

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Diagnóstico ambiental de la cuenca del Río Samalá

Trabajo de graduación presentado por Olivia
Rodríguez Martínez para optar el grado académico
de Maestría en Ciencias en Estudios Ambientales

**Guatemala
2004**

Diagnóstico ambiental de la cuenca del Río Samalá

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



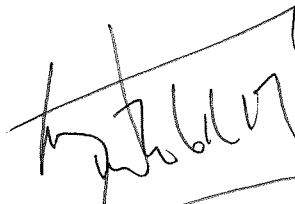
Diagnóstico ambiental de la cuenca del Río Samalá

Trabajo de graduación presentado por Olivia
Rodríguez Martínez para optar el grado académico
de Maestría en Ciencias en Estudios Ambientales

**Guatemala
2004**

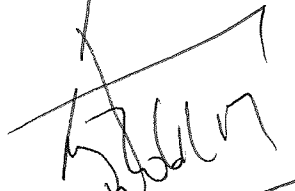
Terna de: Olivia Rodríguez Martínez, 00612
Maestría en Estudios Ambientales

Vo. Bo.:

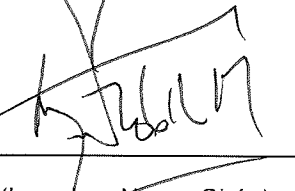
x
(f) 

(Licenciada Julia Quiñonez)

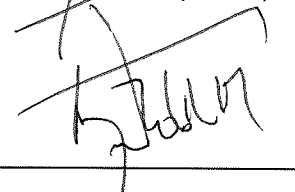
Tribunal Examinador:

x
(f) 

(Licenciada Julia Quiñonez)

x
(f) 

(Ingeniera Nancy Girón)

Y
(f) 

(Ingeniero Eliseo Gálvez)

Fecha de aprobación: Guatemala, 30 de Noviembre de 2004

PREFACIO

Esta tesis comprende el Diagnóstico ambiental de la cuenca del Río Samalá. El propósito principal del estudio es identificar el estado actual de los recursos naturales de la cuenca, en consecuencia identificar las fuentes generadoras del deterioro de dichos recursos y priorizar áreas o puntos críticos de la cuenca que necesiten ser estudiados con más detalles.

La tesis está estructurada de la siguiente manera: el Capítulo I es introductorio ya que presenta la información necesaria para comprender el contenido general de la tesis. En el Capítulo II se muestran los antecedentes, es decir las condiciones generales de la cuenca relacionadas a las condiciones ambientales de la cuenca. Seguido de ello, en el Capítulo III se incluyen los principales conceptos claves que se utilizaron en el desarrollo de la tesis. Posteriormente se incluyen los objetivos generales y particulares de la tesis.

Posteriormente, en el Capítulo IV se incluyen los objetivos generales y específicos de la tesis indicados en el primer párrafo de la presente página. En el Capítulo V se especifica la metodología aplicada en la investigación y que por sus características refiere a que la investigación es no experimental, transaccional y descriptiva; y se incluye el proceso metodológico aplicado.

En el Capítulo VI se incluyeron los aspectos generales de la cuenca del Río Samalá, la localización y vías de acceso al área de estudio, municipios que abarcan la cuenca, y la población asentada en la cuenca.

La Línea Base de la Cuenca comprende el Capítulo VII en el que se incluye la caracterización biofísica de la cuenca (clima, zonas de vida, biodiversidad, fauna, geología, fisiografía, capacidad de uso de la tierra, cobertura vegetal y uso de la tierra, intensidad de uso de la tierra, y recurso forestal).

En el Capítulo VIII incorpora una caracterización socioeconómica de la población asentada en la cuenca, e incluye aspectos demográficos (tamaño, estructura y distribución de la población, etnias, idioma, familia moda, densidad de la población, etc.), educación, vivienda y tenencia de la tierra.

Como parte complementaria de la Línea Base se incluyó el Capítulo IX en el que se desarrolló la caracterización de amenazas determinación de amenazas y vulnerabilidad de la cuenca del Río Samalá.

Con los datos obtenidos de la Línea Base realizada de la cuenca del Río Samalá se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales de la cuenca, esto se concentró en el Capítulo X de la tesis.

Finalmente se incluyó el Capítulo XI las recomendaciones pertinentes, y en el Capítulo XII la bibliografía.

CONTENIDO

Página

PREFACIO	iv
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. MARCO TEÓRICO	5
IV. OBJETIVOS.....	6
A. Objetivos generales	6
B. Objetivos específicos	6
V. METODOLOGÍA	7
VI. LA CUENCA EN ESTUDIO	9
A. Aspectos generales	9
B. Localización y vías de acceso	9
VII. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA CUENCA	14
A. Clima	14
B. Zonas de vida	15
1. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical.	15
2. Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical.....	15
1. Bosque muy húmedo Montano Subtropical.....	17
2. Bosque muy húmedo Subtropical Cálido.....	17
3. Bosque húmedo Subtropical cálido.....	18
4. Bosque seco Subtropical.....	18

C.	Biodiversidad	18
1.	Flora.....	18
2.	Fauna.....	22
D.	Recurso hídrico	22
1.	Hidrogeología.....	22
2.	Calidad del agua.....	24
3.	Utilización del recurso.....	24
E.	Geología	25
1.	Geología regional.....	25
2.	Geología económica.....	27
F.	Fisiografía.....	27
G.	Suelos.....	30
H.	Capacidad de uso de la tierra.....	34
I.	Cobertura vegetal y uso actual de la tierra.....	37
1.	Asentamientos humanos.....	37
2.	Cultivos.....	38
3.	Pastos.....	39
4.	Ríos.....	39
5.	Bosque.....	39
J.	Intensidad de uso de la tierra	39
1.	Tierras con uso correcto.....	40
	Tierras subutilizadas.....	40
2.	Tierras sobreutilizadas.....	40
K.	Recurso forestal	40
VIII.	CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	43
A.	Aspectos demográficos.....	43
1.	Tamaño, estructura y distribución de la población.....	43

1.	Etnias.....	44
2.	Idioma.....	44
2.	Familia modal.....	45
3.	Densidad de población.....	46
B.	Infraestructura y servicios públicos	46
1.	Agua potable.....	46
2.	Drenaje.....	46
3.	Telefonía.....	46
4.	Energía Eléctrica.....	47
5.	Salud.....	48
6.	Educación.....	49
7.	Vivienda.....	51
C.	Aspectos de tenencia y actividades productivas	52
3.	Tenencia de la tierra..	53
4.	Actividades agropecuarias.....	53
IX.	CARACTERIZACIÓN DE AMENAZAS NATURALES, VULNERABLES Y RIESGO	56
A.	Amenazas naturales.....	56
1.	Amenazas geológicas.....	58
2.	Amenazas hidroclimáticas.....	60
B.	VULNERABILIDAD.....	61
1.	Falta de conocimiento de amenazas.....	61
2.	Falta de organización.....	62
3.	Vías de comunicación.....	62
4.	Actividades agropecuarias y forestales.....	62
X.	DIAGNÓSTICO	63
XI.	RECOMENDACIONES.....	66
XII.	BIBLIOGRAFÍA.....	68

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Información morfométrica de la Cuenca del Río Samalá	11
2. Municipios que conforman la Cuenca	12
3. Especies de flora representativas de la región de los volcanes	19
4. Rasgos fisiográficos características de la Cuenca del Río Samalá	28
5. Capacidad de Uso de la Tierra, según sistema USDA	34
6. Categorías de intensidad de uso de la tierra	39
7. Distribución de la población que habita en la cuenca.....	43
8. Población indígena y no indígena en los municipios de la cuenca	45
9. Alfabetos hombres y mujeres de los municipios que conforman la cuenca en estudio	49
10. Niveles de escolaridad en los municipios que confirman la cuenca.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Localización geográfica de la cuenca del Río Samalá	10
2. Zonas de vida en la Cuenca del Río Samalá	16
3. Geología de la cuenca del Río Samalá	26
4. Fisiografía de la cuenca del Río Samalá	31
5. Serie de suelos distribuidos en la cuenca del Río Samalá.....	32
6. Capacidad productiva de la tierra en la cuenca del Ríos Samalá	35
7. Intensidad de uso de la cuenca del Río Samalá	41

LISTA DE ACRÓNIMOS

CRS	Cuenca del Río Samalá
OMS	Organización Mundial de la Salud
MAGA	Ministerio de Agricultura y Ganadería
INAB	Instituto Nacional de Bosques

RESUMEN

Frente al modelo económico actual del país, en el que las acciones están dirigidas a explotar los recursos naturales y no a su conservación este estudio realiza un diagnóstico biofísico de la cuenca del Río Samalá, en el que se incluye flora, fauna, clasificación de suelos, fisiografía, hidrografía, cobertura vegetal y uso actual de la tierra, densidad poblacional, amenazas, vulnerabilidad y riesgos, degradaciones e incompatibilidades. Este estudio también involucra generalidades sobre la estructura social productiva, e identifica los actores locales involucrados. Cuyo objetivo está encaminado a formar una plataforma para la generación de plan de acciones a desarrollar a mediano y largo plazo.

El propósito principal del estudio es evaluar el estado actual de los recursos naturales de la cuenca del Río Samalá. Para lograr los objetivos trazados se diseñó una metodología que está conformada por un conjunto de acciones coherentes desarrolladas en forma secuencial y paralela. La principal base metodológica aplicada fue la investigación bibliográfica, encuestas, inspección de campo y análisis de mapas.

El diagnóstico ambiental de la cuenca del Río Samalá presenta una visión sintética de la realidad de la cuenca y una apreciación del estado de conocimiento y fuentes de información de cada uno de los sectores involucrados en el desarrollo regional. Este documento servirá de base para la selección y estudio de los proyectos y acciones específicas que deben ponerse en marcha para asegurar el desarrollo de la región, en el marco de un plan de manejo integral de cuencas.

El deterioro ambiental al que se encuentra sometida la cuenca del Río Samalá es consecuencia de la falta de planificación de las actividades dentro del territorio, derivando en una serie de incompatibilidades de uso. Aunado a esto

existe una evidente ausencia de gestión ambiental en las instituciones públicas y organizaciones sociales.

I. INTRODUCCIÓN

El territorio nacional es rico en biodiversidad y recursos naturales y también posee una población creciente, la cual ejerce una presión sobre los recursos naturales. Es urgente normar y regular el uso de dichos recursos, para lograr así su conservación y preservación.

La diversidad de geoformas, ubicación geográfica y la presión del hombre sobre los recursos genera fenómenos naturales que repercute sobre el hombre, su producción y los recursos naturales. Una de las regiones con gran incidencia de fenómenos naturales es la Planicie Costera del Pacífico, región donde se registran las cuencas hidrográficas más problemáticas, entre ellas la cuenca del Río Samalá.

Se ha seleccionado esta cuenca, ya que es una de las regiones que cuenta con mayor registro de desastres naturales (lahares inundaciones, movimientos de ladera, que han afectado seriamente a la comunidad residente. Se han registrado pérdidas de vidas humanas, daños en infraestructura, y aunado a esto se ha visto disminuida la actividad productiva de la región.

El diagnóstico ambiental de la cuenca está encaminado a identificar y evaluar los recursos naturales presentes en ella, y de esta manera generar un plan de manejo adecuado que conduzca a su preservación. Dicho diagnóstico proporciona información sobre las características biofísicas y socioeconómicas de la cuenca. Además, se identifican y definen problemas ambientales, conflictos sociales y el potencial de recursos naturales con que esta cuenta.

En la cuenca del Río Samalá, existe una gran presión poblacional, ya que en ella habitan más de 600,000 personas. Esto ha generado una notable degradación de sus recursos naturales.

La cuenca en estudio es la de mayor importancia socioeconómica en la región, por la densidad de población y las actividades productivas que la caracterizan. A nivel nacional tiene una importancia económica relevante, es en esta cuenca donde se ubica la mayor producción de papa y de numerosas

hortalizas que se distribuyen en el mercado nacional e internacional. También se ubican grandes cafetaleras que contribuyen a la economía nacional.

II. ANTECEDENTES

La cuenca del Río Samalá, se localiza al sur del territorio nacional, se ubica en la Planicie Costera del Pacífico y las Tierras Altas Volcánicas. Tiene un área aproximada de 1500 km², comprende a los departamentos de Retalhuleu, Quetzaltenango y Totonicapán, siendo el primero en el que la cuenca ocupa mayor extensión. Su forma es irregular, tiene una longitud aproximada de 100 km y un ancho máximo de 35 km.

Es una de las regiones que cuenta con mayor registro de desastres naturales (inundaciones, movimientos de ladera, lahares, entre otros) que han afectado seriamente a la comunidad residente (CBNDR/RAPCA, 2003). Se han registrado pérdidas de vidas humanas, daños en infraestructura, y aunado a esto se ha visto disminuida la actividad productiva de la región.

El registro de eventos catastróficos en la región se remonta a principios del siglo pasado cuando hizo erupción el volcán Santa María con un saldo fatídico de más de 5000 personas (Rose, 1972), seguida de esta erupción se han registrado innumerables erupciones de considerable magnitud (Rose, 1987a y b). Según la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (2003), el material volcánico aportado a la red hidrográfica en la parte media y baja de la cuenca, constituye el principal problema en los asentamientos humanos de la región. Ya que estos eventos catastróficos han dañado la infraestructura, actividad agrícola y pérdida de vidas humanas.

Los lahares que se suscitan en la parte media y baja de la cuenca han provocado la devastación de pueblos enteros, como el ocurrido en el Palmar (1983) en el que perecieron más de 5,400 habitantes (INSIVUMEH, 1988). También se han registrado incalculables daños a la Carretera Panamericana. Y debido a que la actividad del volcán Santiaguito, generador del material volcánico que conforma los lahares, está en permanente actividad volcánica, no se descarta la posibilidad de que continúen las alteraciones en las actividades sociales y económicas de la región.

La parte alta de la cuenca (donde se ubican las cabeceras departamentales de Totonicapán y Quetzaltenango), es considerada a nivel nacional como una de las regiones más pobladas, y con gran actividad comercial. En el departamento de Quetzaltenango habita el 5.6% del total de la población del país (INE, 2003). Quetzaltenango es la segunda ciudad de Guatemala, tiene una gran importancia a nivel económico, no sólo por su producción agrícola sino por la actividad industrial y comercial que en ella se desarrolla, debido, entre otros aspectos, a su estratégica ubicación. Entre los años 1950 y 1964 la ciudad se desarrolló considerablemente y más fábricas se establecieron en la zona Cantel y Capuano. La Cervecería Nacional y la Embotelladora Nacional contribuyeron y forjaron el desarrollo económico de la región.

III. MARCO TEÓRICO

Se parte del concepto que la cuenca hidrográfica es un sistema biológico, físico, económico y social (Hernández *et al*, 1993). Desde que el hombre detuvo su marcha migratoria y optó por la vida sedentaria, la agricultura fue su actividad principal, y el agua y el suelo símbolos de vida. Con el tiempo la construcción de las ciudades originó la necesidad de contar con obras hidráulicas para el aprovechamiento del agua. Y también generó la necesidad de conservarlas y protegerlas de los graves problemas provocados por la sedimentación, la contaminación y la alteración del régimen hidrogeológico.

