros.

Los municipios involucrados parcial o totalmente en las subcuencas, se enmarcan en la sub-región V-4 de DIGESA con sede en Chimaltenango; actualmente cuenta con 11 promotores de Club 4-S masculinos, 11 educadoras del hogar (fase motivación) que atienden amas de casa y Clubs 4-s femeninos. La asistencia que actualmente se presta a amas de casa cubren las siguientes áreas: nutrición, paqueña industria, guía y cuidado del niño, mejoramiento de la vivienda, salud y educación sexual, huertos familiares y corte y confección.

Las actividades que se ejecutan en el área de los municipios involucrados en las subcuencas se muestra en el cuadro 47.

El personal de la fase de formación (adiestramiento de pequeños y medianos productores) actualmente trabaja para el PROGETTAPS y cubre los municipios de Tecpán, Santa Apolonia, Patzicia y Zaragoza con una agencia permanente y una meta programada de 655 agricultores por extensionista, organizándolos en grupos de acción agropecuaria.

CUADRO 47

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Actividades desarrolladas por DIGESA.

MUNICIPIO	Formacion Clubs 4-S		Formacion de Grupos de Amas de Casa
	Masculinos	Femeninos	
TOTAL	16	11	14
Tecpan Guatemala	5	5	9
Zaragoza	5	2	3
Santa Cruz Balanya	1	1	0
Patzicia	4	3	2
Comalapa	0	0	0
Santa Apolonia	1	0	0

FUENTE: Region V, DIGESA, 1988

Cada extensionista trabaja conjuntamente con un técnico del ICTA y uno de la Dirección General de Servicios Pecuarios-DIGESEPE- y asiste en los cultivos de maíz, frijol, papa, brócoli, coliflor y repollo.

En parcelas demostrativas de 6.5 hectáreas, el extensionista transfiere tecnología únicamente a los representantes de grupos de agricultores organizados, asignándole un área de cultivo de 2.5 cuerdas (40 varas por lado, equivalente a 0.28 hectáreas) a cada uno. Posteriormente, estos representantes transfieren la tecnología adoptada a los integrantes de los grupos que representan y que en su mayoría están conformados por 15 ó 20 productores. Actualmente el PROGETTAPS trabaja con 21 poblados de las subcuencas (mapa 14) y el municipio que cuenta con mayor número de grupos organizados es Tecpán Guatemala que alcanza 17 grupos de 20 agricultores cada uno, cubriendo especialmente las aldeas que se anotan en el mapa.

Todas las actividades que se realizan son supervisadas por el extensionista. El cuadro 48 muestra la cantidad de personal técnico que actualmente trabaja en las subcuencas.

CUADRO 48

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Personal tecnico que trabaja en el area

MUNICIPIO	Personal Tecnico			TOTAL
	Extensio nista	Promotor Club 4-S	Educadoras Hogar	
TOTAL	4	4	4	12
Tecpan Guatemala	1	1	1	3
Zaragoza	1	1	1	3
Sta.Cruz Balanya1/	0	0	0	0
Patzicia	1	1	1	3
Comalapa	0	0	0	0
Santa Apolonia	1	1	1	3

1/ Los municipios de Santa Cruz Balanya y Comalapa que no cuenta con oficinas para personal permanente, son asistidos por los tecnicos de Zaragoza. Asimismo se hace hincapie que estos municipios con personal de DIGESA, tambien cuentan con tecnicos de ICTA y DIGESEPE en el programa PROGETTAPS.

FUENTE: Region V, DIGESA, 1988

Finalmente es importante indicar, que en todas las cabeceras de los municipios involucrados en las subcuencas se localizan 2 ó 3 casas comerciales dedicadas a la venta de agroquímicos, pero no proporciona ningún tipo de asistencia técnica.

c) Asistencia Crediticia

Dentro del complejo orgánico del SPADA, el Banco Nacional de Desarrollo Agrícola -BANDESA- es la Institución Financiera responsable de promover y administrar la asistencia crediticia a los programas de desarrollo en el área rural. Esta asistencia debe orientarse fundamentalmente al pequeño y mediano productor.

Específicamente, BANDESA para atender a los productores en el área de estudio, cuenta con las agencias de Chimaltenango y Patzún y las Cajas Rurales de Tecpán Guatemala y Comalapa.

En 1987, BANDESA otorgó 606 créditos por un monto de Q.1,568,144 a los productores en el área de estudio, destinándose el 98% a la agricultura, 1% a la ganadería y 1% a la producción artesanal. También es importante resaltar la tendencia creciente

al cultivo de hortalizas, ya que el 60% del monto destinado a la agricultura fue para financiar la producción de hortalizas, especialmente los de exportación (brócoli, arveja china).

En el cuadro 49 se muestran las cifras de asistencia crediticia en el área de estudio en los años 1985-1987.

Cabe señalar que BANDESA es la principal fuente de financiamiento para los pequeños y medianos productores agropecuarios del área de estudio. también existen cooperativas que proporcionan financiamiento a sus asociados; sin embargo, en la mayoría de casos estas han obtenido los recursos de BANDESA.

El financiamiento para la producción agrícola, debe ser oportuno, lo que obliga en muchos casos a acudir a prestamistas que otorgan créditos en condiciones que van en detrimento del productor (tasas de intereses elevados). En otros casos se debe a que los productores no califican como sujetos de crédito bancario, los destinos de los bancarios a veces son limitativos, etc. es decir que existen diversas causas que originan el funcionamiento de un "crédito no institucional". En el área de estudio funciona otra forma de crédito no institucional a través del "financiamiento anticipado sobre cosechas", especialmente para cultivos de exportación. Estos financiamientos no fue posible cuantificarlos, debido a que no existe ningún tipo de control o registro de las personas o empresas que practican esta actividad.

Siguiendo las normas y procedimientos de BANDESA, actualmente en condiciones normales para usuario "A" (con buen record en el banco), un crédito por el monto de Q.5,000 puede ser desembolsado en 5 días hábiles; y para otros usuarios no identificados en esta clasificación, en 12 días hábiles.

De acuerdo a la concepción del Sector Público Agropecuario de Alimentación -SPADA-, el BANDESA debería atender a los pequeños y medianos productores que son objeto de asistencia técnica proporcionada por DIGESA y DIGESEPE, y que estos mismos sean atendidos por INDECA para la comercialización de su producción. Sin embargo, en la práctica esta situación se da en muy pocos casos, y la población atendida de cada institución responde a objetivos particulares, por lo que los servicios de apoyo del SPADA no han sido con la efectividad deseada.

Por otra parte, existen problemas estructurales administrativos de la institución crediticia que limita tener una mayor cobertura de asistencia crediticia (en el área de estudio de reestructuración organizativa para flexibilizar y "democratizar" el crédito para que éste sea un instrumento eficaz y oportuno para las actividades productivas del área rural). También, del lado del productor existen limitaciones para una mayor cobertura del crédito, especialmente por no contar con la documentación que acredite la posesión de la tierra y otras por la incapacidad de pago, debido a que producen para el autoconsumo

CUADRO 49

Exportaciones de productos agropecuarios y mineros, en millones de dólares, 1985-1987

AÑO	1985		1986		1987	
	Número	Monto	Número	Monto	Número	Monto
MINERIA	516	838.974	556	824.181	606	1.568.144
AGRICULTURA	512	690.460	558	622.381	595	1.538.244
Maíz	125	139.984	112	103.720	117	144.870
Arroz	1	6.647	3	6.643	4	11.666
Trigo	196	131.980	204	201.297	167	136.866
Hortalizas	179	223.677	199	166.067	252	927.554
Otros Productos	2	3.200	2	2.100	4	8.500
Otros destinos						
Agrícolas	9	34.977	13	43.684	64	308.799
INDUSTRIA	2	34.684	--	--	5	18.600
ARTESANÍA	2	300	3	1.200	3	11.300

FUENTE: Departamento de Estadísticas y Estudios, BANDESIA.

No se dispone de información específica en relación a la morosidad de la cartera de préstamos del área de estudio sino, únicamente a nivel global de BANDESA, la cual muestra una alta morosidad (el 35% de su cartera está vencida y se le agrega la cartera contaminada, la morosidad alcanza niveles mayores al 50%)

Otras limitaciones de la asistencia crediticia obedecen a las normas legales establecidas (contratos, convenios de líneas de financiamiento) que estipulan destinos, plazos y otras condiciones de los créditos.

Sin embargo, se espera que con la reestructuración administrativa y medidas adoptadas para la democratización del crédito, éste servicio sea más efectivo.

d) Servicios de Comercialización

En Instituto de Comercialización Agrícola -INDECA- es la entidad responsable de promover las funciones y servicios de mercadeo de la producción agrícola del país, así como le corresponde aplicar las políticas de mercadeo, estabilización de precios y abastecimiento de productos agrícolas.

En el área de estudio no existe ninguna instalación de INDECA (sino, estaciones de compra venta), debido a que la zona es productora excedentaria de granos básicos, sino más bien su producción se destina al autoconsumo de los productores y si logran excedentes este se destina al abastecimiento de la población en la misma zona o áreas aledañas.

El movimiento de granos básicos se realiza los días de mercado de cada cabecera municipal, y en algunas oportunidades los excedentes se destinan a los mercados de la cabecera departamentales más cercanos o hacia la capital.

Existen otros tipos de servicios de comercialización proporcionados por entidades privadas (empresas exportadoras y cooperativas), para la compra de productos agrícolas de la zona, especialmente las hortalizas.

2.3.5. Industria y Artesanía

En el área de estudio, aparecen registradas como industrias o fábricas únicamente; 2 molinos de trigo, 4 fábricas de hielos, tejidos y sweaters; y 2 aserraderos (cuadro 48). Sin embargo, de acuerdo a observaciones de campo existen: 2 molinos de trigo, 3 heladerías de algodón y 1 de lana; 6 aserraderos y 2 polleras.

Esta diferencia es resultado de los requisitos exigidos para calificar como "industria", ya que estas deben tener un capital en giro mínimo de Q.10,000 y contar por lo menos con 5 personas contratadas. Las que no cumplen con estos requisitos se les califica de "producción artesanal", para la cual no se necesitan registrarse en las respectivas cámaras, asociaciones o gremiales.

A nivel de producción artesanal existen en cada municipio dentro del área de estudio, algunas que caracterizan al lugar, tales como en Santa Apolonia se identifica por la elaboración de cal y fabricación de ollas de barro; Tecpán Guatemala por sus aserraderos, telares y tenerías; Comalapa por sus huipiles y paños. Patzicía por sus telas típicas, Santa Cruz Balanyá por las alfombras tejidas y algunas explotaciones de minerales; y Zaragoza por los tejidos de lana y fabricación de sombreros de palma.

En cuanto a financiamiento y asistencia técnica disponible para los pequeños y medianas empresas o artesanales, la institución responsable del fomento de ellas es la Corporación Financiera Nacional -CORFINA-, pero debido a problemas coyunturales no está funcionando como tal, sino únicamente está en fase de recuperación de su cartera. Sin embargo, dentro de los programas prioritarios del actual gobierno existe el de Pequeña Microempresa, el cual se está ejecutando la fase I que corresponde al área metropolitana, pero a partir de Junio de 1988 se inicia la fase II que cubre las diferentes regiones del país. Por otra parte, el Banco Nacional de Desarrollo Agrícola BANDESA ha proporcionado créditos para artesanía en el área de estudio; en el año de 1987 otorgó para artesanía 9 créditos por un monto de Q.11,300 distribuidos así: en el municipio de Comalapa 6 por Q.6,600; en Tecpán Guatemala 1 por Q.2,000; y en Santa Cruz Balanyá 2 por Q.2,700 (cuadro.49).

2.3.6. Otras Actividades Económicas

Por falta de información suficiente para determinar un Valor Bruto de producción que permita caracterizar a cada sector, se utiliza la participación de la población económicamente activa (PEA) para establecer la importancia de cada actividad dentro de la economía del área de estudio.

De tal forma que la agricultura es el sector productivo más importante, siguiéndole los servicios comunales y sociales (de tendencia creciente en los últimos años), la industria como tercer sector; posteriormente aparecen construcción, comercio, transporte, almacenamiento y comunicaciones.

La actividad de servicios comunales y sociales no se le podría calificar de "sector productivo" como tal, pero debe considerarse que genera ingresos a través de los salarios de las personas que participan en estas actividades, así como las actividades productivas que se genera por las donaciones que se canalizan de organismos internacionales.

2.3.7. Demanda de Productos Agrícolas

La demanda de productos agrícolas en el área de estudio se estimó a través del consumo interno. Para tal efecto, se utilizan las cifras de población y de coeficientes de consumo per cápita

determinados por la encuesta levantada en el municipio de Tecpan Guatemala por la Dirección de Servicios Técnicos de INDECA.

También se analiza el balance global de la producción y demanda interna de los principales productos agrícolas, lo cual demuestra la necesidad de importar de algunos productos alimenticios para cubrir el consumo interno del área de estudio.

Para las estimaciones del consumo interno se consideran los productos agrícolas que constituyen la dieta común de las familias en el área estudiada, los cuales consisten en maíz, frijol y arroz.

El maíz se consume como "tortilla" diariamente y como "tamal o tamalito dulce", una o dos veces por semana. Se hace notar en épocas de cosecha, el consumo de maíz aumentó considerablemente por tener los productores suficientes reservas de grano en sus trojes.

El frijol negro constituye otro componente de la alimentación básica. También esporádicamente se consume frijol blanco, rojo o de otro color. El frijol se consume desde su estado verde hasta su estado seco.

El arroz es parte de la dieta alimenticia, pero en menor proporción del maíz y del frijol.

Debe señalarse que la alimentación está influenciada por los hábitos, costumbres e ingresos de la población, así como por la disponibilidad que exista de los alimentos en un momento determinado. También influyen los niveles sociales y económicos de cada familia. Sin embargo, para efectos de este análisis se considerará los resultados de la encuesta levantada por INDECA como una dieta alimenticia representativa del área de estudio.