Por su estudio se requiere una caracterización y un diagnóstico en el que se analizan los recursos presentes en la cuenca.

Según Nittler (1993) define la *Caracterización de cuencas* como el proceso de definir las características biofísicas, socioeconómicas e institucionales, las cuales influirán el manejo de la cuenca. Y define *Diagnóstico de cuencas* como una interpretación de la caracterización. Analiza la caracterización para definir los problemas ambientales, conflictos sociales y las oportunidades que presenta la cuenca para ser manejada. Hace recomendaciones muy generales sobre el futuro manejo.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivos generales

- ✓ El propósito del estudio es identificar el estado actual de los recursos naturales de la cuenca.

B. Objetivos específicos

- ✓ Identificar las fuentes generadoras del deterioro de dichos recursos.
- ✓ Priorizar áreas o puntos críticos de la cuenca que necesiten ser estudiados con más detalles.

V. METODOLOGÍA

El diseño de investigación es no experimental, transeccional y descriptivo. La formulación del Diagnóstico Ambiental se llevará aplicando metodológicamente un conjunto de acciones coherentes desarrolladas en forma secuencial y paralela, con el fin de alcanzar los objetivos planteados.

A continuación se plantean las acciones que se siguieron para cumplir con el plan estipulado:

- ✓ Revisión bibliográfica: Se llevó a cabo una investigación exhaustiva en los principales centros de documentación del país: MAGA, CONRED, MARN, INAB, ANACAFE, GTZ, INSIVUMEH, MSPAS, entre otros. Los temas que se investigaron son aquellos con relación estrecha con la cuenca y de la que se pueda obtener información útil para el diagnóstico.
- ✓ Entrevistas: Con el fin de conocer la problemática de la cuenca desde la visión de personas que conocen la situación ambiental de la cuenca, se plantea la necesidad de realizar entrevistas a promotores ambientales y alcaldes municipales. Y de esta manera conocer en forma directa las condiciones ambientales del área de influencia. La entrevista está orientada a determinar la problemática ambiental actual, las causas y los efectos; y la priorización de los mismos de acuerdo a su importancia.
- ✓ Técnicas de análisis para la caracterización biofísica. Se utilizó una metodología basada en tecnología de Sistemas de Información Geográfica (ArcView y ERDAS), utilizando como información base los mapas temáticos del MAGA e imágenes de satélite. Este estudio se apoyó en inspecciones de campo.
- ✓ La caracterización climática se realizó según la información meteorológica disponible de la cuenca y alrededores, ésta fue obtenida del INSIVUMEH.
- ✓ Los acápites de zonas de vida, geología, fisiografía, suelos, capacidad de uso de la tierra e intensidad de uso se realizaron mediante la interpretación de mapas (base de datos del MAGA), se llevaron a cabo inspecciones de

campo para corroborar la información obtenida.

- ✓ Recurso forestal. Para su análisis se tomará de base información proporcionada por el INAB.
- ✓ Según información proporcionada por el CONAP se identificaron las áreas sujetas a conservación.
- ✓ La intensidad de uso de la tierra se hizo mediante la coincidencia de mapas de uso actual de la tierra y la capacidad de uso de la tierra.
- ✓ La caracterización socioeconómica se realizó mediante el análisis de la información proporcionada por el INE (2003).
- ✓ Para desarrollar el tema de tenencia de la tierra se tomó de base al IV Censo Agropecuario de 2004.
- ✓ Para llevar a cabo la caracterización económica por tipo de actividad agropecuaria se tomó como base el IV Censo Agropecuario 2004.
- ✓ Para desarrollar el tema amenazas naturales, vulnerabilidad y riesgo. Se tomó como base el inventario de eventos naturales que fue extraído del documento preparado por Asesoría Basterrechea Asociados para INFOM/UNEPAR (2000).

La información bibliográfica, la superposición de mapas temáticos y los datos recopilados en el campo, proporcionó la base para el diagnóstico ambiental de la cuenca. La información resultante se presenta en un documento impreso, en el que se incluirán mapas y gráficos estadísticos.

VI. LA CUENCA EN ESTUDIO

A. Aspectos generales

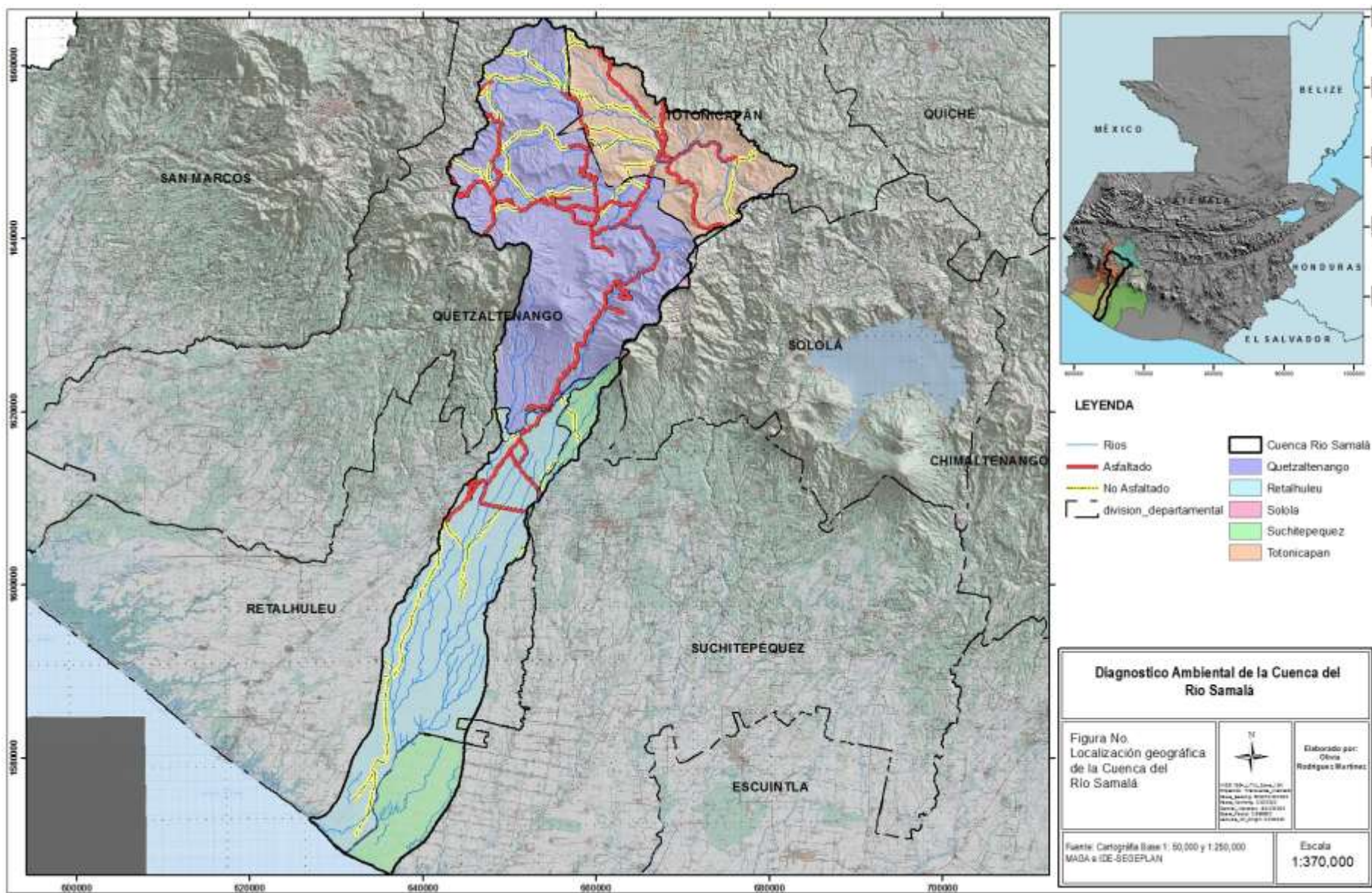
La cuenca del Río Samalá se ubica en la porción oeste del territorio nacional. Forma parte de la vertiente del Pacífico (**Figura 1**). Tiene una superficie aproximada de 1,479 km², una longitud máxima de 100 km y un ancho aproximado de 35 km.

La cuenca en estudio está limitada al sureste por las cuencas: Río Sis-Icán y Río Nahualate, al suroeste por las cuencas: Río Ocosito y Río Naranjo y en la porción norte por las cuencas del Río Cuilco y Río Salinas. La forma de la cuenca, en general es alargada, ancha al norte y angosta en la parte media y sur. Las subcuencas que conforman la cuenca son: área de captación, Río Ixpatz, Nima I, Oc y Xequijel. El Río Samalá es el principal afluente de la cuenca que lleva su nombre. El **Cuadro 1** muestra los datos referentes a la morfometría de la cuenca.

B. Localización y vías de acceso

La cuenca del Río Samalá se ubica entre los paralelos 15°03'36" y 14°10'12" de longitud norte y los meridianos 91°17'24" y 91°49'48" de longitud oeste. En cuanto a su tamaño ocupa el octavo lugar de las cuencas que vierten sus aguas al Océano Pacífico (URL, 1999).

Figura 1. Localización geográfica de la cuenca del Río Samalá



Cuadro 1. Información morfométrica de la cuenca del Río Samalá

Descripción	Unidades
Área de la cuenca	1498.725 km ²
Perímetro de la cuenca	287.4
Distancia sobre el cauce principal desde la estación al centro de la cuenca	51.12
Longitud desde la estación a la divisoria del cauce principal	142
Longitud desde la estación a la divisoria del cauce más largo	20334.8 km ²
Factor de forma	13.5
Área de un círculo de perímetro igual a AK	6572.69 km ²
Relación circular	0.228
Densidad de drenaje	2.1418 km/km ²
Constante de mantenimiento de la cuenca	0.46689 km ³ /km
Frecuencia de las corrientes	4.261 corriente/km
Máxima elevación de la cuenca	3772 msnm
Mínima elevación de la cuenca	0 msnm
Elevación promedio de la cuenca	1625.757 m
Máxima elevación en el perímetro de la cuenca	3542 m
Pendiente equivalente	78.06 m/km
Pendiente de 85 a 10%	4.81 m/km
Pendiente media del terreno	0.04359 m/m
Gradiente media del terreno	2°29'45"
Coeficiente de relieve	0.02484
Coeficiente de robustez	10.305

Fuente: Acajabón, 1973

El área de estudio cuenta con vías de acceso de primera, segunda y tercera categoría. Su principal vía de acceso es a través de la Carretera interamericana del Pacífico -CA2- que atraviesa el área de estudio de este a oeste. Otra vía de acceso de primera categoría, y de importancia comercial es la Carretera departamental 9S que conecta a la Ciudad de Quetzaltenango, Almolonga y Zunil con los municipios de San Sebastián, Retalhuleu y Champerico (Instituto Geográfico Nacional, 1999).

Se localiza dentro de los Departamentos de Totonicapán, Quetzaltenango y Retalhuleu y en pequeña proporción Suchitepéquez. Comprende 27 municipios

(Cuadro 2) de los cuales 17 pertenecen al departamento de Quetzaltenango, 6 al departamento de Totonicapán, 2 al departamento de Suchitepéquez y 3 al departamento de Retalhuleu.

Cuadro 2. Municipios que conforman la cuenca

Municipio	Departamento
Almolonga	Quetzaltenango
Cajolá	Quetzaltenango
Cantel	Quetzaltenango
Concepción Chichirichapa	Quetzaltenango
Cuyotenango	Suchitepéquez
El Palmar	Quetzaltenango
La Esperanza	Quetzaltenango
Olintepeque	Quetzaltenango
Pueblo Nuevo	Suchitepéquez
Quetzaltenango	Quetzaltenango
Salcajá	Quetzaltenango
San Andrés Villa Seca	Retalhuleu
San Andrés Xecul	Totonicapán
San Carlos Sija	Quetzaltenango
San Cristóbal Totonicapán	Totonicapán
San Felipe Retalhuleu	Retalhuleu
San Francisco El Alto	Totonicapán
San Francisco La Unión	Quetzaltenango
San Juan Ostuncalco	Quetzaltenango
San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango
San Martín Zapotitlán	Retalhuleu
San Mateo	Quetzaltenango
San Miguel Sigüila	Quetzaltenango
San Sebastián	Retalhuleu
Santa Cruz Muluá	Retalhuleu
Sibilia	Quetzaltenango
Zunil	Quetzaltenango

Se estima una población mayor a los 600,000 habitantes (INE, 2003). Un alto porcentaje de la población que habita en la cuenca reside en el área rural (>50 %) (Instituto Nacional de Estadística, 2003). Se registran tres centros poblados con alta expansión, son las cabeceras departamentales; en la parte alta de la cuenca se ubica la ciudad de Totonicapán, en la parte media la ciudad de Quetzaltenango, y en la parte baja Retalhuleu.

Dentro de los municipios que conforman la cuenca, el de Quetzaltenango tiene mayor porcentaje de representatividad por su extensión territorial y población, seguido de Totonicapán y Retalhuleu.

En la división política administrativa municipal la cuenca comprende: 19 cabeceras municipales, que constituyen los principales centros urbanos. Los centros poblados que se ubican en la cuenca se clasifican como: 3 ciudades, 18 pueblos, 2 villas, 76 aldeas, 179 caseríos, 92 fincas, 15 haciendas, 13 labores, 1 microparciamiento, 9 parajes y 7 parcelamientos (Instituto Geográfico Nacional, 2000). Siendo Quetzaltenango y Totonicapán los municipios con mayor representatividad en la cuenca, ya que en estos centros poblados es donde se registra el mayor índice de población (Instituto Nacional de Estadística, 2003).

VII. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA CUENCA

A. Clima

Para determinar la variable climática se utilizaron dos sistemas de clasificación: Köpen y el de Thornthwaite. La variación climática es de norte a sur, manteniendo una estrecha relación con la orografía.

Según con el sistema de clasificación climática de Köpen, se definen tres tipos de clima. En la parte alta de la cuenca se identifica un clima Templado Húmedo con invierno benigno con lluvias en verano, verano fresco con temperatura media anual del mes más caliente $<22^{\circ}\text{C}$.

En la parte media de la cuenca, prevalece un clima caliente húmedo, en verano las lluvias son abundantes, el verano es fresco con una temperatura media anual del mes más caliente $<22^{\circ}\text{C}$.

En la parte baja de la cuenca, el clima es caliente húmedo, con lluvias en verano, isotermal, con diferencia de temperatura entre el mes más frío y el caliente $<5^{\circ}\text{C}$.

Según el sistema de clasificación de Thornthwaite, en la región prevalecen seis tipos de clima. Al norte de la cuenca, en los municipios de San Carlos Sija, San Francisco el Alto, San Juan Ostuncalco, Almolonga y Zunil, el clima es húmedo semifrío. Esta zona es interrumpida por una franja en la que se identifica un clima semiseco semifrío, en esta zona se ubica la ciudad de Totonicapán, Cantel, Quetzaltenango, entre otros.

A la altura de San Martín Sacatepéquez, San Mateo, al sur de Zunil y Quetzaltenango, se identifica un clima húmedo templado. En la parte media de la cuenca, en el municipio de El Palmar, el clima es muy húmedo semicálido.

A menores altitudes, en los municipios de San Felipe Retalhuleu, San Andrés Villa Seca y Santa Cruz Muluá, el clima es muy húmedo, cálido. Al sur de la cuenca, en el municipio de Retalhuleu, el clima es húmedo cálido.

B. Zonas de vida

El reconocimiento de zonas de vida, permite el cartografiado de los principales tipos de vegetación en una región determinada. Cada zona se caracteriza por la presencia de ciertos indicadores ecológicos o especies típicas que crecen en una zona de vida específica. La variabilidad de clima y altitud marcan la delimitación de seis zonas de vida (**Figura 2**). Según De la Cruz, 1976, en la parte alta de la cuenca se identifica el Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical (Bmh-MB) y el Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical (Bh-MB); en menor proporción se identifica, en el municipio de Totoncapán, Bosque muy húmedo Montano Subtropical (Bmh-M).

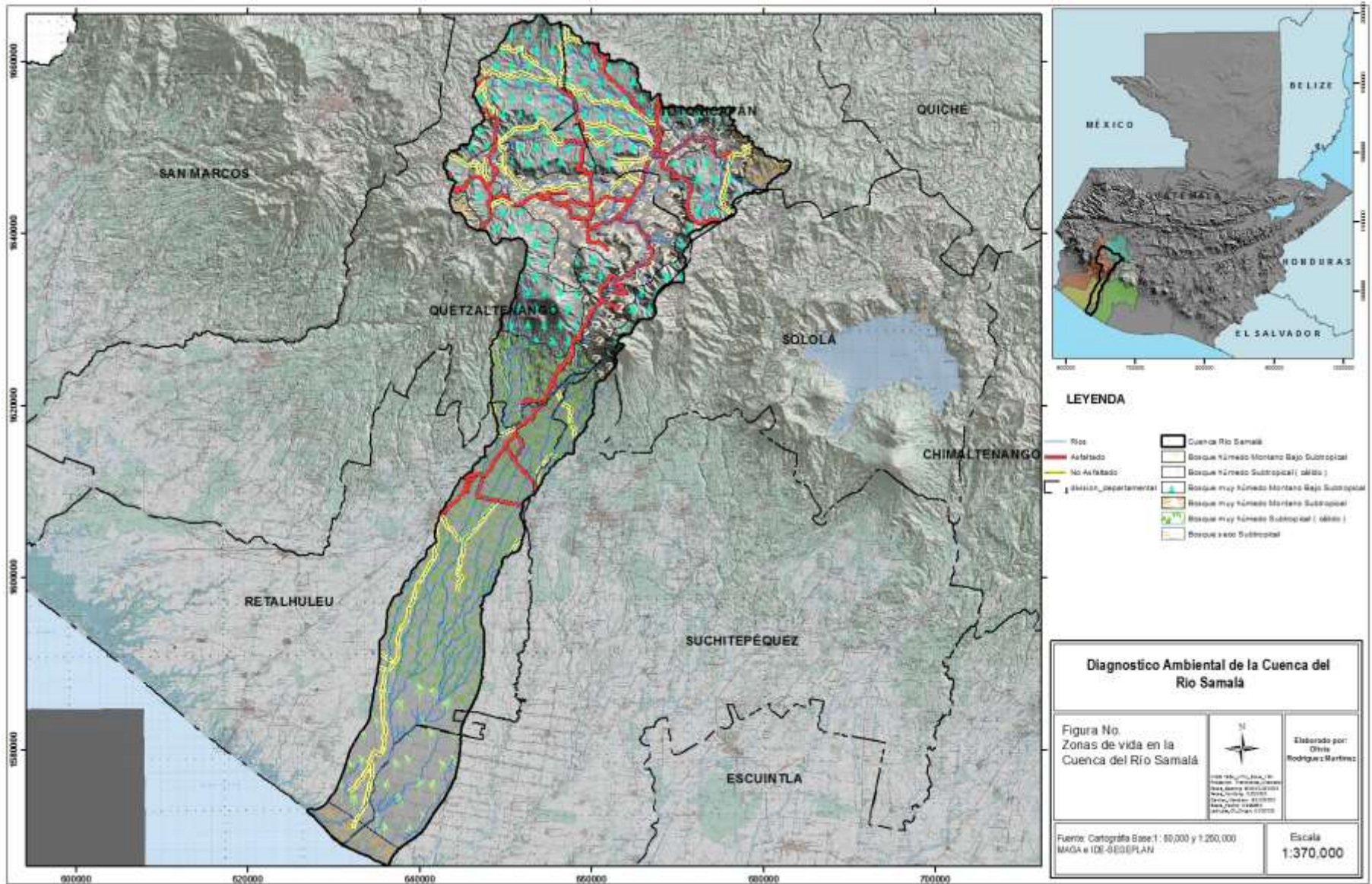
1. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Esta zona de vida en la parte alta de la cuenca, abarcando los municipios de San Carlos Sija, San Francisco el Alto, Olinstepeque, Cajolá, San Miguel Sigüilá, San Andrés Xecul, San Cristóbal Totoncapán, Concepción Chichirichapa, San Mateo, Totoncapán y Cantel. Cubre aproximadamente el 35% de la cuenca, su topografía varía de plana a accidentada.

Las características de esta zona se refieren a un patrón de lluvias entre 2065 mm a 3900 mm, con una precipitación media anual de 2982 mm. La biotemperatura va de 12 a 19°C, la evapotranspiración se estima en 0.35.

Entre las especies indicadoras de esta zona de vida se encuentran: *Cupressus lusitánica* (Ciprés), *Pinus ayacahuite* (Palo Blanco), *Alnus jorullensis* y *Quercus sp* (encino).

2. Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical. Esta zona se encuentra en la parte alta de la cuenca, en donde se encuentra asentada la ciudad de Quetzaltenango y la ciudad de Totoncapán, también se ubican los municipios de Cantel, Salcajá, La Esperanza, al sur de San Miguel Sigüila, Almolonga y Zunil.

Figura 2. Zonas de vida en la Cuenca del Río Samalá



La precipitación varía de 1057 mm a 1588 mm con un promedio anual de 1322 mm. La topografía de esta zona de vida varía de plano a accidentado.

Entre las especies indicadoras que representan esta zona se encuentran *Pinus pseudostrobus* y *Pinus moctezumae*. La biotemperatura va de 15 a 23°C y la evapotranspiración potencial se estima en promedio de 0.75.

1. Bosque muy húmedo Montano Subtropical. Esta zona se restringe a pequeñas áreas, se identifica al este de la ciudad de Totonicapán, al sur del municipio de San Juan Ostuncalco (en el caserío los Alonzos) y al suroeste de la ciudad de Concepción Chichirichapa (en los caseríos Tojchan y Tojcoral).

La precipitación va de 3500 a 4000 mm, con un promedio anual de 3750 mm. La biotemperatura varía de 9 a 11°C. De acuerdo al diagrama de Holdridge se estima una evapotranspiración de 30.

La topografía de esta zona varía de ondulado a accidentado. Las especies indicadoras para esta zona se identifican: *Quercus spp*, *Bocona volcánica*, *Buddleia spp*, *Cestrum spp*, *Garya spp* y *Bacharis spp*.

2. Bosque muy húmedo Subtropical Cálido. Esta zona está ampliamente distribuida en la parte media de la cuenca. Se registra en los municipios de El Palmar, Santa Cruz Muluá, San Felipe Retalhuleu, San Sebastián y San Martín Zapotitlán.

La precipitación varía de 1587 a 2066 mm y una precipitación media anual de 1826 mm. La biotemperatura registrada en la zona varía de 21 a 25°C. La evapotranspiración para la región se estima 0.45. La topografía en la región es muy variada va de plana a accidentada. Actualmente, es en esta región donde se encuentran grandes fincas cafetaleras y de macadamia.

Esta zona de vida cuenta con una de las más ricas composiciones florísticas de la región. Las especies indicadoras de esta zona de vida son:

Orbingnya cohune, *Terminalia amazonia*, *Brosimum alicastrum*, *Lonchocarpus*, *Virula* y *Cecropia*. Por sus características esta zona es indicada para fitocultivos.

3. Bosque húmedo Subtropical cálido. Esta zona se identifica en la parte baja de la cuenca, en el municipio de Cuyotenango, al sur del municipio de Retalhuleu y Santa Cruz Muluá. Se caracteriza por un clima cálido húmedo, topografía plana y elevaciones que varían de 0 a 80 msnm. La precipitación se presenta en un rango de 1200 a 2000 mm; la biotemperatura registrada en la región varía de 22 a 27°C; y se estima una evapotranspiración potencial de 0.95.

Las especies indicadoras de esta zona de vida se identifica *Sterculia apetala* (castaño), *Platymiscium dimorphandrum* (palo de hormigo) y *Cordia alliodora* (laurel).

4. Bosque seco Subtropical. Se restringe a la margen costera, se localizan en esta zona de vida Champerico, los parajes, Dos lagunas, Madre Sal y Hacienda la Verde.

Los registros de precipitación varían de 500 a 1000 mm, con un promedio anual de 750 mm. La biotemperatura registrada en la región varía de 19 a 24°C. La topografía es muy homogénea varía de plano a ligeramente accidentado. Se estima una evapotranspiración potencial de 1.50.

Entre las especies indicadoras de esta zona se identifican: *Cochlospermum vitifolium*, *Sweitenia humilía*, *Alvaradoa amorphoide* y *Sabal mexicana*.

C. Biodiversidad

1. Flora. Según un estudio sobre biodiversidad realizado por PROARCA *et al* (2000) existe un cinturón boscoso que se extiende desde el Volcán Lacandón hasta el Volcán Santo Tomás, en el que se incluyen el Volcán Siete Orejas, Santa María, Santiaguito, Cerro Quemado, Pecúl y Zunil, en este cinturón se registraron 113 familias y 386 especies de flora. Este cinturón boscoso tiene un área aproximada de 350 km² en el que habitan bosques de latifoliadas, coníferas, mixto, vegetación arbustiva y guamiles. Se distribuye de este a oeste desde el Volcán lacandón hasta el Volcán Lacandón. Se encuentra limitado al norte por áreas destinadas a la agricultura limpia y al sur fincas

cafetaleras. A continuación se describe la biodiversidad característica de la cuenca basada en el estudio realizado por PROARCA/CAPAS (2000).

Las familias que representan la flora de la región son: *asteraceae* (47 especies), *orchidaceae* (24 especies), *poaceae* y *rosaceae* (15 especies cada una). *solanaceae* (14 especies), *rubiaceae* (13 especies) y *bromeliaceae* (12 especies). El 22% de la flora de la región presenta un hábito arbóreo (85 especies) cantidad igualada por las especies de hábito arbustivo. El estrato herbáceo es dominante con un 28.75% de la flora (111 especies) de las cuales resaltan las familias *poaceae* y *asteraceae*; las lianas, más frecuentes en las laderas sur, representan un 9% (34 especies). Las epífitas presentan un 18% (68 especies). Las familias dominantes en este estrato son *orchidaceae* y *polypodiaceae*. Se identificaron tres especies parásitas, de los géneros *phoradendron* (*viscaceae*) y *cuscuta* (*cuscutaceae*), conformando el 0.07 por ciento de la diversidad florística.

En el **Cuadro 3** se resumen las especies identificadas en cada uno de los volcanes objeto de estudio realizado por PROARCA/CAPAS y colaboradores (2000).

Cuadro 3. Especies de flora representativas de la región de los volcanes

Región	Categoría	Especie
Volcán Santa María	Arbórea	En el bosque de latifoliadas: <i>Ostrya virginiana</i> , <i>carpinus caroliniana</i> , <i>quercus benthamii</i> , <i>citharexylon moccini</i> , <i>styrax argenteus</i> , <i>phoebe acuminatissima</i> , <i>guarea sp.</i> , y <i>heliocarpus donell-smithii</i> . En el bosque mixto se identifican <i>Verbesina apleura</i> , <i>Vibumum jucudun</i> , <i>Alnus jorulensis</i> , <i>Litsea glaucenses</i> , <i>Philadephus myrtoides</i> , <i>Oreopanax echinops</i> , <i>Buddleia megaloccephala</i> , <i>B. sckutchii</i>
	Arbustiva	En el bosque de latifoliadas: <i>Senecio petasioides</i> , <i>acalypha costaricensis</i> , <i>malvaviscus arboreus</i> , <i>miconia glaberrima</i> , <i>miconia sp.</i> , <i>hoffmania cauliflora</i> , <i>hoffmania sp.</i> y <i>piper sp.</i> En el bosque mixto se identifican <i>acaena elongata</i> , <i>lupinus montanus</i> , <i>holodiscus argenteus</i> , <i>fuchsia cordifolia</i> , <i>senecio heterogamus</i> , <i>monnina xalapensis</i> , <i>symphoricarpos microphylius</i> y <i>oxylobus glanduliferus</i>
	Herbáceo	En el bosque de latifoliadas: <i>loasa triphylla var rudis</i> , <i>eupatorium sp.</i> , <i>polymnia maculata</i> , <i>begonia calderoni</i> , <i>hybanthus sp.</i> y <i>thelypteris sp.</i> En el bosque mixto: <i>trisetum irazuense</i> , <i>alchemilla especies</i> , <i>stipa ichu</i> , <i>vulvia sp.</i> , <i>plantago australis</i> y <i>poa annua</i>
	Lianas	En el bosque de latifoliadas: <i>Oyclanthera langai</i> , <i>c. Teyermarki</i> , <i>ipomoea silvicola</i> , <i>cissampelos sp.</i> , <i>cobaea sp.</i> y <i>clematis dioica</i> . En el bosque mixto