A continuación se presenta el consumo diario per capita de los principales productos agrícolas de los habitantes del área rural y urbana; el consumo de maíz es mayor en el área rural.

TECPAN GUATEMALA: Consumo diario per capita de los principales productos agrícolas que constituyen la dieta alimenticia básica (en libras)

Producto	Consumo diario per Capita	
	Área Rural	Área Urbana
Maíz	0.1500	0.1100
Frijol	0.04175	0.0775

De acuerdo a los coeficientes de consumo diario per capita, y de estimaciones de población se calcula la demanda total anual de productos agrícolas en el área de estudio (cuadro 50).

CUADRO 50

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Demanda total Anual de productos agrícolas. Año 1988. (En Quintales)

PRODUCTO	Demanda Total Anual		Total
	Area Rural	Area Urbana	
Maiz	198 095	90 973	289 068
Frijol	20 671	14 364	35 035
Arroz	6 029	7 422	13 451

En el cuadro 51 se puede observar que el área de estudio es deficitaria para cubrir las necesidades alimentarias internas, por lo que debe importar productos agrícolas.

CUADRO 51

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Balance global de los principales productos agrícolas que constituyen la dieta alimentaria básica. Año 1988 (En quintales)

PRODUCTO	Oferta (Produccion)	Demanda Interna	Diferencia
Maiz	270 692	289 068	(18 376)
Frijol	5 291	35 035	(29 744)
Arroz	-	13 451	(13 451)

FUENTE: Calculos con base al cuadro 50

La demanda interna de los productos agrícolas presenta un crecimiento más dinámico que la producción de estos alimentos, especialmente el frijol ya que la producción muestra un crecimiento del 1% anual y el ritmo de crecimiento es del 2.4% anual. A esto debe agregarse que de algún modo la dieta alimenticia tiende a mejorarse en cuanto a calidad y cantidad.

También, debe tenerse en consideración que la mayor parte de la producciónn alimentaria está en manos de pequeños y medianos productores, los cuales muchas veces explotan tierras marginales de la agricultura, utilizan tecnología tradicional; en consecuencia obtienen niveles de productividad física muy bajo, esto se traduce que la producción manifieste un ritmo de crecimiento lento. De ahí que es necesario elevar los niveles de productividad a través de programas de asistencia técnica crédito, estímulos a la producción, facilidades de servicios de comercialización, etc. Ya que un incremento del área cultivada significa ampliar la frontera agrícola incorporando áreas de bosque o de otros usos no agrícolas.

2.3.8 Tenencia y Distribución de la Tierra

a) Formas de Tenencia de la Tierra

Para el análisis de la situación de las formas de tenencia de la tierra en las subcuencas Xayá-Pixcayá, se utilizaron las cifras a nivel municipal de III Censo Agropecuario de 1979, y se realizaron comparaciones con el II Censo Agropecuario de 1964, a fin de estudiar si en estos aspectos existe algún dinamismo de cambio.

Las formas de tenencia se dividen en formas simples y formas compuestas; las primeras comprenden: propias, arrendadas, comunales, en colonato y otras formas. Las formas mixtas de tenencia son: propias y arrendadas, propias y comunales, propias y en colonato, y otras formas.

El 76% de las fincas están dentro de las formas simples de tenencia de la tierra y en consecuencia el 24% tiene formas mixtas de tenencia.

Las formas simples de tenencia de la tierra en el área de estudio en 1979 muestran la composición siguiente: las fincas en propiedad comprenden el 87.1% con superficie equivalente al 96.9% del total; las tierras arrendadas constituyen el 12.1% de las fincas con el 2.8% de la superficie; las fincas comunales en colonato y bajo otras formas de tenencia comprenden el 0.8% con una superficie del 0.3%. Cabe mencionar que esta estructura se mantiene en el período intercensal (1964-1979), con algunas variantes que muestran cierta tendencia: a incrementar las fincas en propiedad, disminuyendo las tierras arrendadas y en colonato.

A nivel municipal se muestran algunas diferencias significativas con respecto al área de estudio en su conjunto, específicamente en Santa Apolonia y Tecpán Guatemala, ya que el 99% de la superficie de las fincas son propias, y no existen tierras comunales. Por otra parte, Patzún, Zaragoza y Santa Cruz Balanyá, muestran una tendencia creciente de dar en arrendamiento las fincas, posiblemente para cultivos de exportación de mayor rentabilidad.

Las formas mixtas de tenencia de la tierra en el área de estudio en 1979, tienen la siguiente composición; las fincas propias y arrendadas comprenden el 94% con similar porcentaje en superficie; las tierras propias y comunales constituyen el 0.1% de las fincas y el 0.2% de la superficie; las tierras propias y en colonato comprenden el 0.4% de las fincas y el 0.3% de la superficie; y las otras formas mixtas constituyen el 5.5% de las fincas y de la superficie.

En el periodo intercensal se muestra la tendencia de incrementar las fincas en propiedad y arrendadas (en 1964 constituían el 77% de las fincas con el 61% de la superficie).

A nivel municipal se presenta la misma situación con ligeras diferencias las cuales no constituyen variaciones de significativa importancia, que modifiquen el panorama del área de estudio.

El cuadro 52 muestra la composición de las formas simples y mixtas de la tenencia de la tierra en las subcuencas Xayá-Pixcayá.

En relación al tamaño de las fincas las formas de tenencia se manifiestan de la siguiente manera: las fincas familiares (a excepción de una comunal de 18 manzanas de extensión en el municipio de Comalapa) y las multifamiliares son tierras en propiedad; mientras que las microfincas o subfamiliares presentan las diferentes formas de tenencia.

Para la implementación de un programa de desarrollo, en el área de estudio, la tenencia de la tierra no constituye ninguna limitante ya que el 89% de las fincas son propiedad de los productores, teniendo una superficie equivalente al 96% del total.

b) Distribucion de la Tierra

Segun las cifras censales de 1979, muestran un grado significativo de concentracion de la tierra en el area de estudio; el 96% de las fincas de los municipios que conforman las subcuencas Xaya Pixcaya era explotaciones menores de 10 manzanas, absorbiendo el 52.5% de la superficie.

Las microfincas (menores de 1 manzana de extension) constituyen solo el 5.8% de la superficie; mientras en el otro extremo, las fincas multifamiliares (mayores de 1 caballeria o 64 manzanas) no constituyen el 0.4% y ocupan el 27.8% de la superficie total.

En el periodo intercensal (1964-1979) se muestra una tendencia a incrementar el numero de microfincas, debido a la fragmentacion sufrida en las fincas subfamiliares y familiares por repartimientos de padres a hijos o por arrendamientos de tierras.

CUADRO 52

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Formas de Tenencia de la Tierra. Año 1979. (Superficie en manzanas)

FORMAS DE TENENCIA	Numero de Fincas	Superficie
TOTALES	11 272 =====	37 389 =====
FORMAS SIMPLES DE TENENCIA	8 621 -----	32 516 -----
Propias	7 505	31 502
Arrendadas	1 042	923
Comunales	2	19
En Colonato	37	40
Otras formas	35	31
FORMAS MIXTAS DE TENENCIA	2 651	4 873
Propias y arrendadas	2 492	4 575
Propias y comunales	3	8
Propias y en colonato	10	15
Otras formas	146	275

FUENTE: Calculos con base a datos del III Censo Nacional Agropecuario 1979

El tamaño promedio del total de fincas se ha disminuido (en 1964 era de 5.5 manzanas por finca), lo cual significaría un creciente minifundio. Sin embargo, el tamaño promedio de las fincas multifamiliares se ha incrementado de 185.5 manzanas por finca en 1964 a 247.8 en 1979, lo cual muestra también una acentuada concentración de la tierra.

A nivel municipal se muestran variantes importantes. en los municipios de Comalapa, Santa Apolonia y Santa Cruz Balanyá, no existen fincas multifamiliares (Censo 1979). Según datos censales de 1964, en los dos primeros municipios mencionados existían 9 fincas mayores de 1 caballería de extensión; significando que estas sufrieron algún proceso de fragmentación.

El grado de concentración de la tierra en las subcuencas Xayá-Pixcayá se demuestra también por los métodos de Lorenz y Gini. En el método de Lorenz, se muestra que para que exista una distribución equitativa de la tierra, se debería de dar el 50% de las fincas ocupen el 50% de la superficie total; sin embargo como se muestra en el cuadro 53, los índices en el área de estudio están por debajo de esta hipótesis. El coeficiente de Gini

permite determinar el grado de concentración, el cual cuanto más se acerca a 1.0 su valor, mayor concentrada es la tierra y evidentemente menos equitativa su distribución.

Como se observa en el Cuadro 53 en el municipio de Tecpán Guatemala se tiene el mayor grado de concentración de la tierra y en el municipio de Santa Cruz Balanyá, el menor.

En conclusión, de acuerdo a las características y tendencias presentadas sobre la distribución de la tierra, y adicionando otras consideraciones importantes, tales como que la frontera agrícola casi llega a su límite y el crecimiento de la población se prevee en el mediano plazo una situación crítica en un proceso acelerado de minifundismo versus una acentuada concentración de la tierra.

Sin embargo, si comparamos esta situación con la presenta a nivel nacional se estaría dando una calificación de "no tan crítica" en el área de estudio. Es decir, en las subcuencas Xayá-Pixcayá el 96% de las fincas son explotaciones menores de 10 manzanas con una superficie de casi 53% de la total, y las fincas mayores de 64 manzanas no constituyen ni el 1% y ocupan el 28% de la superficie total. Mientras que a nivel nacional, el 87% de las fincas (menores de 10 manzanas), únicamente ocupan el 15% de la superficie, y el 3% de ellas tienen el 66% de la superficie total. Esto demuestra una alta concentración de la tierra y un minifundismo crítico.

En el anexo se presenta la información de la tenencia y distribución de la tierra a nivel de municipio, para los años censales 1964 y 1979.

CUADRO 53

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Indicadores de la concentración de la de la tierra. Año 1979.

AREA DE ESTUDIO/MUNICIPIOS	% Número de fincas	%Superficie	Coefficiente de Gini
SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA	50	18	0.62
Santa Apolonia	50	23	0.43
Tecpan Guatemala	50	14	0.67
Comalapa	50	24	0.56
Patzicia	50	18	0.55
Santa Cruz Balanya	50	20	0.38
Zaragoza	50	19	0.54

FUENTE: Calculos en base a datos del III Censo Nacional Agropecuario 1979

2.4 Transferencia de Tecnología Agrícola

La asistencia técnica es uno de los medios más importantes para elevar la productividad en el campo. En la subcuencas Xayá-Txcá, a la transferencia de tecnología agrícola se remonta hasta el año de 1955, en que el antiguo Instituto Agropecuario Nacional -IAN-, inicio sus actividades de extensión agrícola cubriendo posteriormente una parte de los 214 kilómetros cuadrados de las subcuencas investigadas.

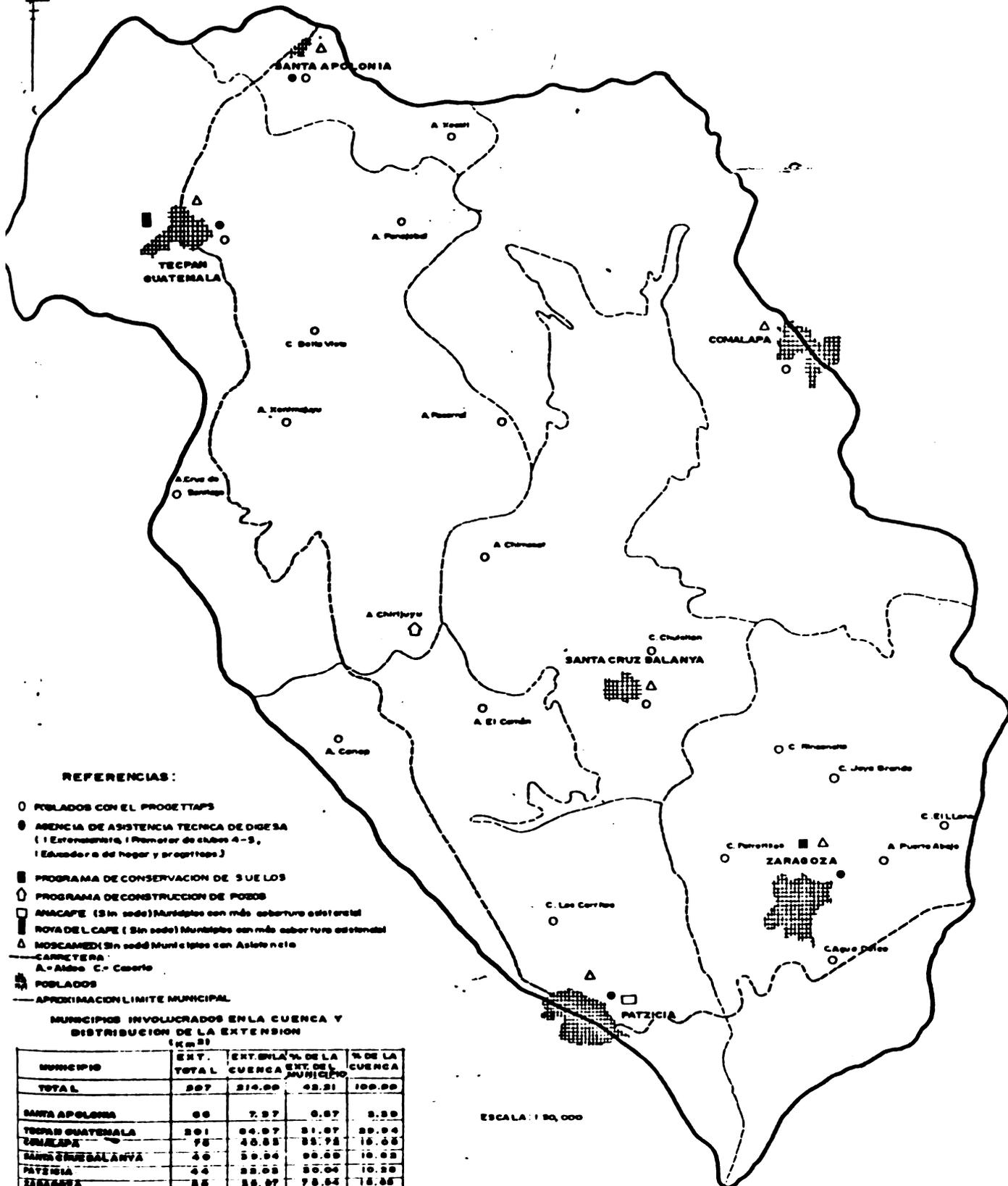
Igualmente en esa década (1950), la Dirección General de Asuntos Agrarios (hoy Instituto Nacional de Transformación Agraria INTA), organizó y entregó los microparcelamientos: Las Arenas, El Escudero y Maria Linda en Tecpan Guatemala (a los 2 primeros se les proporcionó asistencia técnica). En la actualidad esos microparcelamientos constituyen caseríos.