Región	Categoría	Especie
	Espífitas	En el bosque de latifoliadas: <i>Anthurium montanum</i> , <i>monstera friedrichthali</i> , <i>tillandsia guatemalensis</i> , <i>t. Imperialis</i> , <i>t. Yunckeri</i> , <i>t. Punctulata</i> , <i>t. Tricolor</i> , <i>vriesia werckleana</i> , <i>peltapteris peltata</i> , <i>maxiliaria hagssateriana</i> , <i>elleanthus capitatus</i> , <i>epidendrum especies</i> , <i>oncidium especies</i> , <i>lepanthes sp</i> , <i>pleurothallis especies</i> , <i>peperomia deppeana</i> , <i>polypodium rhodopleuron</i> , <i>pleopletis especies</i> y <i>vittaria graminifolia</i> . En el bosque mixto: <i>polypodium hartwegii</i> , <i>pleopletis sp</i> , y <i>usnea sp</i>
Volcán Santo Tomás-Zunil	Arbórea	<i>Blakea purpusii</i> , <i>mereamia macrophyla</i> , <i>citharexylon moncinii</i> , <i>chiranthodendro pentadactylon</i> , <i>quercus conspersa</i> , <i>hedyosmum mexicanum</i> , <i>verbesina apleura</i> , <i>billia hippocastanum</i> y <i>phoebe salvini</i>
	Arbustiva	<i>Nephelia sp</i> , <i>trichipteris sp</i> . Y <i>marattia interposita</i> ; además arbustos como <i>justicia aurea f. Erithryna</i> , <i>senecio cobanensis</i> , <i>zexmenia salvini</i> , <i>centropogon grandidentatus</i> , <i>c. Cordifolius</i> , <i>salvia curtiflora</i> , <i>hoffmania cauliflora</i> , <i>lycinathes quichensis</i> y <i>urera caracasana</i>
	Herbáceo	<i>Pilea daucifolia</i> , <i>solanum nigrescens</i> , <i>sibthorbia repens</i> , <i>adiantum andicola</i> y <i>smilacina flexuosa</i>
	Lianas	<i>Solandra grandiflora</i> , <i>pasiflora membranacea</i> , <i>valeriana scandens va. Candolleana</i> , <i>solanum appendiculatum</i> , <i>smilax lanceolata</i> , <i>clematis grossa</i> , <i>cyclanthera langai</i> , <i>c. Steyermarki</i> e <i>ipomoea signata</i> .
	Espífitas	<i>Maxiliaria densa</i> , <i>m. Hasgsateriana</i> , <i>pleurothallis pansamalana</i> , <i>stelis sp.</i> , <i>elleanthus capitatus</i> , <i>arpophyllum alpinum</i> , <i>tillandsia tricolor</i> , <i>t. Punctulata</i> , <i>t. yunckeri</i> , <i>t. guatemalensis</i> , <i>t. Butzii</i> , <i>vriesia werckleana</i> , <i>catopsis sp.</i> , <i>heliocereus cinnabarinus</i> , <i>cavendishia guatemalensis</i> , <i>smilacina amoena</i> , <i>peperomia quadrifolia</i> , <i>polypodium rhodopleuron</i> , <i>p. Lowei</i> , <i>vittaria costata</i> y <i>peltapteris peltata</i>
Cerro Quemado	Arbórea	<i>Quercus pilicaulis</i> , <i>q. Acatenangensis</i> , <i>pinus rudis</i> y <i>arbutus xalapensis</i> . Otras especies de menor porte son <i>prunus capuli</i> , <i>buddleia nitida</i> , <i>artostaphylos pyrifolia</i> e <i>ilex sp.</i>
	Arbustiva	<i>Gaultheria odorata</i> , <i>senecio</i> , <i>petasioides</i> y <i>lippia substrigosa</i>
	Herbáceo	<i>Phytolacca icosandra</i> , <i>malaxis sp.</i> , <i>smilacina flexuosa</i> , <i>adiantum andicola</i> y <i>asplenium sp</i>
	Espífitas	<i>Heliocereus cinnabarinus</i> , <i>smilacina amoena</i> , <i>elaphoglossum paleaceum</i> y <i>lycopodium cuernaareense</i>
Siete Orejas	Arbórea	<i>Garrya laurifolia</i> , <i>rubis trilobus</i> , <i>ribes ciliatum</i> , <i>buddleia megaloccephala</i> , <i>holodicus argenteus</i> , <i>viburnum discolor</i> y <i>ceanothus coerolus</i> .
	Arbustiva	<i>Monnina xalapensis</i> , <i>acaena elongata</i> , <i>lopinus montanus</i> y <i>syphoricarpus microphius</i>
	Herbácea	<i>Potentilla heterosepala</i> , <i>alchemilla procumbens</i> y <i>fushia microphylla</i>

Fuente: PROARCAS/CAPAS, 2000

La composición florística que representa a la región del volcán Santa María son 219 especies, es el 56.74% de la riqueza florística registrada para la región, de las cuales 52 especies (23.7%) son árboles, 46 tienen hábito arbustivo (21.00%), 50 son hierbas (22.83%), 21 son lianas (10.43%), 49 son epífitas (22.37%) y 1 especie es parásita (0.45%). En la porción sur del volcán se identifica un bosque de latifoliadas, en la porción norte se identifica un bosque mixto, es un bosque ralo, ya que en esta región es baja la precipitación y la intervención antropogénica. Es un bosque mixto, con dominio latifoliadas. Las laderas este y oeste presentan un mosaico de cobertura que se compone de áreas disturbadas por agricultura no perenne, guamiles y áreas de reforestación.

El complejo volcánico Santo Tomás-Zunil presenta una amplia diversidad florística se identificaron 247 especies (63.99% de la diversidad florística determinada en la región), de las cuales 48 especies son arbóreas (19.43%), 51 arbustos (20.65%), 78 hierbas (31.58%), 18 lianas (7.29%), 50 epífitas (20.24%) y 2 especies parásitas (0.81%).

La región de Cerro Quemado es la menos diversa en relación a su composición florística, ya que se registró un total de 43 especies (11.14 por ciento de la diversidad florística registrada), cuenta con 12 especies de árboles (27.91 por ciento), 7 arbustos (16.28 por ciento), 16 hierbas (37.09 por ciento), 5 epífitas (11.63 por ciento) y 2 especies parásitas (4.65 por ciento).

De los volcanes que se ubican en la cuenca, el volcán Siete Orejas es el más intervenido, cuenta con una reducida cobertura boscosa. Esta cobertura está constituida de 104 especies de flora, el 26.94% de la riqueza botánica de la región. Esta diversidad florística está representada por las familias *asteraceae* (19 especies), y *poaceae* (6 especies). De la especies de flora 14 son arbóreas (18.27%), 21 arbustivas (20.19%), 53 hierbas (50.96%), 4 lianas (3.84%), 5 epífitas y 2 parásitas (4.81%). La vegetación es evidentemente secundaria, existen relictos de bosque los cuales se han conservado porque se ubican en terrenos abruptos de difícil acceso. Estos rodales de bosque mixto están compuestos por *pinus rudis* y *alnus jorulensis*.

2. Fauna. Según PROARCAS/CAPAS (2000) en la región no existen registros de especies o subespecies de aves catalogadas como endémicas. Las especies de aves identificadas en la región son: chipe rosado (*Ergaticus versicolor*) y el jilguero coroninegro (*Carduelis atriceps*), endémicos del altiplano de Guatemala y las tierras altas de Chiapas. Otras especies importantes de aves son el zorzal cuellirrufo (*Turdus rufitorques*), el motmot gorjiazul (*Aspata gularis*) y la golondrina gorrinegra (*Notiochelidon pileata*).

Entre los mamíferos identificados en la región se incluyen los pizotes (*Nasua narica*), los cacomistles (*Bassariscus sumichrasti*), puma (*Puma concolor*).

Según inventario realizado Por PROARCAS/CAPAS (2000), se reportó la presencia de *Abronia matudai*, género de lagartija muy vistosa. La presencia de lagartijas de en bosque de latifoliadas puede ser un importante indicador de la buena calidad del bosque y su dosel, debido a que se encuentran exclusivamente en bosques primarios. Según este inventario, existe una especie de salamandra (del grupo de *Bolitoglossa morio*) con posibilidades de ser endémica de la cima del volcán Santa María. Además existe una especie de escarabajo endémico del área *Proculus goryi* (familia Passalidae, orden coleoptera).

D. Recurso hídrico

1. Hidrogeología. La CSR está constituida por cuatro unidades hidrogeológicas (**Cuadro 4**): aluviones, depósitos piroclásticos y lavas, todas ellas datan del cuaternario, el terciario está representado por lavas y tobas (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 1991).

La Parte alta y media de la cuenca está representada por las unidades hidrogeológicas: depósitos piroclásticos y lavas del cuaternario, y lavas y tobas del terciario. La parte baja de la cuenca está constituida casi exclusivamente por aluviones del cuaternario. Estas cuatro unidades hidrogeológicas que conforman la cuenca son acuíferos de buena a muy buena potencialidad (**Cuadro 4**).

En la parte alta de la cuenca, las mejores condiciones para formación de acuíferos con potencial para explotación se ubican en los valles mayores (p.ej. Valle de Quetzaltenango) donde predomina el material piroclástico que sobreyacen a lavas y tobas del terciario. Los depósitos piroclásticos están constituidos por niveles más o menos permeables, con permeabilidad primaria intercalado con niveles impermeables o semipermeables, pero con interconexión hidráulica entre ellos. La transmisibilidad en el Valle de Quetzaltenango varía de 100 a 300 m²/día (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991).

Según estudio de miniriego (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991) los pozos realizados en depósitos piroclásticos del cuaternario en el Valle de Quetzaltenango a una profundidad media de 150 m, presenta caudales de 20 y 50 litros/segundo (promedio 27 litros/segundo) y niveles de bombeo entre 75 y 165 m.

Los acuíferos mayores se ubican en la parte baja de la cuenca en la unidad hidrogeológica de aluviones cuaternarios. En esta unidad existen buenas posibilidades de encontrar y explotar aguas subterráneas, ya que presentan un potencial de aproximadamente 160 x 10⁶ m³ (**Cuadro 4**). Esta unidad hidrogeológica constituye un acuífero con porosidad primaria, alta productividad, con valores elevados de transmisibilidad y almacenamiento.

Cuadro 4. Área superficial de unidades hidrogeológicas de la cuenca en estudio

Cuenca	Unidades Hidrogeológicas	Área en Km ²	Precipitación media anal en mm	Porcentaje de infiltración	Recarga potencial anual m ³ x 10 ⁶
Samalá	Unidad 1	532	3000	10	160
	Unidad 2	393	1000	15	59
	Unidad 3	210	3000	10	63
	Unidad 4	364	1000	5	18
Área total de la cuenca		1499	Recarga potencial total en m ³ x 10 ⁶		300

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991

1. Aluviones cuaternarios
2. Depósitos del cuaternario
3. Lavas del cuaternario
4. Lavas y tobas del Terciario

2. Calidad del agua. Para este análisis se consideraron resultados de muestreos realizados por el Instituto Nacional de Vulcanología, Meteorología e Hidrología durante febrero a octubre del 2002 y en febrero a octubre del 2003. Los muestreos fueron realizados en la Estación Candelaria ubicada en las coordenadas latitud norte 14°39'04" y longitud este -91°33'55", Finca El Recreo. Tambriz (2004), realizó una caracterización hiroquímica en los Ríos Nimá I, Nimá II, Tambor y Salamá, los puntos de muestreo se ubican a inmediaciones del Volcán Santiaguito.

Según los resultados obtenidos de estos estudios los parámetros están por debajo de la norma COAGUNOR NGO 29001 y de la norma establecida por la Organización Panamericana de la Salud (OMS). A excepción del boro y hierro, estos dos parámetros se encuentran por encima de la norma de la OMS. El contenido de boro proviene de la actividad volcánica del Santiaguito. La presencia de hierro es producto de la disolución de rocas y suelos con alto contenido de hierro. El análisis bacteriológico realizado (bacterias, aerobias, coliformes totales, coliformes fecales y *escherichia colí*) muestra concentraciones que superan la norma COGUANOR y de la OMS.

3. Utilización del recurso. Los principales usos del agua superficial disponible en la cuenca son: consumo humano, riego para la agricultura, uso industrial, receptor de desechos sólidos y líquidos, producción de energía eléctrica y uso industrial.

El agua para consumo humano se obtiene de ríos, manantiales, arroyos y aguas subterráneas (pozos perforados). No se cuenta con un inventario sobre la cantidad de pozos perforados en la región, gran parte de ellos están ubicados en propiedad privada, lo que imposibilita la cuantificación. La forma de captación del recurso hídrico es en forma directa, es decir es extraído directamente del afluente, sin tratamiento alguno. Las zonas urbanas se abastecen de agua a través de una red de distribución, operado mediante sistemas de bombeo o gravedad.

E. Geología

1. **Geología regional.** La configuración morfo-tectónica característica de la cuenca está regida por la actual subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa del Caribe. Esto ocurre a razón de 9 cm por año (Von Huene, 1989).

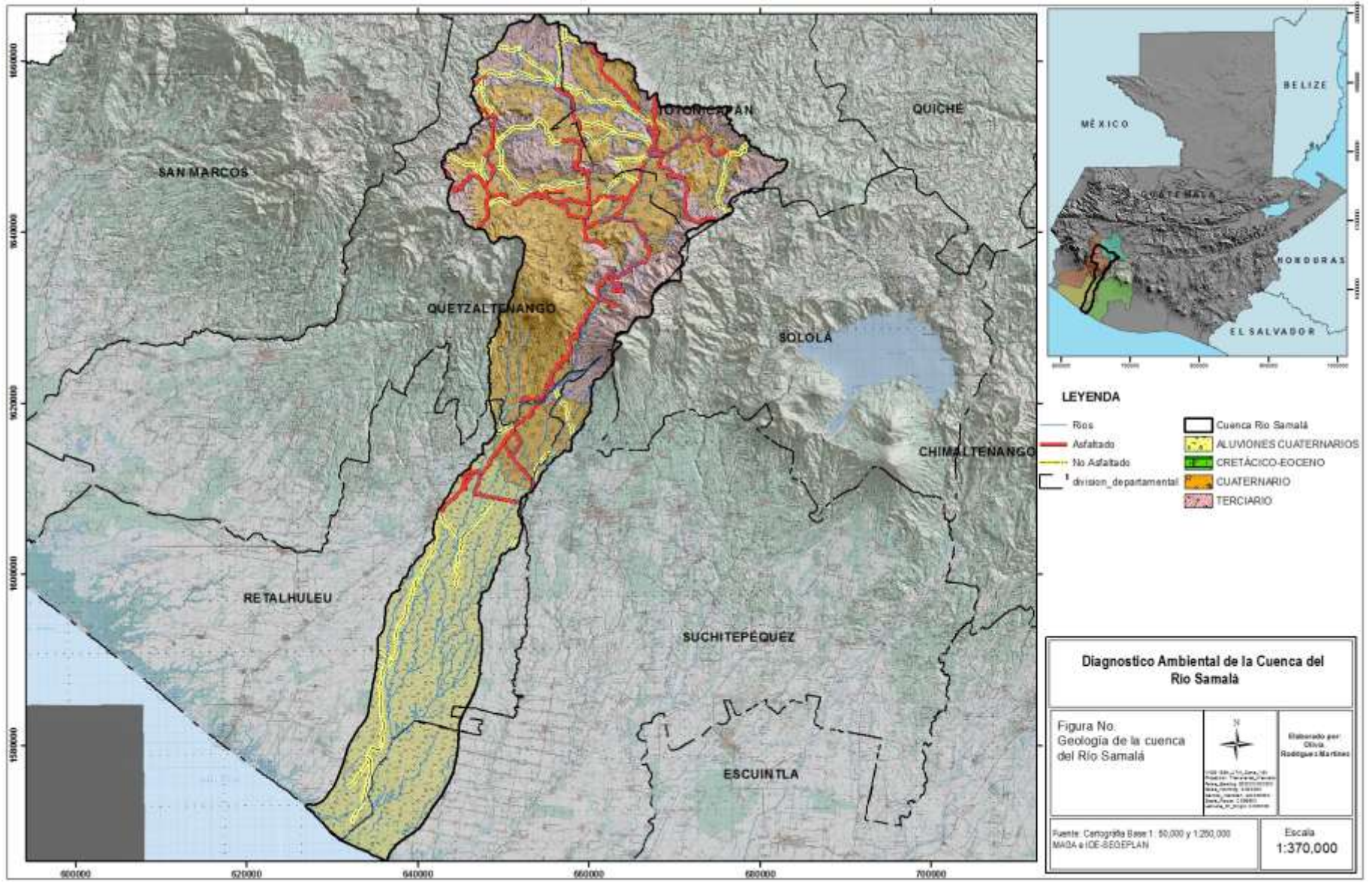
La constante actividad tectónica en la región ha generado innumerables movimientos telúricos, se incluye también la actividad volcánica evidente en la zona, acción manifiesta por el complejo volcánico Santa María-Santiago ubicado en la parte media de la cuenca.