En el año de 1970, se reestructuró el Instituto Agropecuario Nacional y bajo la denominación de Dirección General de Servicios Agrícolas -DIGESA-, el personal de extensión agrícola y sus actividades se ejecutaron a través de programas de asistencia técnica, organizados en 5 fases de acción, siendo éstas:

- A. Fase de motivación: Comprende Clubs 4-S, masculino, femeninos y amas de casa:
- B. Fase de Formación : Comprende adiestramiento a pequeños y medianos agricultores.
- C. Fase de promoción: Comprende asistencia técnica y crediticia.
- D. Fase de Seguimiento: Comprende el seguimiento de la asistencia técnica: y
- E. Fase de Apoyo y Control: Comprende miniriego, conservación de suelos, habilitación de tierras, medicina preventiva y otros.

Hasta el año de 1978, DIGESA trabajó con estas 5 fases en las subcuencas y posteriormente se dedicó exclusivamente a las 3 primeras. Paralelamente a lo anterior, en 1980 el INTA creó los Patrimonios Agrarios Colectivos, que constituyen una forma de adjudicación de la tierra en copropiedad, a un grupo de campesiones organizados, quedando el instituto obligado a proporcionar la asistencia agropecuaria que implica un paquete de transferencia de tecnología para las labores de cultivo. Sin embargo, a la fecha el INTA únicamente ha entregado dos patrimonios en el departamento de Chimaltenango y se localizan en el municipio de Yepocaya, que esta afuera de las subcuencas de interes. En consecuencia, el INTA en la actualidad no proporciona asesoría ni asistencia técnica en el área estudiada.

Finalmente, en el año de 1985 DIGESA (subregión V-4, Chimaltenango) modificó su sistema de transferencia de tecnología, mediante un programa de generación y transferencia de



REFERENCIAS:

- POBLADOS CON EL PROGETTAPS
- AGENCIA DE ASISTENCIA TECNICA DE DGEESA
 (1 Estacionamiento, 1 Promotor de clubes 4-5,
 1 Educador a del hogar y proyectos)
- PROGRAMA DE CONSERVACION DE SUELOS
- PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE POZOS
- ANACAFE (Sin sede) Municipios con más cobertura asistencial
- ROYA DEL CAFE (Sin sede) Municipios con más cobertura asistencial
- △ MASCAMED (Sin sede) Municipios con Asistencia
- CARRETERA
 A.- Aldea C.- Caserio
- POBLADOS
- APROXIMACION LIMITE MUNICIPAL

MUNICIPIOS INVOLUCRADOS EN LA CUENCA Y
 DISTRIBUCION DE LA EXTENSION

MUNICIPIO	EXT. TOTAL (Km ²)	EXT. EN LA CUENCA (Km ²)	% DE LA EXT. DEL MUNICIPIO	% DE LA CUENCA
TOTAL	207	210.00	102.91	100.00
SANTA APOLONIA	66	7.97	12.07	3.80
TECPAN GUATEMALA	201	64.07	31.87	30.42
COMALAPA	78	40.88	52.28	19.22
SANTA CRUZ BALANYA	36	50.04	139.00	23.83
PATZUN	44	22.08	50.18	10.52
ZARZOZA	86	58.07	67.52	27.52

ESCALA: 1:50,000

FUENTE: INECENARIO GEOGRAFICO NACIONAL Y
 CALCULOS DEL CONSULTOR

C. A. T. I. E. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA	
CUENCA PRIORITARIA	
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGRICOLA	14
GUATEMALA MAYO 1968	

tecnología agropecuaria y producción de semillas -PROGETTAPS-, utilizando los recursos humanos a la fase de formación para transferir tecnología a través del adiestramiento de agricultores representantes de grupos organizados a nivel de aldea, asistiéndolos en los cultivos de maíz, frijol, trigo, papa y hortalizas. Sin embargo, a pesar de esto y según el resultado de la investigación realizada, ésta ha sido deficiente en las subcuencas, aunque no al extremo de lo reportado en otras regiones del país. DIGESA solo cuenta con 4 agencias con 4 técnicos en las subcuencas, situación que genera una baja cobertura asistencial y hace prácticamente imposible el desarrollo agrícola de las mismas.

El objetivo principal del componente Transferencia de Tecnología Agrícola fue identificar Paquetes Tecnológicos basado en los métodos de producción que en la actualidad están aplicando pequeños y medianos productores, que en cierto grado, representan las técnicas que se han permeado a través de los años en que se ha proporcionado el servicio de asistencia técnica.

La investigación se realizó con el propósito de conocer con cierto grado de exactitud, los métodos o técnicas de producción que en la actualidad están aplicando en el manejo de sus cultivos, los pequeños y medianos productores de las subcuencas. Además, la aplicación de abonos y fertilizantes, ejecución de prácticas de conservación de suelos, incidencia y control de plagas y enfermedades, tipos de semilla utilizada, sistemas y métodos de siembra forma de preparación del suelo, principales cultivos y épocas (meses) de mayor fertilización, preparación del terreno y siembra.

Las técnicas de sondeo y encuesta constituyeron la base de la metodología aplicada. La obtención de la información bibliográfica se realizó en las propias instituciones en la ciudad capital y en el campo, con el propósito de identificar las que de una u otra manera han influido en la adopción de técnicas mejoradas. La recolección de datos se efectuó a través de un muestreo probabilístico estratificado y enfatizó en los cultivos de mayor importancia en las subcuencas (maíz, frijol, trigo, papa y hortalizas), estudiándose las variables principales que se relacionan con los niveles de rendimiento, conservación de suelos, cuidados culturales, épocas e insumos, a efecto de conocer el problema cultural que se refleja en una forma de costumbre en el uso de técnicas de producción, que se han venido aplicando sin que a la fecha los productores se hayan despegado de la mayoría de sus métodos tradicionales.

Finalmente cabe mencionar que la información obtenida permitirá en cierto grado, introducir modificaciones al proceso de transferencia de tecnología agrícola, proporcionado algunas bases metodológicas para estudios a mayor detalle, pudiendo servir de guía en la escogencia de los métodos de producción que podrían aplicarse para lograr el incremento de los rendimientos

2.4.1. Nivel Tecnológico

El análisis de la producción y los datos obtenidos con la investigación de campo, ponen de manifiesto en general, el nivel tecnológico tradicional (nivel I) de los productores, en donde las actividades generalmente se hacen a mano con fuerza familiar, no ejecutan prácticas de conservación de suelos, no utilizan semilla mejorada y no utilizan agroquímicos, con excepción de fertilizantes, que son aplicados aproximadamente por el 96% de los productores, usando abono orgánico el 4% restante. Además sus cultivos son de la época de lluvias y por lo regular no tienen acceso a la asistencia técnica y al crédito agrícola, vendiendo directamente sus productos. Sin embargo, en el área de Tecpán, Patzicía y Comalapa se ubican algunos grupos de productores que aplican tecnología baja (nivel II), principalmente en el cultivo de papa y hortalizas, quienes ya utilizan algunas técnicas de conservación de suelos, agroquímicos en pequeña escala y un 81% usa semilla mejorada. Al igual que en el caso anterior, sus cultivos son de época de lluvias y eventualmente tienen acceso a la asistencia técnica y crédito agrícola, siendo sus productos vendidos a intermediarios.

La tecnología intermedia (nivel III) prácticamente no existe salvo algunas excepciones en pequeñas unidades económicas, especialmente en Tecpán, Comalapa, Santa Apolonia y Santa Cruz Balanyá, en donde las unidades productivas usan adecuadamente los agroquímicos, utilizan mejores sistemas de conservación de suelos y mecanizan algunas fases del proceso productivo, hacen uso de la semilla mejorada o certificada de riego, la mano de obra en general es asalariada, los productores tienen acceso al crédito bancario y a la asistencia técnica privada estatal y utilizan canales formales de comercialización.

Finalmente, cabe informar que el nivel IV, tecnología desarrollada no existe en las subcuencas, pues aunque en algunas unidades económicas se cumple en muchas fases del proceso productivo; en lo permisible no todo el proceso es mecanizado, no poseen laboratorios propios ni hacen investigación-experimentación, no siempre cuenta con mercados no tradicionales la mano de obra es altamente calificada y sus rendimientos no son de lo más óptimos.

En conclusión, se puede asumir que la mayoría de productores aplican métodos tradicionales de producción, con algunas técnicas excepcionales en algunos casos, situación que genera rendimientos por debajo de los que deberían obtenerse, conforme el potencial de clima y suelo de las subcuencas.

2.4.2. Métodos de Producción

A continuación se presentan los principales métodos de producción e insumos que actualmente están aplicando pequeños y medianos productores de las subcuencas de interés siendo estos: Prácticas de conservación de suelos (mecánicas y culturales).

abono y fertilizante usado con épocas de aplicación, forma y época de preparación del suelo, épocas de siembra, tipo de semilla utilizada, sistemas y métodos de siembra e incidencia de plagas y enfermedades y control de las mismas.

En cuadro 54 se anotan en cifras relativas los resultados obtenidos en la investigación de campo y el análisis de los mismos.

a) Práctica de Conservación de Suelos

La información que se presenta orienta el conocimiento del uso de prácticas modernas aplicadas a la agricultura para que los suelos cumplan su función principal.

Los datos que aparecen en el cuadro 54 constituyen únicamente indicadores que se presentan en cifras relativas, basadas en información aportada por los agricultores que ejecutan prácticas mecánicas y culturales con fines de conservación de suelos.

En cuadro 54 se puede apreciar que la mayoría de productores conservan y manejan adecuadamente los suelos, debiéndose en parte al hecho de que la asistencia técnica a través de los años ha tenido impacto aceptable. Sin embargo, no se optimiza el uso de los suelos, desde el punto de vista agrícola.

CUADRO 54

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Prácticas mecánicas y culturales que realizan los productores.

Prácticas Mecánicas	%	Prácticas Culturales	%
TOTAL	100	TOTAL	100
Curvas a nivel	34	Rotación de cultivos	80
Terrazas	7	Barreras	2
Control de Carcavas	2	Siembras en Contorno	0
Curvas de Desviación	13	Cultivos de Protección	4
No realizan	44	No realizan	14

FUENTE: Investigación de Campo

El cuadro 54 demuestra que únicamente el 14% de los productores no realizan alguna práctica cultural y que la

rotación de los cultivos es la práctica más común (80%), por ser la técnica más antigua y la más económica y efectiva para mejorar la fertilidad del suelo, en este caso sumamente pobres en nutrientes. Contrariamente, en la ejecución de prácticas mecánicas la mayoría de los productores no las realizan (44%) y sólo un 34% hace curvas a nivel, indudablemente por ser la técnica más transferida a través de programas de conservación de los suelos y porque resulta económica para los agricultores.

El resto de prácticas mecánicas y culturales son ejecutadas por menos del 15% de los productores debido a la escasa asistencia técnica y falta de organización de los productores que no permite una agresiva transferencia de tecnología con una ampliación de su cobertura.

b) Fertilización

En el cuadro 55 se muestra en cifras relativas, la aplicación de fertilizantes y abono orgánico, que pequeños y medianos productores realizan en el manejo de sus plantaciones, efectuándose combinaciones entre químicos y orgánicos. El porcentaje se da con respecto a todos los fertilizantes y abonos que se aplican.

Las cifras que se anotan en el cuadro 55 corresponden exclusivamente a los productores que fertilizan o abonan, y en su orden los porcentajes son los siguientes; en maíz 94%, en frijol 78% y en trigo, papa y hortalizas el 100%.

CUADRO 55

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Aplicación de abonos y fertilizantes por cultivos. Cifras relativas.

Tipo de Fertilizante	Cultivos				
	Maíz	Frijol	Trigo	Papa	Hortalizas
Total	100	100	100	100	100
Orgánico	0	14	3	0	0
Nitrogenado	10	14	0	0	0
Completo	34	43	60	73	44
C-N-O 1/	0	0	0	0	0
Nitrogenado completo	56	29	37	27	56
Nitrogenado orgánico	0	0	0	0	0
Completo orgánico	0	0	0	0	0

1/ Combinación de completo, nitrogenado y orgánico.

FUENTE: Investigación de Campo

Al analizar el cuadro 55 se observa que el 50.8% de los productores que explotan los 5 cultivos anotados aplican fertilizante completo, obedeciendo a la necesidad de nutrientes del suelo y a las recomendaciones técnicas que con mayor énfasis se han dirigido al uso de estos fertilizantes. A lo anterior cabe agregar que un 41% de los agricultores también usan fertilizantes nitrogenado combinado con completo, y en ambos casos en general el número de aplicaciones va de 1 a 2 con intervalos de 30 hasta 60 días.

Igualmente hay que indicar que en total el 96% de los productores fertiliza químicamente, debido a que es el insumo que más impacto tiene sobre la producción, especialmente en el caso de estas subcuencas. El restante 4% utiliza abono orgánico, porcentaje que cada año se reduce debido a la escasez de materia orgánica de origen vegetal y animal.

c) Épocas de Fertilización, Preparación del Suelo y Siembra

El cuadro 56 tiene por objeto presentar algunos estándares de importancia básica en el diagnóstico, y se inicia la columna matriz con el listado de los principales cultivos (actuales y potenciales), que se explotan en las subcuencas y que representan un buen indicador de rentabilidad del desarrollo agrícola de las mismas.

El cuadro 56 muestra que los meses de marzo y abril son las épocas en que la mayoría de productores preparan el suelo para la siembra, considerando que se debe al clima de las subcuencas y a los suelos que guardan mayor humedad. La siembra generalmente se realiza en el mes de mayo y la mayoría de productores aplican fertilizantes completo al momento de la siembra (9 de 12 cultivos) exceptuándose en coliflor y tresa que lo hacen antes o después de la siembra.

Con los fertilizantes nitrogenados sucede que la mayoría de productores los aplican después de la siembra (correcto) con algunas excepciones, como en el caso del repollo y brócoli que generalmente lo aplican en el momento de la siembra.

d) Semilla Utilizada

Una resultado del trabajo, lo constituye los datos que se presentan en el cuadro 57. En el se muestran los indicadores obtenidos en cuanto a la semilla que los productores utilizan en el manejo de sus cultivos.

CUADRO 56

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Principales épocas de fertilización, preparación del suelo y siembra por cultivo. Código de meses.

Cultivo	Epocas de mayor Fertilización		Epocas principales de preparación del suelo	Epocas principales de siembra
	Completa	Nitrogenada		
Maiz	5-6	7-8-9	3-4	4-5
Frijol	3-4	7-8	3-4	3-4-5
Papa	5	7	3-4-5	5-6
Manzana	-	-	4	5
Trigo	5-6-9	6-8-10	3-4-5	5-6-9
Repollo	6-7	5-6-9	3-4	5-6
Brocoli	4-5	5-6	4-5	5
Coliflor	7-8	4-5	2-10-12	3-5
Arveja	5-9	-	2-9	5-9
Arveja China	11-12-1	1	10-11	11-12-5
Col de Bruselas	5	7	4	5
Fresa	6-7	11	2-4	5-9

Código de meses: 1 enero; 2 febrero; 3 marzo; 4 abril; 5 mayo
6 junio; 7 julio; 8 agosto; 9 septiembre;
10 octubre; 11 noviembre; 12 diciembre

FUENTE: Investigación de Campo 1988

CUADRO 57

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Tipo de semilla aplicada por los productores según cultivo. Cifras relativas.

Cultivo	Tipo de Semilla			Total
	Criolla	Mejorada	Ignorada	
Maiz	94	3	3	100
Frijol	100	0	0	100
Trigo	67	30	3	100
Papa	9	82	9	100
Hortaliza	18	80	2	100

FUENTE: Investigación de Campo 1988

Los datos anteriores demuestran que el 57.6% del total de agricultores dedicados a la explotación de los 5 cultivos (7 hortícolas) estudiados, utiliza semilla criolla y esto contribuye a la obtención de rendimientos que muchas veces están por debajo de los esperados; rendimientos que al calcularlos en forma general, se incrementan debido a la influencia del uso general de la semilla mejorada que es utilizada por un 39% de agricultores, con dominancia en el cultivo de la papa y hortalizas. El 3.4% de productores indica no saber que clase de semilla utilizar debido a que generalmente la obtiene gratuitamente.

e) Otras Prácticas y Métodos de Producción

El cuadro 58 corresponde a la realización de muestreo de suelos y desinfestación del mismo y el subsiguiente a los métodos de preparación del suelo y de siembra que están usando los productores. En ambos casos los datos anotados están referidos a los doce cultivos resultantes de la investigación de campo.

CUADRO 58

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Porcentaje de productores que ejercen muestreo y desinfestación de suelos.
Cifras relativas.

ACTIVIDAD	Si	No	TOTAL
Muestreo de los suelos	8	92	100
Desinfestación de suelos	25	75	100

FUENTE: Investigación de campo, 1988

La información contenida en el cuadro 58 indica que la mayoría de los productores no realiza muestreo de suelos y esto obedece a que generalmente, desconocen para qué se hace, cómo se hace y con qué se hace, corroborando una baja cobertura asistencial. Igualmente se considera que la tenencia de la tierra (arrendatarios, medianeros, etc), influye en la adopción de esta práctica.

El 75% de los agricultores no desinfestan el suelo antes de la siembra y esto se razona en el sentido de que los productores desconocen que esta actividad contribuye al mejoramiento del nivel de rendimiento y porque muchas veces su aplicación es antieconómica para los pequeños y medianos productores.

CUADRO 59

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Porcentaje de productores que realizan formas de preparacion del suelo y sistemas y metodos de siembra.

ACTIVIDAD	% DE PRODUCTORES
Preparacion del suelo	100
Manual	77
Mecanica	7
Animal	16
Sistema de Siembra	100
Manual	100
Mecanica	0
Mixta	0
Metodo de Siembra	100
Al volteo	25
En surco	48
Al cuadro	25
Mateado	2

FUENTE Invenstigacion de campo 1988

Por si sólo el cuadro 59 muestra que la preparación del suelo y la siembra en la mayoría de veces se hacen a mano y esto obedece a la topografía de las subcuencas, que en su mayor parte de extensión no permite la mecanización, y a la baja cobertura de la asistencia crediticia.

En cuanto a métodos de siembra, el 25% (al voleo), corresponde en su totalidad a los productores de trigo, el 48% y el resto de porcentajes pertenecen a los agricultores que utilizan estos métodos en la explotación de los 11 cultivos restantes.

F) Incidencia de Plagas y Enfermedades

En el cuadro 60 se indica el ataque de las principales plagas y enfermedades, que fueron reportados por los agricultores y el porcentaje de productores que las controla, y en anexo se anotan los nombres científicos.

En el cuadro 60 únicamente se incluyeron las plagas y enfermedades que inciden en más del 5% respectivamente del total de cultivos investigados. El porcentaje de productores que

controlan las plagas (c) está referido al porcentaje de incidencia (i) en su equivalente del 100%. Ejemplo; 54% de incidencia es igual al 100% de ataque de gallina ciega en maíz.

CUADRO 60

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Incidencia de plagas mas significativas por cultivo y productores que las controlan. Cifras relativas.

Plagas	Maiz		Frijol		Trigo		Papa		Hortaliza	
	i	c	i	c	i	c	i	c	i	c
Total	100		100		100		100		100	
Broca de Frijol			9	100						
Gallina Ciega	54	56	18	100	44	55	52	92	14	67
Gusano Alambre	7	100							8	100
Gusano Cogollero	35	40							8	100
Gusano Nochero	4	0	9	100			4	100	14	100
Tortuguillas			55	83			29	100		
Pulgon					28	100	4	100	14	100
Gusano Medidor									8	100
Gusano de la hoja					4	0			29	100
Gusano del repollo							4	100	3	100
Gusano Ejotero							4	100	3	100
Otras Plagas			9	100	24	38	3	50	2	100

REFERENCIAS: i- Incidencia(%) de plagas, c= porcentaje de productores que controlan las plagas

Con los datos del Cuadro 60, se demuestra que la gallina ciega es la plaga que más cultivos ataca, incidiendo en más del 36% el ataque a los 5 cultivos (7 hortícolas) reportados; siendo las hortalizas el cultivo menos atacado. Sin embargo, el 74% de los productores la controlan con distintos pesticidas. La tortuguilla con 16.8% de incidencia ocupa el segundo lugar y ataca únicamente los cultivos de frijol y papa, siendo controladas, coadyuvando conjuntamente con la fertilización (más del 78% de productores) a la obtención de los más altos rendimientos.

Los cultivos de papa y hortaliza resultan ser los más afectados por las distintas plagas (7 y 10% respectivamente); prácticamente todos los productores las controlan, situación que incide favorablemente en los rendimientos antes indicados.

La información indica que el argueño y el tizón tardío son las enfermedades que más inciden en los cultivos investigados, calculándose para los 5 cultivos un ataque global que alcanza el 39% y 32.2%, respectivamente de incidencia, considerándose asimismo que el clima en que se produce permite su mejor desarrollo. Desafortunadamente sólo el 34.2% y el 28.4% de los pequeños y medianos productores controlan dichas enfermedades y esto contribuye a que no se alcancen rendimientos por unidad de área más óptimos.

El trigo y las hortalizas resultan ser los cultivos más susceptibles al ataque de 6 enfermedades, aunque con menor incidencia (exceptuando el argueño en el trigo), pero que en algún grado merman su producción.

8.4.3 Paquetes Tecnológicos

El propósito de esta sección es medir con mayor precisión en qué medida se han ido operando los cambios tecnológicos; cómo se han adoptado las técnicas y el éxito o fracaso de los sistemas de transferencia tecnológica agrícola.

Los paquetes tecnológicos son agrupaciones de tres o más técnicas de producción que en la actualidad están aplicando pequeños y medianos productores. Igualmente es una fórmula de producción para mejorar el rendimiento y el ingreso del productor e involucra los factores modificables de la producción, asegurando, en cierto grado, la aplicación de algunas prácticas tradicionales que han demostrado tener un impacto aceptable en el cuadro 61 se muestran los paquetes tecnológicos del frijol y en cada uno se anotan diferencias y similitudes en la aplicación de los métodos de producción que se indican en los componentes del paquete.

CUADRO 61

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Paquete tecnologico del frijol.

Componentes del paquete	Paquete No. 1 De-mayor-rend.	Paquete No. 2 De-menor-rend.	Paquete No.3 Más-usado
Distancia entre plantas (cms)	42	12	10
Distancia entre surcos (cms)	42	80	60
Tipo de semilla	criolla	criolla	criolla
Control de Plagas	no	si	si
Rendimiento qq/mz	13	40	20

El paquete No.1 incluye fertilizantes nitrogenado o abono orgánico y los paquetes 2 y 3 fertilizantes completo.

El cuadro 62 muestra los paquetes tecnológicos del trigo y en cada uno se anotan diferencias y similitudes en la aplicación de los métodos de producción que se indican en los componentes del paquete.

Los paquetes Nos. 2 y 3 implican control de plagas y con el número 1 no se controlan plagas.

CUADRO 62

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Paquete tecnologico del trigo.

Componentes paquete	Paquete No. 1 De-menor-rend.	Paquete No. 2 De-mayor-rend.	Paquete No.3 Más-Usado
Preparación del suelo	manual	mecánica-animal	manual
Método de siembra	voleo	voleo	voleo
Tipo de semilla	criolla	mejorada	criolla
Fertilizantes	nitrogenado completo	completo	completo
Rendimiento qq/mz	8	51	33

Pensando en que el número de posibles combinaciones entre las distintas técnicas de producción es muy grande únicamente se combinaron con fines de diagnóstico, las que tienen mayor capacidad diferenciadora y en cada paquete se identificó el indicador de la técnica anotada. En otras palabras, los paquetes aludidos muestran diferencias en tecnología y en rendimiento en áreas con condiciones naturales similares.

Finalmente, cabe indicar que los paquetes que se describen constituyen una muestra de los muchos que pueden conformarse y transferirse, cambiando tres o cuatro técnicas por cultivo.

En este caso se presentan 3 paquetes para 5 cultivos: 1 (de menor rendimiento); 2 (de mayor rendimiento) y 3 (más usado); representando a nivel de diagnóstico las técnicas que actualmente están aplicando pequeños y medianos productores en las subcuencas.

En el cuadro 63 se muestran los paquetes tecnológicos del maíz y en cada uno se anotan diferencias y similitudes en la aplicación de los métodos de producción que se indican en los componentes del paquete.

En el paquete No.1 no se aplica fertilizante, ni se hace control de plagas; en el paquete No.2 se aplican fertilizantes nitrogenados y completos y se realiza control de plagas, y en el paquete No.3 se aplican fertilizantes completos y control de plagas.

CUADRO 63

SUBCUENCA XAYA PIXCAYA: Paquete tecnologico del maiz.

Componentes del paquete	Paquete No. 1 De-menor-rend.	Paquete No. 2 De-Mayor-rend.	Paquete No.3 Más-usado
Distancia entre plantas (cms)	120	84	100
Distancia entre surcos (cms)	120	84	100
Profundidad de siembra (cms)	12	5	10
Granos por postura (No.)	6	3-4	4-5
Rendimiento en qq/mz			

En el cuadro 64 se muestran los paquetes tecnológicos de la papa en cada uno se anotan diferencias y similitudes en la aplicación de métodos de producción que se indican en los componentes del paquete.

En el paquete No. 1 no se aplican fertilizantes ni abono orgánico y en los números 2 y 3 se aplica fertilizante completo. En el paquete No.1 no se hace control de plagas y en los paquetes 2 y 3 si se ejecuta la actividad. En los paquetes 1 y 3 no se realiza control de enfermedades y en el número 2 ejecutan este control.

CUADRO 64

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Paquete tecnologico de la papa.

Componentes del paquete	Paquete No. 1 De-menor-rend.	Paquete No. 2 De-mayor-rend.	Paquete No. 3 Más-usado
Profundidad de siembra (cms)	30	20	10
Método de siembra	surco	surco	surco
Tipo de semilla	criolla	mejorada	mejorada
Desinfestación del suelo	no	si	no
Rendimiento qq/mz	15	200	133

En el cuadro 65 se muestra los paquetes tecnológicos de las hortalizas y en cada uno se anotan diferencias y similitudes en la aplicación de los métodos de producción que se indican en los componentes del paquete.