La geología de la región está representada por rocas volcánicas del terciario y cuaternario. En la parte alta de la cuenca afloran rocas volcánicas sin dividir, que datan del Terciario, incluye tobas, coladas de lavas, sedimentos volcánicos y material lahárico.

Este material cubre aproximadamente el 25% de la cuenca, se observan en San Carlos Sija Sibilia, Zunil, Cantel y al sur de Totonicapán. Otro de los depósitos volcánicos características de la parte alta de la cuenca, son rellenos piroclásticos (**Figura 3**) del cuaternario, que son principalmente lapilli de pómez y pómez de origen diverso. Este material volcánico tiene su origen del complejo volcánico Santa María-Santiago. Son evidentes afloramientos en la ciudad de Quetzaltenango y Totonicapán, en los municipios de Salcá y San Francisco el Alto, al sur de Olinstepeque y La Esperanza, al este de San Juan Ostuncalco y San Francisco la Unión y al oeste de San Miguel Sigüila.

La parte media de la cuenca está constituida de rocas volcánicas predominando los depósitos laháricos, coladas de lava y tobas. En esta zona se ubica el complejo volcánico Santa María-Santiago, Siete Orejas y Cerro Quemado. Este material volcánico aflora en el municipio de El Palmar, San Felipe Retalhuleu, al oeste de Zunil y al Norte de Santa Cruz Muluá.

Figura 3. Geología de la cuenca del Río Samalá



La parte baja de la cuenca está constituida por una extensa cobertura de aluviones cuaternarios, en su mayoría mal sorteados y mal clasificados. Este material es cubierto parcialmente por suelos profundos los cuales son utilizados para cultivos diversos.

2. Geología económica. Según información recopilada del Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2003), no se presentan registros de historial minero de relevancia. La generación constante de grandes volúmenes de material volcánico emitido por el volcán Santiaguito, y las características orográficas de la cuenca favorece a la erosión, transporte y acumulación de magnos depósitos en regiones de menor pendiente. Los lahares favorecen a la acumulación de fragmentos rocosos en zonas de menor pendiente, lo que contribuye al asolvamiento de los ríos.

En la parte alta de la cuenca se identifican canteras de las que se extrae pómez, la cual se utiliza como material de construcción, se observaron canteras en la Ciudad de Quetzaltenango y Totonicapán. En otras localidades (San Francisco el Alto, San Carlos Sija, entre otros) existen canteras de las que se extrae material volcánico el cual es utilizado para la fabricación de block.

En la parte baja de la cuenca, es evidente la extracción de materiales para construcción tales como gravas y arenas, esta actividad es realizada en su mayoría en la clandestinidad. La actividad se ejecuta en forma rudimentaria, la herramienta utilizada es mazo, pala y malla como clasificadora. El material rocoso es triturado en forma manual.

F. Fisiografía

La cuenca del Río Samalá comprende tres provincias fisiográficas: la parte alta de la cuenca está comprendida en la provincia Tierras Altas Volcánicas, la parte media de la cuenca incluye la Pendiente Volcánica Reciente y Llanura Costera del Pacífico. La parte baja de la cuenca comprende la Planicie Costera del Pacífico (Alvarado, 2001).

Las Tierras Altas Volcánicas están caracterizadas por una topografía escarpada a ondulada, también se observan amplios valles y planicies, como es el valle donde se asienta la Ciudad de Quetzaltenango. Las geoformas muy diferenciadas en la región fueron originadas por la acción de los agentes erosivos y la actividad tectónica del área, esta diferenciación de paisaje se rige por la constitución del material rocoso.

La pendiente volcánica reciente, que se identifica en la parte media de la cuenca, en esta provincia se localizan los volcanes de más reciente formación como el complejo volcánico Santa María-Santiaguito, Chicabal, Siete Orejas y Cerro Quemado.

La parte baja de la cuenca está comprendida en la Llanura (Costera del Pacífico, esta provincia comprende aluviones del cuaternario. El material erosionado y transportado de altitudes mayores, es depositado en esta provincia que presenta una topografía que varía de ondulado a plano. Por lo general las elevaciones del terreno son menores a los 200 msnm y el drenaje es deficiente. En esta región se han registrado innumerables eventos de inundación. Dentro de los límites de las provincias se identifican unidades más pequeñas denominadas paisajes. En la cuenca se identificaron 13 grandes paisajes (**Figura 4**). En el **Cuadro 5** se muestran los rasgos característicos de cada uno de los grandes paisajes identificados en la cuenca (Alvarado, 2001).

Cuadro 5. Rasgos fisiográficos características de la Cuenca del Río Samalá

Región	Sub-región	Gran Paisaje	Características
Tierras Altas Volcánicas	Zona Montañosa Occidental	Montañas Altas de Occidente	Se identifica el municipio de San Carlos Sija, Sibilia y Totonicapán. La topografía es accidentada propia de coladas de lava, se observan fuertes escarpes con pendientes mayores de 50%. El patrón de drenaje es dendrítico, siendo los espacios interfluviales angostos.
		Macizo intrusivo del cerro Xachuitz	Se observa en la parte norte de la cuenca. Caracterizado por laderas con pendientes de 18 a 60%. Constituido por rocas intrusivas, parcialmente cubiertas por ceniza volcánica y rocas metamórficas muy meteorizadas. Las geoformas se originaron por el emplazamiento de rocas plutónicas y su posterior proceso

Región	Sub-región	Gran Paisaje	Características
			erosivo.
		Planicies Onduladas	Se identifica en las aldeas Pachute y Chuatuj al sur de San Carlos Sija; Patachaj y Nueva Candelaria, del municipio San Francisco El Alto y en la aldea Chajabal del municipio de San Andrés Xecul. Topografía plana con lomas onduladas de baja altura. Los espacios interfluviales son planos y anchos. Constituido por ignimbritas de San Carlos Sija y depósitos de pómez, del Pleistoceno y Holoceno respectivamente.
		Valle Tectónico de Samalá	Se localiza al oeste de Totonicapán, Salcaja, San Cristóbal Totonicapán, Quetzaltenango, Cantel, San Mateo y al oeste de San Juan Ostuncalco. Depresión de forma alargada orientada de oeste a este con una topografía suave, con pendientes menores al 6%. Se evidencia un fallamiento que da origen a un horst, sobresales las fallas de Olintepeque al norte y la de Zunil al sur. Está constituida por rocas piroclásticas que incluyen ignimbritas y pómez.
		Conos y domos volcánicos	Se identifica al sur de la Ciudad de Quetzaltenango. Los volcanes que la conforman son: Volcán Santa María, Siete Orejas y el Cono de la Laguna Chicabal. El volcán Santiaguito es uno de los domos que conforman este gran paisaje. Constituidos de material piroclástico y lavas de composición andesítica basáltica. Los domos están constituidos de coladas de lava de composición andesítica basáltica.
		Picos Volcánicos Santo Tomás Zunil	Se localiza en el parteaguas de la cuenca, en el límite de Quetzaltenango y Sololá. Las geoformas son laderas de conos volcánicos y es limitado por la falla del río Samalá. Está constituida por rocas volcánicas sin dividir en las que se incluye andesitas, basaltos, riolitas tobas y conglomerados laháricos.
Pendiente Volcánica Reciente	Pendiente Volcánica Central	Relleno Volcánico de El Tumbador-Coatepeque-Nuevo San Carlos	Se localiza en El Palmar, San Martín Zapotitlán y San Felipe Retalhuleu. Presenta un relieve ondulado, pendientes del 3 al 8%, presenta un drenaje subdendrítico a subparalelo. Está constituida por detritus lahárico y fluvial de origen volcánico con bloques de lava de diferente composición, Las geoformas datan del Cuaternario Reciente.
Llanura Costera del Pacífico	Planicie Aluvial Costera	Abanico Aluvial del Río Samalá	Vértice: Se localiza a lo largo del Río Samalá Retalhuleu, norte del municipio de Santa Cruz Muluá y Retalhuleu. La topografía va de plano a ondulado, pendientes <3%. Bloques y gravas mal sorteados en una matriz tobácea. Este

Región	Sub-región	Gran Paisaje	Características
			abanico es el resultado del aporte de material aluvial de los Ríos Samalá, Ocosito, Nimá I, Nil y El Tambor. El material proviene del Volcán Santiaguito, Santa María, Siete Orejas, Santo Tomás y Zunil.
			Media: Se localiza en el municipio de Retalhuleu y sur del municipio de Santa Cruz Muluá. Superficie plana, con pendientes <3%. Formada por Rio Poxolá, Ixquillá, Comepán, Bolas, Ixpatz, Mezá y Oc.
			Distal: Se localiza en los municipios de Cuyotenango y Retalhuleu. Presenta un relieve plano, con una pendiente menor al 3%. Está constituido por arenas finas de composición andesítica y basáltica. Es el resultado del aporte de material por parte de los ríos que se ubican a mayores altitudes; estos ríos al perder su energía solo depositan arenas de fracción fina. Estas geoformas datan del Pleistoceno a reciente.

Fuente: Alvarado, 2001

G. Suelos

La información edafológica que se utilizó como marco referencial son: Series de suelos propuesta por la Unidad de Políticas e Información Estratégica – UPIE del MAGA.

La cuenca está representada por 22 series de suelos. Los mayormente distribuidos son Camanchá, Quetzaltenango, Camanchá erosionada e Ixtán (**Figura 5**).

A continuación se presenta una breve descripción de las series de suelos más representativos en la cuenca:

Camanchá (Cm). Suelos con buen drenaje, se presenta en la planicies suaves a fuertemente onduladas. Estos suelos se han desarrollado sobre ceniza volcánica.

Quetzaltenango (Qe). Suelos profundos, bien drenados que se han desarrollado sobre ceniza volcánica débilmente cementada. Ocupan relieves casi planos en los valles intermontanos.

Figura 4. Fisiografía de la cuenca del Río Samalá

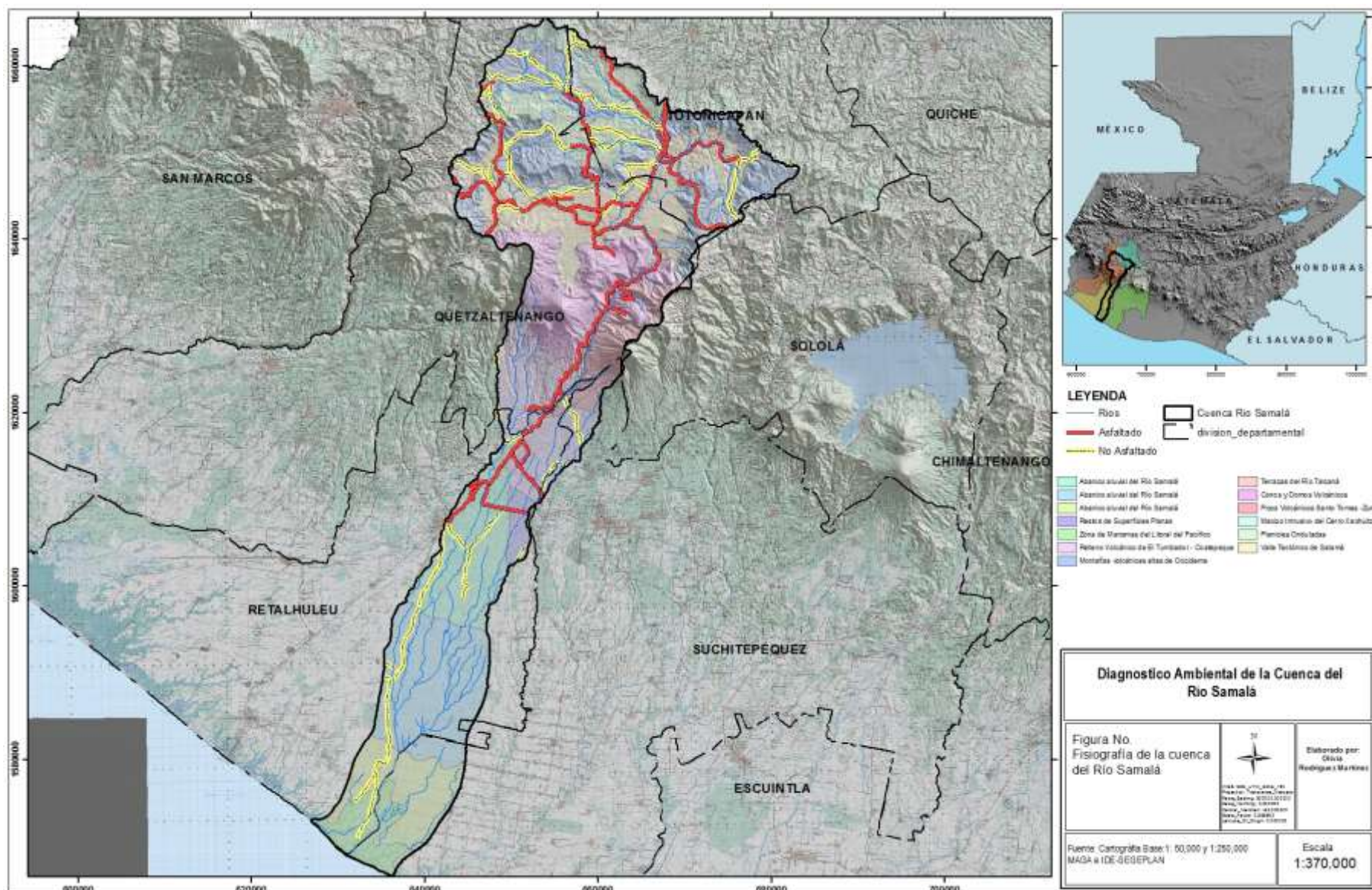
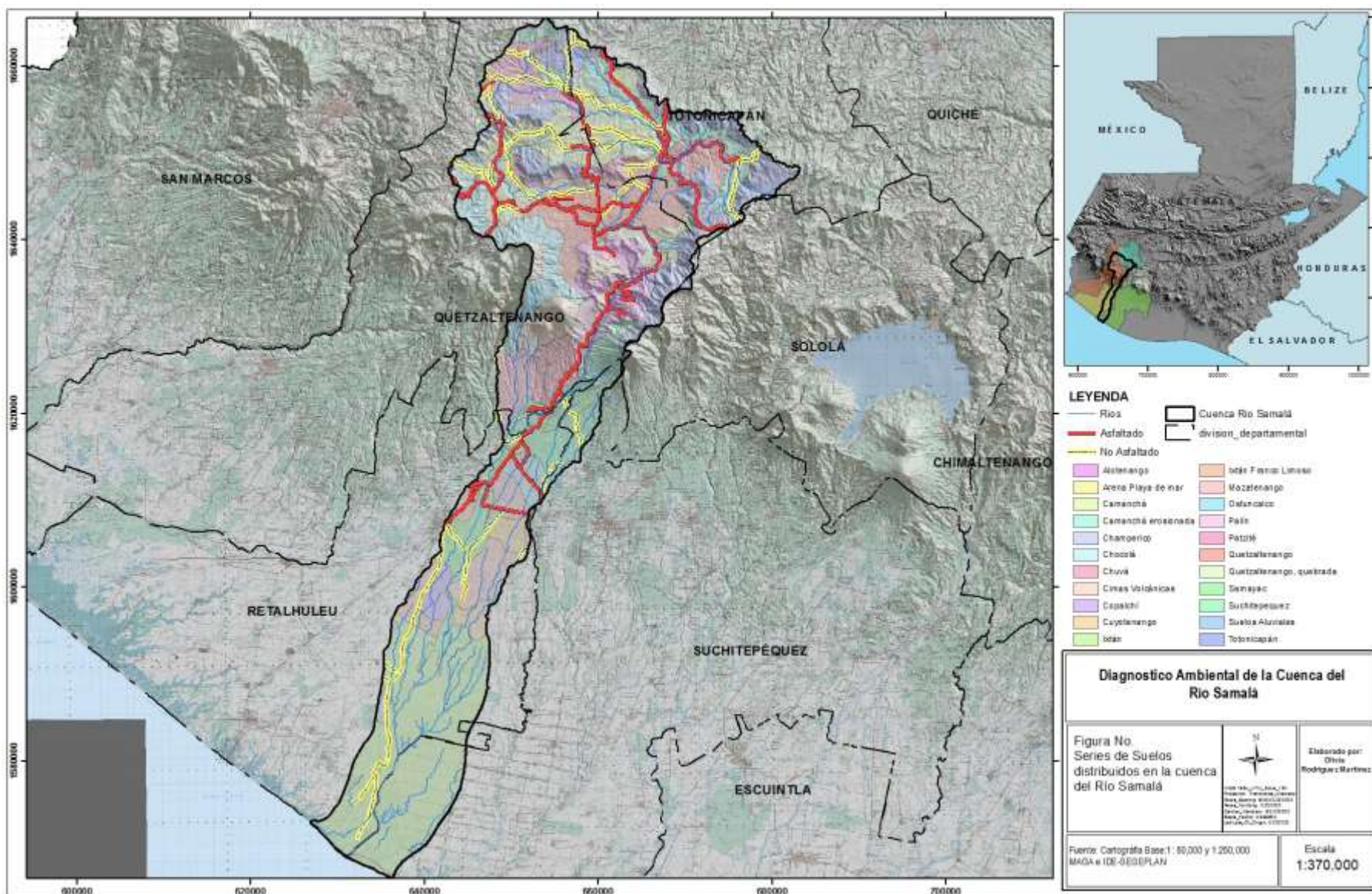