En el paquete No. 1 se utiliza semilla criolla y en el No. 2 y 3 mejorada. El rendimiento varía en el rango establecido de acuerdo a cada hortalizas. Las distancias entre las plantas (30-65 cms), entre surcos (40-80 cms) y las profundidades de siembra (2-20 cms) también varían de acuerdo al producto tratado.

CUADRO 65

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: Paquete tecnologico de las hortalizas.

Componentes del paquete	Paquete No. 1 De-menor-rend.	Paquete No. 2 De-mayor-rend.	Paquete No. 3 Más-usado
Método de siembra	mateado	surco	cuadro
Control de plagas	no	si	si
Control de enfermedades	no	si	no
Desinfestación del suelo	no	si	no
Fertilizante	completo	nitrogenado completo	nitrogenado completo
Rendimiento qq/mz	13	750	

2.5 Infraestructura Física y Social

2.5.1. Comunicaciones y Transportes

En términos generales, el área de estudio cuenta con adecuadas comunicaciones hacia y dentro de ella, tanto viales y de transporte de pasajeros y carga como a través de líneas telefónicas, telegráficas, radiofónicas y otras; considerándose suficientes para establecer programas de desarrollo en el área.

a) Inventario de la red vial

El área de estudio está comunicada a través de la Carretera Interamericana (Ruta Nacional CA-1) y tiene acceso a las diferentes cabeceras municipales dentro de la subcuencas Xayá-Pixcayá por las Carreteras Departamentales No.2 a Zaragoza y Comalapa, la No.3 a Santa Apolonia y la No.4 a Patzicía y Tecpán Guatemala, mientras que a Santa Cruz Balanyá se comunica a través de su respectivo camino de acceso transitable todo el año.

También existe acceso adecuado a las principales poblaciones y a las zonas de producción agropecuaria, en algunos casos se tienen únicamente acceso en época seca o una sola vía; sin embargo, la mayoría de caminos de acceso están en buenas condiciones.

En el mapa 13 se hace referencia de la ubicación y características de las carreteras y caminos de acceso.

b) Organización de circuitos comerciales y de Transporte.

Actualmente existen 50 líneas de transporte de pasajeros autorizados por la Dirección General de Transportes (cuadro 66). Estas tienen rutas entre las cabeceras municipales del área de estudio, como hacia la cabecera departamental de Chimaltenango y a la Ciudad de Guatemala.

No se tiene información específica sobre el transporte de carga en el área de estudio, ya que los registros no se llevan a nivel municipal ni por ruta, sino que estos son a nivel nacional. Por lo tanto, el transporte de carga puede realizarse en toda la República y con permisos especiales hacia afuera del territorio nacional.

CUADRO 66

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Número de licencias y unidades de transporte de pasajeros. Por municipio en donde fue otorgada la línea.

MUNICIPIO	No. de Licencias Otorgadas	No. de Vehículos Autorizados
TOTALES	50 =====	64 =====
Santa Apolonia	6	6
Tecpán Guatemala	23	30
Comalapa	12	18
Patzicia	3	3
Santa Cruz Balanyá	3	3
Zaragoza	3	4

FUENTE: Dirección General de Transportes

c) Red Telefónica

La Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones -GUATEL- atiende al área a través del siguiente equipó:

Tecpán Guatemala tiene 2 Abonados Comunitarios y 40 Líneas
 Comalapa cuenta con 2 Abonados Comunitarios:
 Patzicia cuenta con 33 líneas y 1 teléfono público (menedero) ; y
 Zaragoza cuenta con 25 líneas y a teléfono público (monedero) .

Este servicio se presta únicamente en las cabeceras municipales, antes mencionadas. Santa Cruz Balanyá y Santa Apolonia no cuentan con servicio telefónico.

d) Otras Comunicaciones

En cada cabecera municipal existe una oficina de correos y telecomunicaciones, que presta el servicio público postal y telegráfico. De acuerdo al movimiento diario se clasifica de la manera siguiente;

MUNICIPIO	CATEGORIA
-----	-----
Santa Apolonia	4a.
Tecpán Guatemala	1a.
Comalapa	3a.
Patzicía	2a.
Santa cruz Balanyá	4a.
Zaragoza	4a.

2.5.2. Salud Pública

Para el análisis de la situación de salud en el área de estudio, se utilizó información proporcionada por la Unidad Sectorial de Planificación de la Salud y Dirección General de Servicios de Salud, a través del Área de Salud del Departamento de Chimaltenango. Asimismo, es necesario explicar que en algunos casos no existen datos específicos para el área de estudio, utilizándose para ello los indicadores a nivel de Departamento.

a) Organización y Localización de servicios hospitalarios y médicos.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social tiene divididas sus acciones en 24 Áreas de Salud, siendo la del departamento de Chimaltenango, la responsable de atender la población del área de estudio.

El Área de salud del Departamento de Chimaltenango está conformada por 10 Distritos (1 Hospital Intregrado y 9 Centros de Salud) y 55 puestos de salud. El área de estudio está atendida por los Distritos; No.1 Chimaltenango; No.2 Tecpán Guatemala; No.4 Comalapa; No.7 Patzicía; los cuales tienen la siguiente organización funcional y operativa (cuadro 67).

CUADRO 67

CONTRIBUCIONES XAYA-PIXCAYA: Organización del Área de Salud del departamento de Chimaltenango, que atiende a la población del área de estudio. Por Distritos, Centros y Puestos de salud (ubicación). Año 1987.

DISTRITO	CENTRO DE SALUD	PUESTO DE SALUD
1. Chimaltenango		
Hospital Integrado		San Jacinto Tonajuyu El Tejar Parramos San Jose Parrojas Chimachoy San Andres Iztapa *Zaragoza *Rincon Grande Las Lomas Mancheren Grande Puerta Abajo
2. Tecpan Guatemala	*Tecpan Guatemala	*Santa Apolonia Chipata Caliaj Caquixajay Xejavi Palama *Xenimajuyu *Chirijuyu Xecocol Agua Escondida *San Jose Chirijuyu
3. Comalapa	*Comalapa	Ximajuleu Patzaj Paquixic Paraxaj *Panabajal Pamumus Xiquin Sinai
4. Patzún	*Patzún	Pahuit *Santa Cruz Balanya *Cimasat

Existen clínicas y servicios médicos hospitalarios de carácter privado; sin embargo, por falta de un control y registro de los mismos es imposible dar mayor información sobre ellos. Pero, es importante resaltar la Clínica Berhrost ubicada en la Cabecera Departamento de Chimaltenango que está realizando una loable labor, abarcando algunas poblaciones del área de estudio.

b) Servicios Médicos

El Hospital de Chimaltenango constituye un "Centro Integrado", que corresponde a la fusión del Centro de Salud y al Hospital en aquellas poblaciones que cuentan con ambos establecimientos en la misma localidad; prestando los servicios siguientes;

- a) Promoción y protección de la salud (saneamiento ambiental, consulta externa general, farmacia estatal, puestos de salud, desarrollo comunal);
- b) Medicina
- c) Cirugía
- d) Maternidad (Gineco-obstetricia)
- e) Pediatría
- f) Servicios médicos de apoyo (laboratorio, rayos X)
- g) Emergencias

Tradicionalmente estos establecimientos han tenido la responsabilidad de la recuperación y rehabilitación de la salud (parte curativa) de la población, pero en la actualidad se ha cambiado la filosofía de su funcionamiento hacia brindar acciones integradas de promoción, prevención y recuperación de la salud (partes preventiva y curativa integradas).

Los Centros de Salud "son establecimientos generalmente ubicados en cabeceras municipales, pero también en poblados importantes, con dinámica de desarrollo acelerado, atendidos por un equipo mínimo multidisciplinario, ya que cuenta con médico, enfermera, inspector de saneamiento ambiental, trabajador social (algunos), laboratorista(algunos), auxiliares de enfermería y personal administrativo".

Los servicios médicos que prestan son;

- a) Consulta general (morbilidad, emergencias, primeros auxilios);
- b) Atención materno-infantil y familiar (prenatales, postnatales, planificación familiar);
- c) Inmunizaciones (aplicaciones de dosis de DPT, BCG, polio, sarampión a población infantil y Toxoidetético a embarazadas);
- d) Vigilancia epidemiológica;
- e) Educación sanitaria y adiestramiento de personal voluntario;
- f) Desarrollo comunal (institucional y a través de promotor de salud y comadronas);
- g) Saneamiento ambiental (control de calidad de agua, inspecciones sanitarias, instalación de letrinas, vacunación antirrábica a perros).

Los Puestos de Salud generalmente están ubicados en cabeceras municipales de tercera y/o cuarta categoría y aldeas o caseríos importantes, atendidos por Auxiliar de Enfermería y Técnico en Salud Rural. En algunas oportunidades puede contarse con estudiantes de medicina en Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). En el Puesto de Salud, especialmente dirigidas hacia la promoción y prevención y en grado mínimo de recuperación de la salud. Otro papel de importancia dentro de su funcionamiento, son las acciones de los agentes voluntarios (promotores de salud y comadronas) que trabajan directamente en las comunidades.

El Area de Salud del departamento de Chimaltenango para atender a su población (para 1987 se estima que había 275,976 habitantes). Cuenta con el recurso humano siguiente: 20 Médicos, 2 Odontólogos, 19 Enfermeras, 149 Auxiliares de Enfermería, 23 Técnicos en Salud Rural, 4 Laboratoristas, 10 Técnicos de laboratorio, 3 técnicos de Rayos X, 14 inspectores de Saneamiento Ambiental y 7 trabajadores Sociales. si se hace un simple análisis nos daría las siguientes relaciones por habitante:

1 Médico para 13,798 habitantes
 1 Enfermera para 14,526 habitantes
 1 Auxiliar de Enfermería para 1,985 habitantes
 1 Odontólogo para 137,998 habitantes

Esta situación demuestra las limitaciones de recursos humanos para hacer efectivas las acciones de promoción, prevención y recuperación de la salud. A esto hay que agregar las limitaciones presupuestarias que no permiten la contratación de mayor personal, sino que también restringen la adquisición de equipo, materiales y medicinas.

c) Principales Enfermedades

Las enfermedades que más afectan a la población del Area de Salud del Departamento de Chimaltenango, son de carácter endémico, siendo las de mayor incidencia las infecciones respiratorias agudas; gastroenterocolitis y diarreas; las cuales son las causas más comunes de morbilidad.

Para disminuir la tasa de morbilidad, se necesita de una mayor preparación sanitaria, para señalar que debido a la calidad e insuficiencia de agua potable es que las infecciones intestinales están tan generalizadas. Es probable también que, por las condiciones ambientales y posiblemente las bajas defensas del organismo de las personas, las enfermedades infecciosas respiratorias agudas sean la causa de mayor incidencia en la mortalidad de la población en esta área.

Por otra parte aunque no se tiene información suficiente sobre si es adecuada o no la dieta alimenticia de la población del areas de estudio, a primera vista resaltan dos cosas: la primera es que su alimentación no es escasa y es mas bien variada: y la segunda es que practicamente no hay ninguna

diferencia en la alimentación entre los diferentes estratos. Sin excepción el maíz y el frijol constituyen la base de la alimentación, adicionalmente con alguna frecuencia, los huevos y carne de gallina, y ocasionalmente el cerdo. Aparecen en la dieta las verduras, con poca frecuencia las frutas, los tubérculos y las raíces.

CUADRO 68

AREA DE SALUD DE CHIMALTENANGO: Principales causas de morbilidad.
Año 1986.

DIAGNOSTICO/CAUSA	Numero de Casos	Tasa de Morbilidad (Por 1000 habitantes)
Infecciones Respiratorias Aguda	6 539	25.28
Parasitismo	2 444	9.56
Diarreas	2 433	9.51
Desnutricion	2 170	8.49
Sarcoptiosis	733	2.86
Infecciones Urinarias	641	2.50
Enfermedad Peptica	577	2.25
Amebiasis	557	2.17
Anemia	373	1.45
Impetigo	333	1.30
Otros 1/	16 914	66.17
TOTAL	33 714	====

FUENTE: Plan Operativo 1988. Area de Salud de Chimaltenango.
Direccion General de Servicios de Salud M.S.P. y A.S.

1/ Enfermedades del corazon, intoxicacion alcoholica, senelidad, tos ferina, sarampion otras.

2.5.3. Educación

En el área de estudio en términos generales, se podría decir que existe la infraestructura educativa completa, ya que se cubren todos los niveles educativos desde preprimaria bilingüe hasta el Ciclo Diversificado. Sin embargo, a nivel de municipio como por área urbana y rural se presentan ciertas diferencias en la cobertura educacional.

Existen 189 escuelas con un promedio global de 3 maestros por escuela y 31 alumnos por maestro (cuadro 69). De estas 163 corresponden a escuelas públicas, 22 son de carácter privado y 4 fueron implantadas por cooperativas.

CUADRO 69

ENCAS (A-A) PUNCA-A: Escob aridad de la poblacion segun inscripcion en escuelas. Año 1997.

REG	TOTALES	PRE-PRIMARIA	PRIMARIA						CICLO BASICO	CICLO DIVERSIFIC
			1o.	2o.	3o.	4o.	5o.	6o.		
S	13 268	2 438	4 241	3 076	2 337	1 274	1 260	904	1369	102
Colonia	1 174	128	358	238	190	119	70	35	41	-
Guatemala	6 333	1 300	1 552	1 134	867	554	427	296	473	33
ca	4 716	414	1 252	882	740	527	337	209	251	51
ra	2 321	312	760	500	395	304	194	153	133	-
ros Balam	350	153	207	147	144	100	67	63	63	-
ca	2 413	122	703	588	393	270	165	43	243	13

FUENTE: Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa
-USIPE- del Ministerio de Educación.

a) Localización de los establecimientos escolares
nivel de escolaridad ofrecida.