Figura 5. Serie de suelos distribuidos en la cuenca del Río Samalá



Ixtán (Ix): Son suelos profundos, moderadamente bien drenados. Se desarrollaron sobre relieves casi planos. Estos suelos se desarrollaron sobre material volcánico.

Ostuncalco (Os). Suelos excesivamente drenados, poco profundos, desarrollados sobre ceniza pomácea, blanca y suelta. Ocupa relieves que van de ondulados a muy inclinados. Estos suelos se han desarrollado sobre ceniza procedente del Volcán Santa María.

Suchitepéquez (Sx): Suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica porosa y blanca. Ocupan relieves suavemente inclinados a inclinados. El material parental de estos suelos fue transportado por agua y depositado en una serie de abanicos coalescentes durante períodos de vulcanismos activos.

Chocolá: (Cho): Suelos profundos bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica de grano fino, o sobre material aluvial. Ocupan pendientes suavemente inclinadas. Se localizan en la región de abanicos aluviales coalescentes. Los valles son angostos, de laderas inclinadas.

Chuvá (Chv): Son poco profundos, excesivamente drenados, que se han desarrollado sobre ceniza volcánica reciente. Ocupan relieves moderadamente inclinados.

Totonicapán (Tp): Suelos profundos bien drenados desarrollados sobre ceniza volcánica o rocas félsicas. Ocupan relieves inclinados a suavemente ondulados.

Cimas Volcánicas (CV): Constituyen la clase de terreno que define a los conos volcánicos. Se desarrollaron de ceniza volcánica o rocas máficas. Ocupan pendientes inclinadas. Estos suelos son cortados por barrancos profundos de laderas muy inclinadas.

Arena Playa de Mar (AM): Está constituida por arena suelta de color oscuro, casi negra, que fue depositada por el mar en tiempo reciente.

H. Capacidad de uso de la tierra

La capacidad de uso de la tierra permite conocer la categoría de uso más intensivo que puede soportar una unidad de tierra sin deterioro de sus recursos naturales (Komives, 1985). La clasificación de capacidad productiva de la tierra se basa en aspectos de topografía, grado de pendiente, permeabilidad y susceptibilidad a la erosión de los suelos.

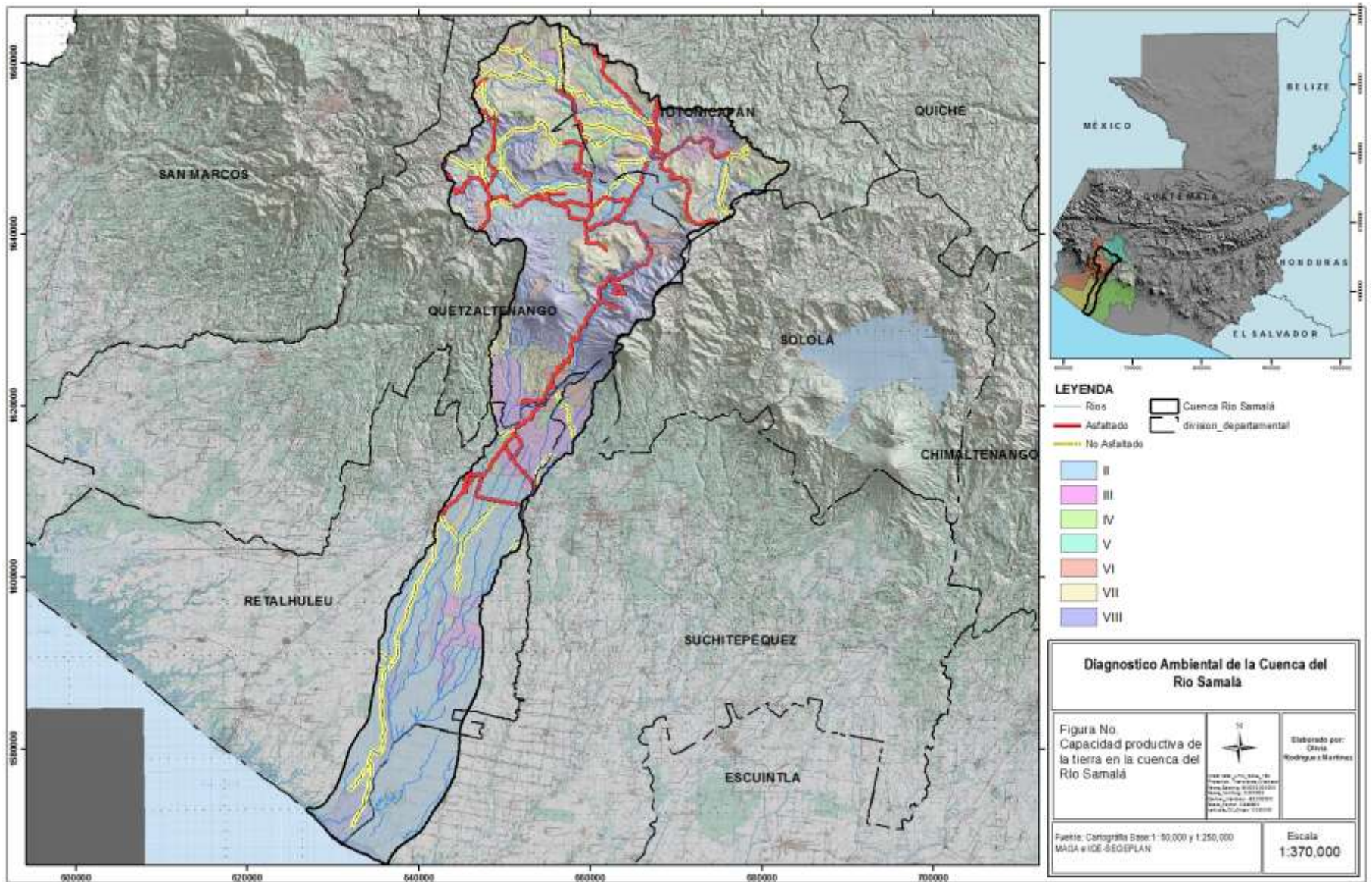
Para esto se utilizó la Clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), la cual considera para su clasificación criterios físicos tales como susceptibilidad a la erosión, pendiente, drenaje, forma de paisaje y pedregosidad. Los resultados de la clasificación según el sistema USDA se muestran en el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra (**Figura 6**) y el **Cuadro 6**.

Cuadro 6. Capacidad de uso de la tierra, según sistema USDA

Tierra	Capacidad de Uso de la	Clase
Tierras cultivables sin limitaciones		I
Tierras cultivables con pocas limitaciones		II
Tierras cultivables con medianas limitaciones		II
Tierras cultivables con severas limitaciones		IV
Tierras no cultivables (aptas para pastos o bosques)		V
Tierras no cultivables, cultivos perennes y bosque		VI
Tierras no cultivables, aptas para producción forestal		VII
Tierras para protección		VIII

Clase II Tierras cultivables con pocas limitaciones. Limitada en la porción sureste del área de estudio. Aptas para riego, con topografía ondulada a suavemente inclinada. Alta productividad con prácticas de manejo de suelo y tecnologías agrícolas moderadamente intensivas. Incluye suelos de profundidad moderada, textura mediana, drenaje imperfecto y con algunas limitaciones para la mecanización. Aptos para cultivos de rotación.

Figura 6. Capacidad productiva de la tierra en la cuenca del Ríos Samalá



Clase III: Tierras cultivables, con medianas limitaciones. Caracterizadas por suelos profundos, pendiente 32-45%. Son de textura arenosa a arenosa franca; de consistencia suelta, de estructura granular. No presenta factores inhibitorios; son suelos permeables y no adherentes. El drenaje es de tipo constructivo, siendo susceptibles a la erosión hídrica en forma laminar o laminar-surcos en los casos donde la pendiente es mayor es posible que se formen cárcavas.

Estas son tierras que permiten el establecimiento de granos básicos o algún otro cultivo limpio, siempre que se consideren prácticas especiales para su conservación.

Clase IV Tierras cultivables sujetas a severas limitaciones permanentes. No son aptas para el riego, salvo en condiciones especiales, con topografía inclinada: productividad de mediana a baja. Incluye suelos poco profundos, de textura inadecuada, con problemas de erosión y drenaje. Mecanizables con altas limitaciones. Aptos para cultivos perennes, que requieren prácticas intensas de manejo: pastos o cultivos con laboreo restringido.

Clase V Tierras no cultivables (aptas para pastos o bosques). Son suelos profundos, de textura franca, en el horizonte y franco arenosa a continuación. Presentan consistencia firme en húmedo y adherente en mojado. Los factores limitantes se refieren a la falta de drenaje. El relieve es plano con pendiente de 0-4%, el grado de susceptibilidad es leve, con capacidad de retención de fertilidad media. Por las características de esta clase de capacidad los suelos se deben dedicar a la conservación, mediante el mejoramiento de su condición con un plan de recuperación y/o protección, para el presente caso las áreas con bosque manglar.

Clase VI Tierras no cultivables cultivos perennes salvo para Cultivos perennes y bosque. Con factores limitantes muy severos de profundidad y rocosidad: topografía ondulada fuerte o quebrada y fuerte pendiente. Incluye suelos muy poco profundos, de textura y drenaje deficiente, no mecanizables. Aptos para cultivos perennes con prácticas de conservación de suelos, pastos o bosques.

Clase VII: Tierras no cultivables, aptas para producción forestal. Caracterizadas por suelos muy poco profundos, pendiente 32-45%. Son de textura arenosa; de consistencia suelta, no adherentes, de estructura granular mediana. El drenaje es de tipo destructivo. Son de topografía que va de inclinada a quebrada. Son tierras altamente susceptibles a erosiones severas, especialmente de tipo surcos (cárcavas). Esta clase de tierra se encuentra ocupando los paisajes de testigos, laderas aluviales, abanico, colinas erosionadas y talud. Tiene limitaciones muy severas que no pueden ser corregidas debido a las condiciones topográficas y climáticas, procesos geomorfológicos y otros factores. Se recomienda que estas tierras sean utilizadas con cultivos extensivos, frutícolas. Pero especialmente para manejo de bosques.

Clase VIII Tierras para protección. Ampliamente distribuida en el área de estudio. Tierras no aptas para el cultivo, aptas sólo para áreas protegidas, recreación y vida silvestre y para protección de cuencas hidrográficas; con topografía muy quebrada o escarpada. Incluye suelos muy poco profundos de textura muy deficiente con erosión severa y drenaje destructivo.

I. Cobertura vegetal y uso actual de la tierra

La parte alta y media de la cuenca, originalmente estuvo cubierta de bosque de coníferas y latifoliadas, aún se evidencian relictos de estos bosques en la región de los volcanes, y en las cimas de las montañas que conforman la cuenca. La cobertura boscosa ha sido desplazada por el avance de la frontera agrícola y la expansión urbana.

A continuación se describen las categorías de uso de la tierra identificadas en la región.

1. Asentamientos humanos. Esta categoría comprende asentamientos urbanos y rurales. Estos están distribuidos en toda la cuenca. La mayor concentración de población se registra en la parte alta de la cuenca. Los asentamientos humanos de carácter urbano comprende las cabeceras

municipales de Quetzaltenango, San Carlos Sija, San Francisco El Alto, San Cristóbal Totonicapán, San Andrés Xecul, Olinstepeque, San Miguel Sigüilá, Salcajá, La Esperanza, Ostuncalco, Concepción Chichirichapa, Almolonga, Zunil, El Palmar, San Felipe Retalhuleu, Santa Cruz Muluá, San Andrés Villa Seca y San Sebastián. En esta clasificación se incluyen caseríos y aldeas.