Como se mencionó anteriormente, los establecimientos escolares existentes en el área de estudio tienen una cobertura completa en cuanto al nivel educativo se refiere. Se imparte educación preprimaria bilingüe (español y cakchiquel) en aspectos de iniciación higiénica y de enseñanza motivacional; primaria a niños y a adultos hasta ofrecer carreras de magisterio y comercialización de nivel medio.

Los municipios de Comalapa, Tecpán Guatemala y Zaragoza cubren todos los niveles educativos, concentrándose en el área urbana la educación a nivel medio; mientras que la preprimaria bilingüe es exclusiva en el área rural, y la primaria de niños se imparte en el área urbana y rural (con énfasis a la alfabetización de mayor población)

En los municipios de Patzicía, Santa Cruz Balanyá y Santa Apolonia existe una escuela en cada cabecera municipal a nivel medio de ciclo básico.

En el Anexo se presenta el número de escuelas, maestros, alumnos inscritos y grados impartidos por nivel educativo por municipio.

b) Asistencia escolar y grado medio de alfabetización
y escolaridad de población

El 51.8% de la población en edad escolar (De 7 a 24 años) está inscrita en alguna escuela en el área de estudio. El cuadro 70 muestra este comportamiento a nivel de municipio.

CUADRO 70

SUBCUENCAS XAYA-PIXCAYA: Población en edad escolar y alumnos inscritos en las escuelas, por municipio. Año 1987.

MUNICIPIO	Poblacion en Edad Escolar(7-24 anos)	Alumnos Inscritos	Asistencia Escolar(%)
TOTALES	36 628	18 968	51.8
Santa Apolonia	2 577	1 174	45.6
Tecpan Guatemala	13 780	6 899	50.1
Comalapa	9 230	4 706	51.0
Patzicía	5 647	2 821	50.0
Santa Cruz Balanyá	1 571	950	60.5
Zaragoza	3 823	2 418	63.2

FUENTE: 1) Estimación de población en edad escolar, en base a la estructura de población según Censo 1981

2) Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa -USIPE- del Ministerio de Educación.

Estos índices de asistencia escolar se reflejan casi en la misma proporción con los índices de alfabetismo a nivel de municipio, especialmente en Santa Cruz Balanyá y Zaragoza que tienen porcentajes arriba de 60% (cuadro 70).

En relación al grado de escolaridad de la población no se tiene disponible información específica, pero se analizan estos aspectos utilizando las cifras de alumnos inscritos en los diferentes grados de los niveles educativos. El 80% de la población inscrita en las escuelas, asiste a la primaria, el 12% recibe educación preprimaria, el 7% está en Ciclo Básico y únicamente el 1% estudia los grados superiores del ciclo diversificado.

C) Lengua de Enseñanza

La lengua oficial de enseñanza es el español. sin embargo, como se mencionó la educación preprimaria es bilingüe, se imparte en español y cakchiquel (exclusiva en el área rural). también a nivel primario se imparte, en algunas escuelas ubicadas en el área rural, la enseñanza en forma bilingüe, pero esta no es generalizada.

d) Relación entre nivel de instrucción y tipo de empleo

De acuerdo a los indicadores económicos del Departamento de Chimaltenango el 80% de la PEA está en la agricultura; sin embargo, los planes educativos no están orientados hacia ese fin, sino más bien a ofrecer una cultura y educación de carácter general. En la enseñanza preprimaria se imparten algunas técnicas de mejoramiento cultural agrícola a los niños, para iniciarlos en esas prácticas, pero muchas veces se pierde la continuidad al pasar a primaria, ya que los programas no lo contemplan, ya que estas enseñanzas responden en algunos casos a las inquietudes de los mismos maestros. Esta situación se puede presentar a nivel primario por motivación de los propios estudiantes o por el maestro. No existe dentro del área de estudio una escuela especializada en enseñanza agrícola.

8.7.4. Energía Eléctrica

El Área de estudio está incluido dentro de las poblaciones beneficiadas por el Programa de Electrificación Rural II -PER II- del Instituto Nacional de Electrificación -INDE-. Las cabeceras municipales y algunos poblados importantes cuentan con el servicio se clasifica de dos tipos de trabajo:

- a) "Dentro de red": que incluye conexión de contadores, alambres, caja, seguro, apagadores y tomas corriente. Además, los instaladores.

b) "Ampliación de red": incluye postes, red de distribución y transformador.

El servicio eléctrico de las cabeceras municipales tienen las características siguientes:

Santa Apolonia: Trabajos dentro de red. Alta tensión 34.5 Kv.
Baja tensión 110 y 240 voltios al servicio de las viviendas.

Tecpán Guatemala: Trabajos dentro y ampliación de red. Alta tensión 34.5 Kv. Baja tensión 110 y 240 voltios.

Comalapa: Trabajos dentro y ampliación de red. Alta tensión 13.2 Kv. Baja tensión 110 y 240 voltios.

Patzicía: Trabajos dentro de red. Alta tensión 13.2 kv. Baja tensión 110 y 240 voltios.

Santa Cruz Balanyá: Trabajos dentro de red. Alta tensión 19.9 Kv.
Baja tensión 110 y 240 votios.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

La población en el área de estudio es bastante joven, lo cual permite a través de la educación escolar y extra-escolar, introducir los cambios necesarios para alcanzar un desarrollo económico social en ella.

La población en el área de estudio es de predominancia indígena (85% del total), con la excepción en el municipio de Zaragoza, que únicamente el 25% de su población es indígena.

Las formas de tenencia de la tierra no constituyen limitantes para la implementación de programas de desarrollo, ya que el 89% de las fincas son propiedad de productores con una superficie equivalente al 96% del total.

De acuerdo a las características de la distribución de la tierra y agregándole otros elementos importantes, como que la frontera agrícola casi llega a su límite y el crecimiento poblacional, se prevé en el mediano plazo una situación crítica en un proceso acelerado de minifundio versus una acentuada concentración de la tierra.

Aunque los indicadores de servicios para la salud, muestran que existe muy poco recurso humano para atención de la población del área de estudio, se considera que la infraestructura hospitalaria de carácter pública y privada es adecuada para la implementación de programas de desarrollo.

En el área de estudio existe al infraestructura educativa completa ya que se cubren todos los niveles educativo, desde preprimaria bilingüe hasta el ciclo diversificado. Sin embargo, se presentan ciertas limitaciones en la cobertura educacional, por prioridad de actividades, de distancia de las escuelas, etc. No existe enseñanza especializada agrícola.

Las cabeceras municipales y algunos poblados importantes cuentan con servicio eléctrico proporcionado por el -INDE- a través de Programa de Electrificación Rural II, el cual se considera adecuado para iniciar programas de desarrollo, que requieran de esta energía, tales como el fomento a agroindustrias, fábricas de tejidos y otras actividades económicas.

La principal actividad económica del área de estudio es la agricultura, que absorbe el 80% de la -PEA-. Siendo principalmente los cultivos el maíz, frijol, trigo y hortaliza. Estas últimas presentan una tendencia creciente de producción especialmente las de exportación como brócoli, arveja china, col de bruselas y otras.

El área de estudio no está identificada como "zona de

Producción ganadera.

En nivel tecnológico de producción con algunas excepciones, se califica de "tradicional". Sin embargo, se obtienen rendimientos promedios aceptables en maíz y frijol, superiores a los promedios departamentales y nacionales.

En el área de estudio se cuenta con los servicios de apoyo a la agricultura, tales como investigación agrícola, asistencia técnica, crédito y servicios de comercialización. Sin embargo, éstos no han sido prestados con la eficiencia deseada para que los productores obtengan mejores niveles productivos.

En el área de estudio es deficitaria en la producción agrícola para consumo (maíz, frijol) es necesario importar de áreas aledañas. A esto hay que agregar que el ritmo de crecimiento de población (2.4% anual) es mayor al de la producción de algunos productos agrícolas de consumo interno (frijol 1% anual) y que la dieta alimenticia de algún modo tiende a mejorarse en cuanto a calidad y cantidad. También debe de considerarse que la mayor parte de la producción alimentaria está en manos de pequeños y medianos productores, que en algunas veces explotan tierras marginales para la agricultura.

El área de estudio a nivel industrial, se caracteriza por tener molinos de trigo, fábricas de hilo, tejidos y sweaters, aserraderos y polleras. A nivel artesanal cada lugar se identifica con algún producto. No se le puede calificar como "zona industrial".

De acuerdo con el estudio geológico realizado puede señalarse que la definición superficial de las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá es muy inexacta e inadecuada para los efectos de evaluación de los recursos de agua disponibles en la región.

Para los efectos de cuantificación y estudio del régimen de los recursos de agua en la región geográfica de estos ríos, es necesario partir de conceptos más apropiados del medio físico de ocurrencia. Tomando básicamente en cuenta la relación hidrogeológica que existe entre sedimentos volcánicos cuaternarios de cobertura y su basamento, constituido por lavas y/o tobas volcánicas.

Del punto de vista cualitativo puede señalarse en relación a los recursos de agua subterránea, que el potencial de la región es muy importante, el cual se evidencia por la naturaleza litoestratigráfica de las formaciones volcánicas.

La configuración geológica regional y la gran capacidad de almacenamientos del subsuelo muestran excelentes condiciones para la regulación de los recursos del agua disponibles en la región.

De acuerdo con las características geológicas de las cauces de la red hidrográfica de los ríos Xayá y Pixcayá su coincidencia

con las líneas regionales de atallamiento, y su fracturación, su ubicación dentro de una zona sísmológicamente activa, la naturaleza de los materiales, la alta susceptibilidad a la erosión dentro de los cauces y el gran transporte de sedimentos. Sin embargo, existen evidencias hidrogeológicas que sugieren como alternativa la consideración de presas y almacenamientos subterráneos.

Sólo existen dos estaciones hidrométricas que controlan los dos ríos; fueron clausurados después del año hidrológico 1975/76 teniéndose al final del período series de caudal de 5 a 4 años en el río Xayá (estaciones la Sierra y la Presa, respectivamente) y de 9 años en el río Pixcayá (estación El Tesoro). En tal virtud, la información es poca y de muy corta duración de tal manera que se considera insuficiente para el diseño de obras de ingeniería. Como las subcuencas de ambos ríos son muy importantes, pues son fuente de abastecimiento de agua potable a la ciudad capital y aún se estudia la posibilidad de una mayor explotación, es de gran importancia mejorar el control hidrometeorológico en el área.

La calidad de la información hidrométrica y metereológica es bastante y deficiente. Las series presentan lagunas muy importantes y los exámenes de calidad que se hicieron, no dieron buenos resultados.

A pesar que la información es bastante deficiente, es evidente que sin obras de regulación sólo es posible obtener ríos una cantidad ligeramente inferior a $1\text{m}^3/\text{s}$. Los caudales máximos instantáneos observados indican curvas de frecuencia de crecidas menores que las que aparecen en los estudios. En los estudios de los caudales son mayores, lo que hace a los proyectos aparentemente más rentables y seguros.

En el área de estudio se encontraron tres grandes unidades diferentes en cuanto a material parental, fisiografía y climas Pacorral-Pixcayá, Balanyá-Pixcayá y Xayá.

La mayoría del área tiene influencia de materiales volcánicos, son lo que según la clasificación taxonómica, los suelos corresponden al orden de los Inceptisoles al suborden Andosoles los grandes grupos Eutrandedpts, Dystrandedpts y Vitrandepts.

Debido a las características pedogenéticas de los suelos, éstos son altamente susceptibles a la erosión geológica y antrópica.

Existen 75.92 km² del suelo para uso agrícola; 49.90 km² de suelos para uso agropecuario y 88.18 km² de suelos forestales. La práctica de manejo y conservación van en aumento desde los suelos agrícolas hasta los suelos forestales.

El suelo se usa para cultivo de granos básicos; maíz y

frijol; hortalizas; brócoli, repollo, coliflor, arveja china; otros como papa; cultivos semipermanentes; fresa; cultivos permanentes; frutales deciduos, café, bosque.

Respecto al uso del suelo, se observa en la actualidad que existe la modalidad generalizada de utilizar parte de las superficies sembradas con granos básicos par el cultivo de hortalizas, en cuya actividad se aprovecha la humedad del suelo.

La introducción del cultivo de las hortalizas ha provocado un uso intensivo de los suelos, de la humedad del suelo.

Las áreas sobre-utilizadas se observan: en relieves que tienen hasta 30% de pendientes, en las colinas bajas u orilla de taludes de los cauces.

Debido al dominio del minifundo y al uso dinámico de los suelos, la limitante de no contar con fotografía reciente y a la escuela de presentación del mapa final, el estudio fue realizado con base a las unidades de mapeo de la consociación y asociación.

Del estudio del uso del suelo se deduce lo siguiente: los bosques están en la parte alta de las montañas y en los cauces de los ríos, en asociación con pastos naturales; en las colinas bajas y pié de monte se encuentran los granos básicos; maíz, trigo y frijol. En las partes de las terrazas altas de Xayá en las planicies coluvio-aluviales: maíz y frijol en época de invierno hortalizas en época de verano, estas últimas con el apoyo de la humedad de los suelos, y con riego en pocas áreas.

Los bosques de las subcuencas Xayá-Pixcayá tienen una extensión de aproximadamente 77.7 Km², lo que representa el 36% del área de las subcuencas. El 63% de los bosques se ubica en los relieves escarpados de los cauces de corrientes de agua, parte de éstas es únicamente apta para protección de recursos. Si el bosque es manejado y mejorado, pueden esperarse buenas producciones en las áreas de montañas.

La reducción del área total del bosque en últimos años es apenas perceptible y está condicionada al avance de la frontera agrícola. Los cambios en la calidad del bosque son severos y están dando como resultado rodales con poco crecimientos, baja densidad y mala forma.

La merma en calidad de rodal es el resultado de las actividades de extracción de trozas para aserrio, la extracción de leña, las podas severas y las quemas. Como factores secundarios de degradación están el ocoteo, el pastoreo, la enfermedad conocida como Roya del pino y la plaga del pino.

La existencia de madera se reduce drásticamente, ya que el consumo de productos forestales, sobre todo la leña, es notablemente superior al crecimiento del bosque (20,300 m³). Esta diferencia se incrementará con el aumento de la población y

la reducción de la masa forestal.

La calidad, edad y crecimiento de los bosques varía en amplios rangos en las subcuencas. Desde los bosques de coníferas densos de las zonas de montaña y planicies, con crecimiento de 8 m³/ha/año, con buena calidad genética y densidad hasta los bosques de coníferas abierto, con incrementos de 1.4 m³/ha/año, bajas densidades y mala calidad genética, ubicados en las zonas de drenajes escarpados. En cuanto a diversidad específica, ésta es relativamente baja, notándose una marcada dominancia de Pinus sp. y Quercus en la zona de vida bosque húmedo premontano y dominancia de Pinus sp., Cupressus Lusitania, Alnus sp. y Quercus en el bosque muy húmedo de premontano.

Existen condiciones adecuadas de tipo político, social y ecológico para llevar a cabo proyectos de desarrollo forestal en las áreas municipales y comunales. Estas tierras tienen características tales que pueden, con buen manejo, a mediano plazo, producir la madera necesaria para llenar las necesidades de combustible y otros productos forestales de la región.

Hay un uso comprometido de gran cantidad de agua superficial de las subcuencas bajo estudio y un proyecto de ampliación para incorporar aún más agua de esas y otras cuencas al sistema; tratase del Proyecto Xayá-Pixcayá que abastece en un 30% en la ciudad de Guatemala. Este uso condiciona y limita, en gran medida, los usos benéficos de los cuerpos de agua para las poblaciones locales (riego, abastecimiento, etc); asimismo influencia el manejo de disponibilidad condicionado, a su vez las características de calidad y cantidad de aguas crudas y servidas así como, las medidas preventivas, correctivas y de protección de los demás recursos o sistemas interrelacionados (edáfico, lítico, cobertura vegetal, etc).

Respecto a los diversos usos del agua en las subcuencas Xayá-Pixcayá se deben de considerar los aspectos legales con el fin de integrar la conservación, protección y utilización del recurso hídrico al desarrollo económico de la región. esto implica considerar aspectos de abusos del agua en cuanto a la internalización de costos, impactos en el trasvase de cuencas, límites de contaminación aceptados y protección, además esta situación debe regirse ante una adecuada autoridad de aplicación.

Se hace evidente que los elevados grados de turbiedad, color, contaminación fecal, bien conocidos, encarecen grandemente el tratamiento por consumo de agentes químicos y trabajos adicionales para potabilizar el agua. Esto, fuera de los riesgos no conocidos por falta de estudio y monitores, referidos a contaminantes de origen agroquímicos y por virus cuyo control y análisis no se efectúa en los laboratorios. En pocas palabras, se están enviando a sectores considerables de población capitalina, aguas "recicladas", a partir de aguas negras, provenientes de 6 poblados de las subcuencas de Xayá y Pixcayá, siendo que sólo una tiene tratamiento previo.

La contaminación por aguas residuales domésticas aparecen, como más importante, entre las otras consideradas en este diagnóstico (por desechos industriales, etc). Sin embargo, la que pueda derivarse del uso incontrolado de agroquímicos debería investigarse más, incluyendo alternativas tecnológicas, que minimicen su uso, más seguridad y confianza podría dárseles al uso expedito del agua para los fines consabidos.

Aunque parezca paradójico, dados los usos casi inmediatos, aguas abajo de las descargas de aguas servidas de cada poblado, se puede concluir que mayor contaminación se ha producido en los cuerpos de agua receptores desde el momento de la implantación de los sistemas de alcantarillado ahora en funcionamiento, que si no se contara con estos servicios.

En cuanto a los sistemas y servicios existentes o no en la comunidades: agua potable, alcantarillado, limpieza y disposición de residuos sólidos, etc, se puede apuntar lo siguiente; no parece crítica ninguna de las carencias de servicios en términos de contaminación aguda, pero si se dificulta asegurar un ambiente totalmente sano para las poblaciones locales por esas causas.

Aunque no hay información, producto del monitoreo o análisis periódicos locales, más que datos esporádicos del -INFOM-, éstos muestran evidencia de problemas sanitarios en el caso del agua para consumo de las poblaciones consideradas; si bien el agua proviene de manantiales o aguas subterráneas (ninguno de los sistemas de cloración, implantados o no, funcionan actualmente). Los signos de enfermedad de origen hidrofecal son indicativos de esta situación.

La carencia total de atención a disposición final adecuada de residuos sólidos, indican posibles fuentes de insalubridad, lo cual debiera enmendarse cuanto antes. Salvo un poblado, de los 6 estudiados, todos tienen problemas respecto de la disponibilidad de agua para consumo humano. En casi todos se detectó un servicio intermitente, en algunos casos se señaló que el agua sólo se podía captar por espacio de 2 horas diarias en cada cantón.

Las conexiones domiciliarias, tanto de agua potable como de alcantarillado nunca alcanzan el 100% de las poblaciones, quedando gran porcentaje sin servicios con los consecuentes problemas de salubridad y trabajo adicional de la comunidad.

El servicio de rastro no parece dar ninguna muestra real de higiene y control sanitario de la carne; el consumo de ésta, por lo demás, parece relativamente bajo (menos de 100 reses anuales para las 6 poblaciones). Las marranerías también sin control alguno, pueden ser la causa de numerosos casos de sarcoptiosis detectados en los centros de salud.

Hay otro factor presente que tampoco es posible definir en base de la información disponible, el poder autodepurador potencial de los cuerpos de agua y de acueducto Xayá-Pixcayá.

CUADRO 28

SUBCUENCAS XAYA PIXCAYA: POBLACION TOTAL POR MUNICIPIO Y POBLADOS DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO.
ANOS 1973 Y 1981. PROYECCIONES 1988.

MUNICIPIO/LUGAR POBLADO	CATEGORIA	1973	1981	1988
A. Municipio de Santa Apolonia		791	1 505	2 642
01 Santa Apolonia	Pueblo	524	1 037	1 820
026 Sanjay	Caserío	63	38	67
028 San Lucas Choatacaj	Caserío	18	51	90
029 Secoil o Xecoil	Aldea	186	358	628
042 Xesajbin	Paraje	---	21	37
Municipio de Tecpán				
Guatemala		13 705	16 970	20 449
01 Tecpán Guatemala	Ciudad	5 841	5 977	7 202
04 Cruz de Santiago	Aldea	461	553	666
011 Chirajuyú	Aldea	1 029	1 292	1 557
022 Chiquimjuyú	Caserío	189	252	304
028 La Giraida	Finca	181	230	277
033 Los Laureles	Finca	10	55	66
039 Asunción Manzanales	Caserío	306	303	365
041 Pueblo Viejo	Aldea	630	822	991
042 Panajabai	Aldea	950	1 174	1 415
044 Pacorraí	Aldea	661	770	928
045 Paxorrotot	Aldea	519	679	816
046 Panimacoc	Caserío	667	807	973
056 San Jos	Caserío	542	776	935
060 San Antonio	Caserío	23	319	384
064 Vista Bella	Caserío	217	392	472
066 Xayá	Caserío	333	268	323
070 Xetzac	Aldea	457	733	883
071 Xenimajuyú	Aldea	620	894	1 077
084 Pamanzana	Paraje	69	12	15
104 Venecia	Finca	---	117	141
108 San Lorenzo	Caserío	---	159	192
116 Chuachalí	Caserío	----	235	283
127 San Vicente	Finca	---	7	8
129 Molino Helvetia	Finca	----	38	46
130 El Encanto	Finca	---	4	5
131 Xesajbin	Finca	----	5	6
132 El Retiro	Finca	----	13	16
137 Patunaych	Caserío	---	84	101

Según datos registrados en la salida del acueducto y pese a sus 60 km. de longitud y 7 horas de recorrido, el agua conocida no pareciera sufrir efectos perceptibles de autodepuración; principalmente por no haber incorporación adicional de oxígeno disuelto, sea por la carencia de iluminación para la fotosíntesis, o por el régimen de flujo sin mayores accidentes y turbulencias, que no ocasiona la adición de éste gas por interfase agua-aire.

La contribución de contaminación de origen biológico-humano (fecal) es evidente y apreciable en el registro de la calidad del agua para consumo humano en el pozo de entrada a la planta Lo de Coy, condición que la hace rechazable aunque tratable. Es decir el agua natural se encuentra categóricamente "contaminada" en ese punto.

La inversión del aporte del 8% Constitucional del Gobierno hacia las municipalidades, traducido parcialmente a redes de alcantarillado, a venido incrementando la cantidad de contaminantes en las subcuencas, por aumento de habitantes conectados a sistemas de alcantarillado, así mismo ha contribuido al aumento de áreas impermeables (pavimento, adoquín) que facilita el arrastre de material superficial hacia los cuerpos de agua, caso de la construcción de sistemas de alcantarillado pluvial que cambia el régimen de los cuerpos de agua a partir de sudescarga, aumentando por consiguiente la erosión, etc.

La relación que debe existir entre la producción total de las subcuencas y la capacidad productiva de las mismas, no es la esperada, señalándose que los servicios estatales del Sector Público Agropecuario y de Alimentación, han sido un tanto infructuosos, debido en gran parte a limitaciones técnicas, económicas y de organización y de coordinación en la capacidad de los servicios, tales como: asistencia técnica y crediticia, investigación, comercialización, etc. que serían mucho más efectivas mediante el desarrollo de nuevas organizaciones jurídicas, entre otras; cooperativas, empresas asociativa, comités, sociedades comerciales, etc. La relativa inexistencia de éstas formas jurídicas de explotación y las deficiencias de maquinarias y equipo para mecanizar las áreas que lo permitan, ponen en evidencia el limitado desarrollo de las actuales (pequeñas y medianas) explotaciones.

En general el nivel tecnológico, el análisis de los rendimientos y la observancia de los paquetes tecnológicos correlacionados con el potencial productivo de las subcuencas (aproximadamente el 60% del área total) para desarrollar una agricultura limpia.

Existen una serie de limitantes para la producción de cultivos, entre otras falta de fertilidad y conservación y almacenamiento de productos agrícolas, contribuyen al bajo y mediano nivel tecnológico, que en general, se observa en las subcuencas.

La investigación agrícola en las subcuencas, con excepción de la incipiente investigación que actualmente se realiza a través de -PROGETTAPS- y algunas visitas eventuales de técnicos del -ICTA-, que no contribuyen efectivamente a la generación de mejores rendimientos por unidad de área.

En general, el nivel tecnológico es tradicional; dado el número de técnicos, el análisis de los rendimientos y la observancia de los paquetes tecnológicos correlacionados con el potencial productivo de las subcuencas para desarrollar una agricultura limpia (aproximadamente el 60% del área total).

Existen una serie de limitantes para la producción de cultivos; entre otras falta de fertilidad y conservación del suelo, incidencia de plagas y enfermedades existentes, rudimentarios sistemas de conservación y almacenamiento de productos agrícolas, contribuyendo al bajo y mediano nivel tecnológico, que en general, se observan en las subcuencas.

La investigación agrícola en las subcuencas, con excepción de la incipiente investigación que actualmente se realiza a través de PROGETTAPS y algunas visitas eventuales de técnicos del ICTA, no contribuyen efectivamente a la generación de mejores rendimientos por unidad de área.

En las subcuencas se promueve en agricultura un aprovechamiento del 33.2% (71.15 Km²) de la superficie total. Sin embargo, el 99% de la superficie bajo cultivo está destinada a cultivos anuales y/o temporales y dentro de esta agrupación, el maíz y el trigo son los de mayor importancia (7,316 y 1851 manzanas, respectivamente), alcanzando casi el 92% de la superficie explotada. Además, son cultivos que menos utilidad producen y que constituyen la base de la dieta alimenticia de la población.

En las subcuencas existen otros cultivos permanentes como el café y frutales deciduos y por la explotación de dichos cultivos, con una ligera excepción del café, prácticamente no son significativos y se manejan en forma tradicional y rudimentaria; se detecta por consiguiente, la posibilidad de promover e implementar proyectos de fomento de la producción de cultivos permanentes.

Los paquetes tecnológicos elaborados que muestran las técnicas actuales de producción y los rendimientos obtenidos harían posible obtener niveles de rendimiento, sino óptimos, por lo menos aceptables para estos productores.

Finalmente cabe indicar, que los factores culturales, agronómicos, el alto índice de analfabetismo, los sistemas de crédito, la falta de almacenamiento y conservación de productos, insuficientes canales de comercialización y la carencia de una efectiva política para transferir tecnología agrícola agrava el problema.

9.2 Recomendaciones

Con esta visión general de los aspectos socioeconómicos de las subcuencas de los ríos Xayá y Pixcayá, se recomienda que antes de la definición de un plan de manejo integral de los recursos debe considerarse lo siguiente:

El presente análisis se realizó con la información y con algunas investigaciones de campo; sin embargo, esta información en algunos casos no corresponde específicamente al área de estudio, no es actualizada y presenta algunas otras deficiencias. Por lo que no permite profundizar, y puede en un momento dado limitar el alcance de un plan de manejo integral, por lo que es necesario levantar una encuesta socio-económica que cubra principalmente las características socioculturales de la población, su forma de tenencia de la tierra, volúmenes y calidad de producción, migraciones temporales y otros.

Por otra parte, de acuerdo a este diagnóstico en la definición del plan de manejo integral de los recursos, se debe enfocar el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales a través de actividades económicas que tiendan hacia las formas asociativas de producción.

También debe contener significativos componentes de apoyo a las actividades productivas, tales como asistencia técnica, crédito, servicios de comercialización, educación y capacitación; a fin de tener una cobertura más amplia en cantidad y calidad, para obtener los resultados previstos en forma satisfactoria.