En los centros poblados se ubican por lo general el cementerio, parques, plazas, canchas deportivas, centros de salud, escuelas, plazas, mercados, entre otros.

Los principales centros poblados como lo son la Ciudad de Quetzaltenango, Salcaja, San Carlos Sija, entre otros, se ubican en valles con pendientes suaves.

2. Cultivos. La actividad agrícola es la principal actividad productiva de la región. La actividad agrícola incluye cultivos perennes y anuales. La producción de cultivos de subsistencia destaca con relación a otras actividades agrícolas. Ésta se realiza con baja asistencia técnica, sin manejo agrícola, y generablemente en áreas de pendiente abrupta con categoría de conservación y no apta para producción agrícola.

a. Cultivos permanentes y semipermanentes. La zona cafetalera ubicada en la parte media de la cuenca, es una de las más importantes del país. Ya que existe una franja en la parte media de la cuenca que reúne los requisitos edáficos y climáticos para proporcionar un café de calidad. En la parte baja de la cuenca se identifican cultivos de palma africana, caña de azúcar, banano, hule entre otros. En la parte alta se identifican pequeñas áreas destinadas al cultivo de frutales, tales como durazno, papaya y manzana.

b. Temporales. La práctica agrícola más difundida en el país es la producción de cultivos anuales. Y es precisamente la parte alta de la cuenca donde se registran grandes extensiones de tierra para este fin. Quetzaltenango se distingue a nivel nacional por la producción de hortalizas: papa, zanahoria,

cebolla, remolacha, repollo, lechuga, brócoli, arveja china, ejote, tomate, entre otros.

3. Pastos. En la parte baja de la cuenca, en el municipio de Retalhuleu se registra un área con esta categoría. Actualmente estas áreas están dedicadas a la ganadería.

4. Ríos. Esta categoría comprende los cauces de los ríos, y tienen mayor dominancia en la parte baja de la cuenca, donde el río tiende a ensancharse y tener mayor representatividad. Los Ríos Samalá, Oc, Nimá I, Nimá II y el Tambor forman parte de esta categoría.

5. Bosque. Esta categoría incluye al bosque natural y plantaciones, El bosque natural incluye latifoliadas, coníferas y mixto. Las concentraciones de la cobertura boscosa se restringe principalmente a la región de los volcanes: Siete Orejas, Santa María, Cerro Quemado y Zunil.

Las áreas que presentan plantaciones forestales comprenden a las realizadas por proyectos de reforestación, como apoyo a planes de manejo o derivado del apoyo de incentivos forestales.

J. Intensidad de uso de la tierra

Con la finalidad de identificar el grado de intervención humana en el medio natural, y de esta manera conocer si la utilización se está realizando en forma correcta o se está sobreutilizando. Este análisis se realiza a través de la superposición de los mapas de capacidad de uso de la tierra y el uso actual de la tierra. Se establecieron las categorías (Asesoría Basterrechea y Asociados, 2001) tierras con utilización adecuada, subutilizadas y sobreutilizadas (**Cuadro 7**).

Cuadro 7. Categorías de intensidad de uso de la tierra

Categoría	Características
Uso correcto	Existe correspondencia entre la capacidad de uso y el uso actual de la tierra
Subutilizada	La intensidad de uso de la tierra está por debajo de la capacidad de uso

Categoría	Características
Sobreutilizada	La intensidad de uso de la tierra es superior a la capacidad de uso de la tierra

Fuente: Asesoría Basterrachea, 2001

1. Tierras con uso correcto. Esta se restringe a la parte baja de la cuenca. Donde la capacidad de uso es de Categoría II y el uso actual de la tierra es agricultura limpia anual, lo que corresponde el uso actual con la capacidad de la tierra. Son colinas suaves y planicies dedicadas al cultivo de granos básicos, pastos y cubierta vegetal.

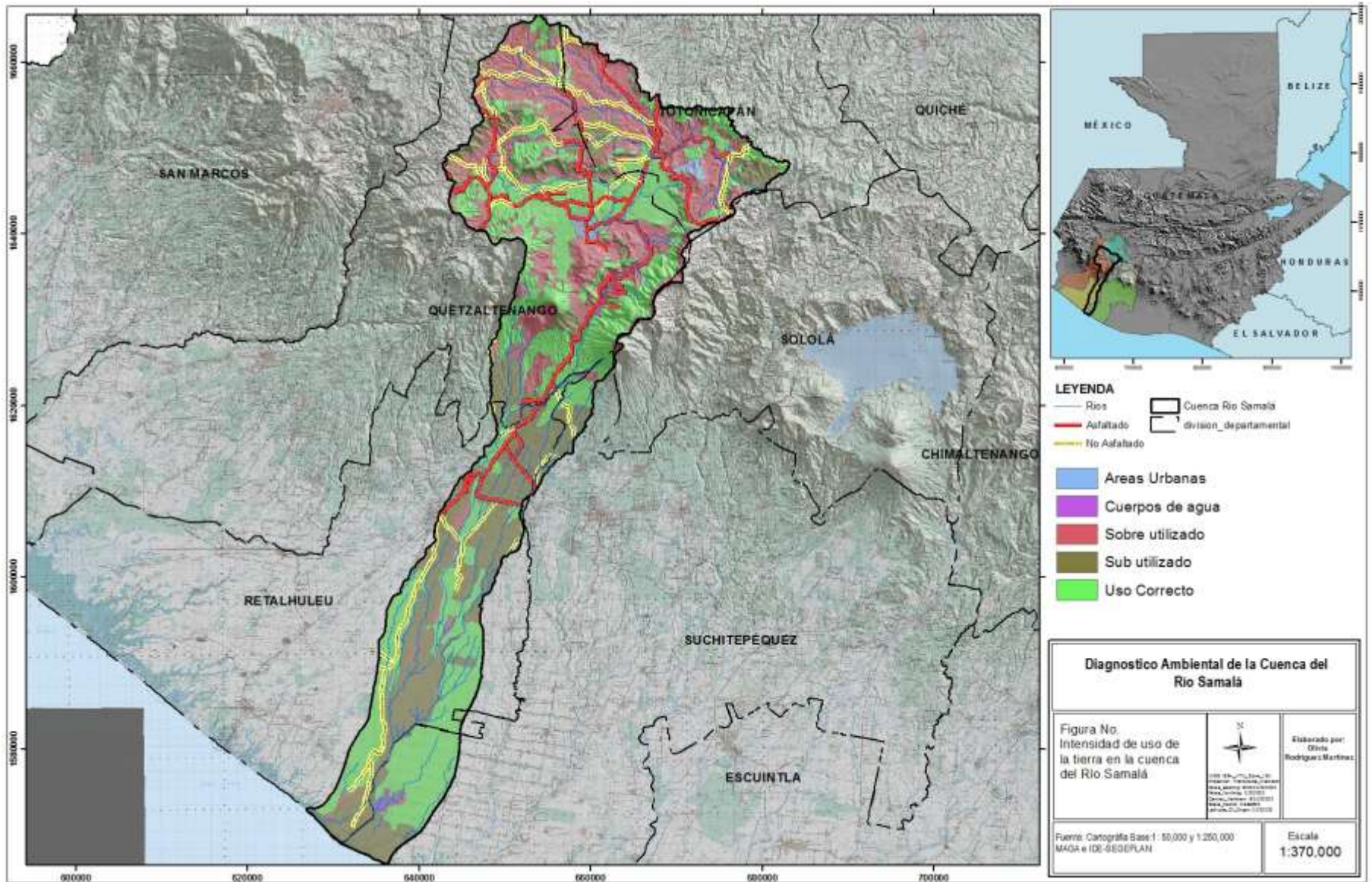
2. Tierras subutilizadas. Estas tierras se ubican en la parte media de la cuenca (**Figura 7**). Según la capacidad de uso de la tierra tienen Categoría II y el uso actual es de cultivos y pastos. Se identifican pastos naturales y cultivados, y escasos remanentes de bosques. Por sus características se pueden desarrollar prácticas agrícolas más intensivas. Lo adecuado es desarrollar proyectos agropastoriles o agroforestales.

3. Tierras sobreutilizadas. A esta categoría corresponden las áreas que han sido utilizadas con actividades que superan la capacidad productiva de la tierra. En la parte alta de la cuenca, en la porción norte, la categoría de uso es VIII, región que debería ser utilizada con fines de protección y ecoturismo/recreación. Actualmente es en esta zona donde se ubican grandes extensiones de tierra dedicada a cultivos intensivos. Esto genera detrimento de la capacidad de respuesta del suelo, pérdida de zonas de recarga hídrica y erosión. Ya que las zonas de cultivo se ubican en áreas con topografía abrupta o quebrada.

K. Recurso forestal

La cubierta forestal en la cuenca se distribuye en forma no uniforme, se identifican numerosos parches forestales esparcidos en la cuenca. En la parte media de la cuenca se ubica un cinturón boscoso, el cual ha estado sujeto a estudio, por su biodiversidad (PROARCAS/CAPAS, 2000).

Figura 7. Intensidad de uso de la cuenca del Río Samalá



El manejo forestal en la cuenca es escaso, tienen predominancia las actividades agrícolas intensivas, que conducen al detrimento del recurso forestal de la región. Se identifican tres tipos de bosque: latifoliadas, coníferas y mixto. También se identifican pequeñas áreas dedicadas a reforestación.

El cinturón boscoso ubicado en la parte media de la cuenca es el que presenta una extensión mayor de cubierta forestal. Se ubica en las cimas de los volcanes Santa María, Zunil, Cerro Quemado y Siete Orejas. Este último es el que se encuentra más intervenido, el avance de la frontera agrícola ha contribuido a la desaparición de grandes extensiones de bosque. Las principales especies identificadas son: *Quercus sp*, *Ostrya spp*, *Prunas capullo*, *Pinus rudis*, *Alnus jorulensis*, entre otras.

En la parte baja de la cuenca no existe una cubierta forestal extensa, se identifican escasos remanentes de bosque, como bosques de galería, o en sistemas agroforestales.

La principal problemática que afecta este recurso son las talas ilícitas. La necesidad apremiante de la población por recurso energético y económico (comercializan la madera) conduce a la extracción, uso y comercialización de especies arbóreas. Esto conlleva al detrimento del bosque, por lo que es común observar árboles dispersos asociados con cultivos o remanentes de bosques. Una de las mayores presiones sobre el recurso bosque es el avance de la frontera agrícola.

VIII. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

A. Aspectos demográficos

La información demográfica de la cuenca se estimó con base en el Censo de Población y Vivienda 2003, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2003).

1. **Tamaño, estructura y distribución de la población.** En la cuenca se ubican 26 municipios (Ver **Cuadro 2**), y la población total estimada que reside en la cuenca asciende a 619,181 habitantes.

Quetzaltenango, San Francisco el Alto y Cuyotenango son los municipios que presentan mayor concentración de habitantes. Por ser la cabecera Departamental la Ciudad de Quetzaltenango tiene la mayor concentración poblacional, en esta ciudad habita el 20.6% de la población total que reside en la cuenca. San Francisco el Alto registra el 7.30% de la población que radica en la cuenca.

El 55.95% de la población habita en áreas urbanas, la cual está concentrada en las cabeceras municipales y la población rural representa el 40.04% de la población de la Cuenca, la cual está distribuida en aldeas, caseríos y fincas. La distribución por género es 48% hombres y 52% mujeres (**Cuadro 8**).

Cuadro 8. Distribución de la población que habita en la cuenca

Municipio	Hombres	Mujeres	Total
Almolonga	6,404	7,476	13,880
Cajolá	4,490	5,378	9,868
Cantel	15,477	15,411	30,888
Concepción	7,035	8,877	15,912
Cuyotenango	20,517	20,700	41,217
El Palmar	11,255	11,662	22,917
La Esperanza	6,976	7,521	14,497
Olintepeque	10,660	11,884	22,544
Pueblo Nuevo	4,360	4,414	8,774

Municipio	Hombres	Mujeres	Total
Quetzaltenango	60,922	66,647	127,569
Salcajá	6,964	7,865	14,829
San Andrés Villa Seca	16,505	16,314	32,819
San Andrés Xecul	10,577	11,785	22,362
San Carlos Sija	13,470	14,919	28,389
San Cristóbal	14,391	16,217	30,608
San Felipe Retalhuleu	8,478	8,790	17,268
San Francisco El Alto	21,486	23,755	45,241
San Francisco La Unión	3,291	4,112	7,403
San Juan Ostuncalco	19,371	21,779	41,150
San Martín Zapotitlán	4,014	4,088	8,102
San Mateo	2,369	2,613	4,982
San Miguel Sigüilá	3,183	3,323	6,506
San Sebastián	10,689	11,036	21,725
Santa Cruz Muluá	5,275	5,386	10,661
Sibilia	3,687	4,109	7,796
Zunil	5,345	5,929	11,274
<i>Total</i>	297,191	321,990	619,181

En lo que se refiere a la Población Económicamente Activa (PEA) que comprende el rango de 7 años y más edad, según registros del INE (2003), el total asciende a 210,106 habitantes, lo que equivale al 33.93% de la población total que radica en la cuenca.

1. Etnias. Según el INE (2003) el 66.58% de la población es indígena y el 33.42% es no indígena (**Cuadro 8**).

Los municipios que presentan mayor concentración de población no indígena son San Martín Zapotitlán (89.76%), Sibilia (84.72%), San Felipe (77.17%), Santa Cruz Muluá (71.48%), Cuyotenango (66.36%), Salcajá (65.11%) y San Andrés Villa Seca (65.69%).

2. Idioma. Los idiomas que dominan en la región son Castellano, Quiché y Mam. En la parte alta de la cuenca la mayoría de la población es bilingüe.

Cuadro 9. Población indígena y no indígena en los municipios de la cuenca

Municipio	Total	Indígenas	%	No indígenas	%
Almolonga	13,880	13,798	99.0	82	0.59
Cajolá	9,868	9,321	94.46	547	5.54
Cantel	30,888	29,295	94.84	1,593	5.16
Concepción Chichirichapa	15,912	15,819	99.42	93	0.58
Cuyotenango	41,217	13,865	33.64	27,352	66.36
El Palmar	22,917	16,284	71.06	6,633	28.94
La Esperanza	14,497	9,006	62.12	5,491	37.88
Olintepeque	22,544	19,861	88.10	2,683	11.90
Pueblo Nuevo	8,774	7,574	86.32	1,200	13.68
Quetzaltenango	127,569	63,714	49.94	63,855	50.06
Salcajá	14,829	5,174	34.89	9,655	65.11
San Andrés Villa Seca	32,819	11,261	34.31	21,558	65.69
San Andrés Xecul	22,362	22,303	99.74	59	0.26
San Carlos Sija	28,389	12,231	43.08	16,158	56.92
San Cristóbal	30,608	29,068	96.97	1,540	5.03
San Felipe Retalhuleu	17,268	3,942	22.83	13,326	77.17
San Francisco El Alto	45,241	45,042	99.56	199	0.44
San Francisco La Unión	7,403	7,390	99.82	13	0.18
San Juan Ostuncalco	41,150	35,569	86.44	5,581	13.56
San Martín Zapotitlán	8,102	830	10.24	7,272	89.76
San Mateo	4,982	2,495	50.08	2,487	49.92
San Miguel Sigüilá	6,506	6,173	94.88	333	5.12
San Sebastián	21,725	9,443	43.47	12,282	56.53
Santa Cruz Muluá	10,661	3,041	28.52	7,620	71.48
Sibilia	7,796	1,191	15.28	6,605	84.72
Zunil	11,274	10,188	90.37	1,086	9.63

2. Familia modal. El promedio de miembros por familia es de 5 personas, 2 padres y 3 hijos, un mínimo de 1 y un máximo de 10 hijos por familia. Los municipios de San Francisco La Unión, Concepción Chichirichapa y San Francisco El Alto muestran una ligera variante, tienen un promedio de 6 miembros por familia.