El enfoque "integral" debe manifestarse en los modelos de explotación que se propongan, es decir, no debe enfocarse el fomento de determinados productos sino la explotación integral de las unidades de producción para el mejoramiento de las condiciones de vida del productor y su familia.

De acuerdo con las características geológicas identificadas dentro de la región de estudio, es importante tener presente, para los efectos de futuras investigaciones en el campo de los recursos de agua, especialmente si se pretende impulsar su desarrollo, aprovechamiento y manejo racional que habrá que dar especial énfasis al desarrollo de estudios básicos con un detalle apropiado al nivel que se desea llevar los proyectos de aprovechamiento: preliminar, preinversión, factibilidad, etc.

Considerando que la mayoría de los grandes proyectos en el campo de los recursos de agua, que se han emprendido en Guatemala han tenido serios tropiezos y fracasos por falta

De estudios geológicos e hidrogeológicos adecuados, debe darse especial atención en las implicaciones económicas que derivan de las incertidumbres geológicas e hidrogeológicas; etapas de la concepción y diseño de los proyectos hidráulicos.

Dado que la región de estudios se encuentra localizada dentro de una zona de características geológicas muy especiales, zona de convergencia de tres grandes placas, zona de activo tectonismo y sismicidad, zona periférica de volcanismo activo, etc. debe darse una especial importancia al desarrollo de estudios de gran detalle geológico para los efectos de reducción de riesgos e incertidumbres.

Tomar fotografía aérea para realizar mediante la fotointerpretación, los estudios de actualización de los recursos naturales, de cuyo inventario surgirá información que va a enriquecer el diagnóstico y las actividades futuras, como lo es la elaboración de plan de manejo. Se necesita conocer la actual situación de todas aquellas áreas que sean priorizadas, para que los programas y proyectos que se visualicen respondan a las necesidades de un uso y manejo de recursos naturales para su conservación.

Del diagnóstico de la calidad ambiental y específicamente de la calidad del agua, cuyo resultado es: aguas evidentemente contaminadas, debería optarse cuanto antes por la construcción de instalaciones para tratamiento de aguas servidas y medidas de control de calidad, si se quiere evitar gastos excesivos en el tratamiento de aguas que sirven de aprovisionamiento de la ciudad de Guatemala.

Desarrollar programas de control y monitoreo de las aguas por agroquímicos, fuera de la observancia de las prácticas de fertilización y control de plagas que actualmente se usan, con miras a la sustitución por otras más adecuadas, si ese es el caso.

Que en cualquier proyecto de alcantarillado destinado a una población debe complementarse con una planta de tratamiento adecuada, según los usos benéficos previstos para el cuerpo de agua, aguas abajo de la descarga correspondiente. Así también puede recomendarse que en casos como los presentes, un sistema de letrinización bien concebido, sería más recomendable que un sistema de evacuación y conducción hidráulica, pues redundaría en un menor riesgo de contaminación de los cuerpos de agua receptores, fuera del ahorro de agua para fines de limpieza y evacuación en los W-C y los costos del alcantarillado mismo (esto con la debida precaución respecto de no contaminar aguas subterráneas de uso inmediato). Lo mismo podría aplicarse fuera de los casos

urbanos de los pobladores, en aldeas y caseríos, abatiendo así las contribuciones adicionales de contaminación a lo largo de los cauces.

Se debería investigar el poder autodepurador de los cuerpos de agua, pues de él dependerá el tipo y alcance del tratamiento a prescribir en cada poblado servido con red de alcantarillado.

Dado que la región geográfica donde se localizan las cuencas hidrográficas de los ríos Xayá y Pixcayá, es una región volcánica de gran potencial de almacenamiento de agua subterránea; por su gran porosidad a nivel de intersticios, fisuras y fracturas, debe impulsarse investigaciones hidrogeológicas técnicas y científicamente serias y al margen de los conceptos tradicionales.

En caso de identificarse algún proyecto importante de aprovechamiento del recurso agua superficial, se recomienda iniciar de inmediato la observación de los parámetros hidrometeorológicos necesarios. La cobertura de estaciones dependerá del tipo de proyecto identificado.

La operación del acueducto Xayá-Pixcayá necesita de la implementación de una red de observaciones meteorológicas e hidrométricas, con el propósito de conocer el comportamiento de los caudales aprovechables. Si no se conocen los caudales aprovechables con anticipación no se puede planificar la eventual necesidad de nuevas fuentes.

Hacer estudios detallados de suelos a mediano plazo en las partes de terrazas altas de río Xayá, así como en la planicie coluvio aluvial del río Pixcayá; con el propósito de obtener información física y química de los suelos, para discutir y normar el uso de fertilizantes, la aplicación óptima de láminas de agua a través del riego, las prácticas culturales para el uso y manejo; así como impulsar las prácticas de conservación de suelos.

Llevar a cabo estudios a corto y mediano plazo, para conocer más sobre las características fisiológicas de los diferentes cultivos, para deducir de ello, las enfermedades y plagas a que son susceptibles, para así determinar un combate apropiado y minimizar la susceptibilidad de contaminación.

En el corto plazo, iniciar programas de extensión agrícola para orientar a técnicos y agricultores en el uso y manejo que se debe dar a las cuencas, para garantizar su conservación. Para lo cual se debe aprovechar el acceso a cambios que presenta la población, como se observa con la adopción de diversificación de cultivos como las hortalizas y tecnologías como el riego, aplicación de fertilizantes, combate de plagas y enfermedades,

mecanización.

Planificar la mejora, ampliación y/o establecimiento de los servicios deficientes o carentes en las comunidades de las cuencas bajo estudio. La búsqueda de alternativas adecuadas a las condiciones biofísicas y sociocultural de la región sería una premisa básica para estos efectos (evitando así la implantación, sinónimo de imposición, dentro de las comunidades, caso de redes de alcantarillado con escaso porcentaje de conexiones domiciliarias, pese a que hay disponibilidad para conectarse).

Evaluar los esquemas en que fueron concebidos los sistemas construidos para satisfacer necesidades (alcantarillado, agua potable, mercados, pavimentos, rastros, etc.), en función del beneficio de los pobladores locales y de los usos locales y foráneos de la cuenca y para ello es necesario, en todos los sentidos, obtener información de mayor calidad, cantidad y continuidad.

La asistencia técnica y crediticia deberán dirigirse a fortalecer la agricultura mediante acciones de mejoramiento de los rendimientos, fomento de nuevos cultivos de demanda nacional e internacional e incorporación de nuevas tierras bajo mini riego y conservación de suelos.

Fortalecimiento del programa de investigación agrícola, principalmente en flores y hortalizas e implementación de otro de conservación y almacenamiento de productos agrícolas.

La deficiente organización de los productores hace necesario que un organismo coordine los esfuerzos del Sector Público y Privado para que los servicios estatales sean más efectivos, mediante el desarrollo de nuevas condiciones jurídicas tales como: empresas asociativas, sociedades comerciales, etc.

Conformación de otros paquetes tecnológicos que sean de aplicación general y transferibles a nivel de aldea, maximizando el uso de los recursos naturales en forma adecuada y racional.

El mejoramiento económico y social de la población de las cuencas podría mejorarse mediante la formulación y aplicación de paquetes tecnológicos que coadyuven en el incremento de la producción y productividad, y/o mediante la incorporación de nuevas áreas, ya sea a través de un programa de nuevas fronteras agrícolas o de diversificación de cultivos, considerando los factores intrínsecos como asistencia técnica, facilidades de crédito, precios de garantía, canales de comercialización,

La elaboración de un programa de desarrollo regional integral que esté acorde con la política general de desarrollo nacional, es tal vez, el factor más importante en la problemática del país que basa su crecimiento en dicho sector y conlleva a ideas más claras de su dependencia en la agricultura. Lo anterior antecede que para su desarrollo económico integral, es imperativo desarrollar la agricultura y para esto, se recomienda que el proceso de transferencia de tecnología agrícola considere lo siguiente: la tecnología debe llegar a los pequeños y medianos productores donde quiera que ellos estén y los agricultores deben ir en busca de la misma, lo cual se dará a través de agencias diseminadas en el territorio de las cuencas y de la región.

Falta de estaciones de investigaciones-experimentación para generar tecnología apropiada a las características naturales de la región y a las condiciones sociales, culturales y económicas de los productores.

Utilizar metodologías que se ajusten o adapten a las condiciones sociales, culturales, económicas y financieras de la población local y en general, a su idiosincracia, con el objeto de lograr una efectiva participación en el proceso de transferencia de tecnología agrícola.

La falta de organización rural y coordinación institucional no permiten una racional utilización de los recursos humanos, técnicos y financieros.

Las escuelas de agricultura y facultades no están en capacidad de brindar al estudiante una enseñanza consciente, que lo lleve a un mayor conocimiento de los fenómenos agro-socio-económicos de nuestro medio rural.

Debido al insuficiente personal técnico y administrativo de los programas de asistencia técnica es necesaria la capacitación y adiestramiento del personal en el interior y el exterior del país.

BIBLIOGRAFIA

ACUEDUCTO NACIONAL XAYA-PIXCAYA en el sistema de agua potable de la ciudad de Guatemala, 1983. III Reunión Conjunta de Ingenieros Guatemala-México, - informe presentado en México. Colegio de Ingenieros de Guatemala. 16 p.

AJMAC CUXIL, C. 1979. Vida social en Tecpán: Juventud, Clases y Matrimonio. Tesis, Escuela de Historia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

CABRERA CRUZ, R.O. 1987. Características biofísicas y socio-económicas de algunas minicuenas que conforman las cuencas Xayá-Pixcayá. Guatemala.

COMITE COORDINADOR DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA. Datos meteorológicos mensuales hasta 1959 inclusive. Guatemala, mayo de 1968.

COMITE COORDINADOR DE HIDROLOGIA. Boletines hidrológicos Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Guatemala, diciembre de 1970, diciembre 1971, octubre 1972, diciembre 1973, diciembre 1974, diciembre 1975 y diciembre 1976.

CORTEZ ABDON et al. 1983. Los levantamientos de suelos y sus aplicaciones multidisciplinarios. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. Mérida, Venezuela.

CRUZ, J.R. De la. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, INAFOR. 26 p.

DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1924. IV censo de población 1921. Guatemala. 614 p.

-----, 1942. V censo general de población 1940. Guatemala, Tipografía Nacional. 885 p.

-----, 1953. VI censo general de población 1950. Guatemala, Imprenta Universitaria. 244 p.

-----, 1966. VII censo de población 1964. Guatemala. 533 p.

-----, 1984. Censos nacionales IV de habitación y IX de población, 1981. Guatemala. 500 p.

-----, 1968. II censo agropecuario 1964, tomos I-V. Ministerio de Economía. Guatemala

-----, 1975. VIII censo de población y III de habitación 1973, tomos I-II. Ministerio de

Economía. Guatemala.

- , 1982. III censo nacional agropecuario 1979. Volúmenes I-III. Ministerio de Economía. Guatemala.
8. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA/CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA. 1978. Guatemala: proyecciones de la población urbana y rural, por sexo y grupos de edad. 1975-2000. Guatemala.
9. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS DE SALUD. 1987. Plan operativo 1988 del área de salud de Chimaltenango. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala.
9. DONAHUE, ROY. et al. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Prendice Hall International. México.
9. EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA. 1987. Investigación y cuantificación, cuencas Xayá Pixcayá y áreas de influencia. Planificación Técnica. EMPAGUA. Guatemala. (escala 1:50,000).
0. FLORES ALVARADO, H. 1969. La estructura social guatemalteca. Guatemala.
1. FOTH, HENRY. 1986. Fundamentos de la ciencia del suelo. Continental, S.A. de C.V., México. 434 p.
2. GRANADOS, O. 1983. Diagnóstico físico de las cuencas de los ríos Xayá y Pixcayá. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos. Guatemala.
3. HOLDRIDGE, L. 1983. Ecología basado en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
4. GUATEMALA. DICTAMEN DEL CONVENIO DE PRESTAMO GUATEMALA-BIRF, 1988. Proyecto "Rehabilitación del abastecimiento de agua". EMPAGUA-Organismo Legislativo. Guatemala. 10 p.
5. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1975. Diccionario geográfico de Guatemala, tomos I-IV. Guatemala.
6. -----, 1974. Hojas cartográficas escala 1:50,000 (Tecpán Guatemala, Chimaltenango, Sololá). Guatemala.
7. INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION. Boletines hidrológicos Nos. 1, 2 y 3. Guatemala, marzo de 1965,

dicembre 1987 marzo 1988

6. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. 1985. Proyecciones departamentales de población. Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica, Proyecto GUA/79/PO3-OIT/FNUAP. Guatemala. 96 p.
7. -----, 1987. Encuesta nacional socio-demográfica. 1986/1987, volumen II Empleo. Guatemala.
8. MENDEZ DOMINGUEZ, A. 1987. Zaragoza: la estratificación social de una comunidad ladina guatemalteca. Guatemala.
9. PLAN MAESTRO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA-PLAMABAG. 1982. Empresa Municipal de Agua/TAHAL Consulting Engineers Ltda. Tomos I-VII e informe final. Guatemala.
10. PERFIL AMBIENTAL DE CENTROAMERICA. 1986. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central. Un Perfil Ambiental Regional, Resumen Ejecutivo. Trad. por Gerardo Budowsky y Tirso Maldonado. San José, Costa Rica.
11. PERFIL AMBIENTAL DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA. 1987. Tomo III Anexos. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola. Contrato URL/AID-Guatemala/ROCAP No. 596-0000-C-3060-00. 384 p.
12. SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACION ECONOMICA/INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. 1985. Proyecciones regionales de población 1980-2000. Proyecto GUA/79/PO3-OIT/FNUAP. Guatemala.
13. SIMMONS, CH. et al. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
14. UNICEF. 1979-1986. Water for health and development. UNICEF-Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. Piedra Sant. 14 p.