3. Densidad de población. Según el INE (2003) el Departamento de Quetzaltenango cuenta con una densidad de población de 320 hab/km², el mismo índice presenta el Departamento de Totonicapán. El Departamento de Retalhuleu presenta un índice menor, tiene una densidad poblacional de 130 hab/km².

B. Infraestructura y servicios públicos

Los servicios públicos que están disponibles para los residentes de la cuenca son: agua potable, drenaje, telefonía, energía eléctrica, salud y educación.

1. Agua potable. Según registros del INE (2003) el 85% de los hogares de la cuenca cuentan con el servicio de agua entubada (domiciliar o pública). En los municipios de Cuyotenango y San Andrés Villa Seca, presentan un número elevado de hogares que obtienen el agua de pozos, 56.52% Y 65.66% respectivamente. Un número despreciable (menor al 3%) utiliza el agua de manantial o río, esto es debido a la alta concentración de contaminantes que presentan los cuerpos de agua de la región.

2. Drenaje. En materia de drenaje, en general este es deficiente en gran número de los hogares de la cuenca. Los municipios que presenta un mayor número de hogares conectados al drenaje municipal son: Almolonga (94.76%), Pueblo Nuevo (80.29%), Quetzaltenango (80.16%), Salcá (78.06%), Zunil (73.51%), San Mateo (61.53%) y San Felipe Retalhuleu (52.97%). Muy pocos hogares utilizan fosa séptica (menor al 3.88%), el excusado lavable es poco utilizado en los hogares de la cuenca (2.7%). En el resto de municipios los hogares utilizan mayormente pozo ciego para verter sus desechos.

3. Telefonía. En el **Cuadro 10** se muestra la distribución del servicio telefónico en los municipios que conforman la cuenca. Quetzaltenango por ser la cabecera departamental y la segunda ciudad más poblada del país cuenta con el mayor número de teléfonos domiciliarios.

Cuadro 10. Números de teléfonos registrados en la cuenca

Municipio	Cantidad de teléfonos	Teléfonos comunitarios	Total
Almolonga	86	0	86
Cajolá	13	0	13
Cantel	279	2	281
Concepción Chichirichapa	20	2	22
Cuyotenango	140	4	144
El Palmar	1	0	1
La Esperanza	429	1	430
Olintepeque	122	1	123
Palestina de los Altos	5	0	5
Pueblo Nuevo	6	0	6
Quetzaltenango	67,474	8	67,482
Salcajá	1,273	2	1,275
San Andrés Villa Seca	1	0	1
San Andrés Xecul	22	3	25
San Carlos Sija	135	2	137
San Cristóbal	512	4	516
San Felipe Retalhuleu	467	0	467
San Francisco El Alto	212	10	222
San Francisco La Unión	2	0	2
San Juan Ostuncalco	641	1	642
San Martín Sacatepéquez	37	0	37
San Martín Zapotitlán	87	0	87
San Mateo	33	0	33
San Miguel Sigüilá	3	0	3
San Sebastián	170	2	172
Santa Cruz Muluá	53	2	55
Sibilia	8	0	8
Zunil	26	0	26

Fuente. Publicar, 2004

4. Energía Eléctrica. De acuerdo al censo de población y vivienda (INE, 2003) el 91.66% de los hogares que se ubican en la cuenca cuentan con energía eléctrica. El 0.23% de los hogares utiliza como de abastecimiento de energía, los

paneles solares. Otra fuente alterna utilizada son las candelas, se usa en los hogares que no tienen acceso al servicio de energía eléctrica o por su bajo costo y fácil uso.

5. Salud. El perfil de salud según el Sistema de Información General de Salud (SIGES) del Ministerio de Salud Pública (2003), muestra que en el caso de la morbilidad, las enfermedades más comunes las conforman aquellas relacionadas con el aparato respiratorio, es decir la principal causa de enfermedades son infecciones respiratorias agudas y síndrome diarreico.

En los municipios que pertenecen al Departamento de Quetzaltenango y Totonicapán tienen como tercera causa de morbilidad la desnutrición. En Retalhuleu la tercera causa de enfermedad es el paludismo.

La morbilidad está relacionada a los cambios climáticos, aspiración del humo proveniente de la quema de leña en los hogares, falta de letrización y drenajes, escasez de agua potable y el consumo de aguas contaminadas.

En cuanto a registro de morbilidad los municipios que pertenecen al departamento de Quetzaltenango tiene como causas principales enfermedades infecciosas intestinales, neumonía y sarampión.

Los municipios de San Andrés Xecul, San Cristóbal Totonicapán y San Francisco el Alto ponen como evidencia las principales causas de defunción: neumonía, sarampión y enfermedades infecciosas intestinales.

Los municipios de Santa Cruz Muluá, San Sebastian, San Martín Zapotitlán, San Felipe Retalhuleu y San Andrés Villa Seca, tienen como causas principales de defunción signos, síntomas y estados morbosos mal definidos, sarampión y enfermedades infecciosas intestinales.

Las causas de defunción en la cuenca se deben en muchos casos a la escasa asistencia médica existente y en ocasiones a factores socioculturales de la región.

6. Educación. Según INE (2003) el analfabetismo en personas mayores de 7 años es del 23.63%, es decir el 76.37% sabe leer y escribir.

El índice de alfabetos es menor en los municipios que presentan mayor población indígena, tales como El Palmar (68.7%), Concepción Chichirichapa (68.13%), Almolonga (65.23%), San Juan Ostuncalco (64.27%), San Cristóbal Totonicapán (63.97%), San Francisco El Alto (62.94%), San Andrés Xecul (61.62%), Zunil (57.20%) y Cajolá (40.94%) (Ver **Cuadro 11**) (INE, 2003).

Cuadro 11. Alfabetos hombres y mujeres de los municipios que conforman la cuenca en estudio

Municipio	Población Total	Hombres %	Mujeres %	Total Alfabetos %
Almolonga	11,934	34.84	30.39	65.23
Cajolá	7,542	23.16	17.78	40.94
Cantel	24,581	45.19	41.04	86.23
Concepción Chichirichapa	12,524	31.95	36.17	68.13
Cuyotenango	32,669	37.88	33.05	70.94
El Palmar	17,648	36.69	32.01	68.70
La Esperanza	11,718	43.93	42.33	86.26
Olintepeque	18,045	40.44	39.61	80.06
Pueblo Nuevo	6,855	39.27	31.80	71.07
Quetzaltenango	106,879	43.76	45.14	88.90
Salcajá	12,442	41.00	43.98	84.98
San Andrés Villa Seca	25,626	35.44	30.23	65.67
San Andrés Xecul	16,863	32.97	25.65	61.62
San Carlos Sija	23,264	37.40	37.62	75.22
San Cristóbal	24,737	33.60	30.37	63.97
San Felipe Retalhuleu	13,888	41.89	38.64	80.53
San Francisco El Alto	36,080	34.47	28.47	62.94
San Francisco La Unión	5,899	48.25	43.26	91.51
San Juan Ostuncalco	31,861	33.15	31.12	64.27
San Martín Zapotitlán	6,406	42.09	37.54	79.63
San Mateo	3,916	43.49	44.61	88.10
San Miguel Sigüilá	4,749	39.67	30.95	70.63
San Sebastián	17,434	40.62	35.30	75.93
Santa Cruz Muluá	8,412	41.18	37.27	78.45

Municipio	Población Total	Hombres %	Mujeres %	Total Alfabetos %
Sibilia	6,429	38.03	39.90	77.93
Zunil	9,322	31.09	26.11	57.20

Fuente: INE, 2003

De acuerdo a registros del INE (2003) el nivel de escolaridad de las personas mayores de 7 años muestra que el 1.16% tiene nivel preprimario, el 28.22% el 1er. a 3er. Grado de primaria, el 25.87% el 4° a 6° de primaria, el 8.61% tiene el nivel básico, el 7.91% cuenta con nivel medio superior, y tan solo el 3.84% nivel superior (**Cuadro 12**). Cabe señalar que las personas con niveles de educación más altos (educación medio y educación superior) es la que habita el municipio de Quetzaltenango. Este municipio ha sido beneficiado por que presentan mayor concentración de centros educativos disponibles para la comunidad. Los municipios que presentan menor nivel de educación San Miguel Siguilá, San Francisco El Alto y Cajolá.

Cuadro 12. Niveles de escolaridad en los municipios que confirman la cuenta

Municipio	Ninguno	Pre Primaria	Primaria 1-3 grado	Primaria 4-6 grado	Media 1-3 grado	Media 4-7	Superior	Total
Almolonga	4,079	125	4,153	2,949	417	150	61	11,934
Cajolá	4,348	152	1,753	986	169	113	21	7,542
Cantel	3,189	294	6,941	9,552	2,474	1,665	466	24,581
Concepción Chichirichapa	3,722	388	4,236	2,918	756	443	61	12,524
Cuyotenango	9,302	261	10,142	8,148	2,461	1,824	531	32,669
El Palmar	5,420	136	6,233	3,733	1,229	816	81	17,648
La Esperanza	1,547	102	3,147	3,408	1,394	1,321	799	11,718
Olintepeque	3,447	269	5,375	6,067	1,299	1,182	406	18,045
Pueblo Nuevo	1,927	64	2,323	1,628	543	317	53	6,855
Quetzaltenango	11,550	673	20,603	25,649	15,831	18,721	13,852	106,879
Salcajá	1,785	125	2,899	3,622	1,660	1,681	670	12,442
San Andrés Villa Seca	8,682	154	8,665	5,951	1,400	665	109	25,626
San Andrés Xecul	6,171	364	5,526	3,664	696	396	46	16,863

Municipio	Ninguno	Pre Primaria	Primaria 1-3 grado	Primaria 4-6 grado	Media 1-3 grado	Media 4-7	Superior	Total
San Carlos Sija	5,643	253	7,366	6,987	1,708	1,189	118	23,264
San Cristóbal	8,605	571	6,111	6,589	1,047	1,465	349	24,737
San Felipe Retalhuleu	2,654	92	3,926	3,846	1,375	1,686	309	13,888
San Francisco El Alto	12,935	681	11,447	8,664	1,391	841	121	36,080
San Francisco La Unión	1,381	116	2,160	1,824	304	89	25	5,899
San Juan Ostuncalco	10,964	504	9,148	7,235	1,978	1,675	357	31,861
San Martín Zapotitlán	1,264	45	2,170	1,654	633	558	81	6,405
San Mateo	462	7	1,156	1,332	553	286	120	3,916
San Miguel Sigüilá	1,296	120	1,796	1,352	117	56	12	4,749
San Sebastián	4,161	76	5,495	4,565	1,665	1,186	286	17,434
Santa Cruz Muluá	1,778	69	2,637	2,489	801	533	105	8,412
Sibilia	1,379	44	2,200	1,963	524	280	39	6,429
Zunil	3,933	103	2,735	1,894	406	205	46	9,322
Total	121,624	5,788	140,343	128,669	42,831	19,343	19,124	497,722

7. Vivienda. La vivienda es uno de los principales factores a evaluar para determinar las condiciones de la población de la cuenca. A pesar que en Guatemala la densidad de población no presenta cifras alarmantes, el costo de la tierra se incrementa día con día y el número de personas que tiene capacidad de adquisición va en disminución, esto incrementa las presiones sobre el medio en lugares donde los asentamientos con pocos servicios son una solución al creciente problema de la vivienda.

En los municipios donde se ubica el área de estudio la vivienda aún no representa un problema serio. En la cuenca el 98.5% de las personas viven en casa propia. El nivel alto de pobreza se manifiesta en el tipo de vivienda que en su mayoría tienen los pobladores de la región. Más del 65% viviendas de los municipios de Alomolonga, Concepción Chichirichapa, La Esperanza, San

Martín Sacatepéquez, San Mateo, Quetzal tengo y Zunil fueron construidas de block. Y más del 60% de las viviendas de los municipios de Cantel, San Andrés Xecul, San Carlos Sija y San Cristóbal Totonicapán, son construidas de adobe, esto contribuye al aumento de la vulnerabilidad a la amenaza sísmica. Los municipios de Cuyotenango, El Palmar, Pueblo Nuevo, San Andrés Villa Seca, San Felipe Retalhuleu, San Sebastián, San Martín Zapotitlán y Santa Cruz Muluá, muestran una tendencia del 28-40% de las viviendas utilizan madera para la construcción de sus viviendas. El resto de los municipios (Cajolá, Cantel, Olinstepeque, Salcajá, San Francisco el Alto, San Francisco la Unión, San Juan Ostuncalco, San Miguel Siguinalá, y Sibilia), ubicados en la parte alta de la cuenca, utilizan block y adobe, sin mostrar una preferencia marcada de material de construcción (INE, 2003).

la utilización de lámina metálica como material predominante en el techo es evidente en más del 60% de viviendas de los municipios de Almolonga, Cajolá, Cuyotenango, El Palmar, La Esperanza, Pueblo Nuevo, San Andrés Villa Seca, San Felipe Retalhuleu, San francisco Zapotitlán, San Juan Ostuncalco, San Martín Sacatepéquez, San Mateo, San Miguel Siguinalá, San Sebastián, Santa Cruz Muluá, y Zunil. San Andrés Xecul presenta la particularidad de utilizar la teja como material predominante del techo de las viviendas (76.46% de las viviendas). Los municipios de Salcajá, Olinstepeque, San francisco El Alto, y San Francisco la Unión, no presentan un material predominante en sus viviendas, el material utilizado puede ser concreto, lámina o teja. En los Municipios de Concepción Chichirichapa y Quetzaltenango utilizan lámina metálica para el techo de las viviendas, aproximadamente el 50% de las viviendas. Y un poco más del 30% de las viviendas utilizan concreto, en el resto de las viviendas se utiliza asbesto, teja u otro material.

C. Aspectos de tenencia y actividades productivas

La Información proporcionada por el IV Censo Agropecuario 2003 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2003) fue tomada como base para la

descripción de la tenencia de la tierra y las actividades agropecuarias que se desarrollan en la cuenca.

3. Tenencia de la tierra. Como un resultado del proceso histórico del país, en la cuenca se identifican grandes fincas y fincas pequeñas o minifundistas. Las grandes fincas se ubican en las tierras de mayor potencial agropecuario, en la que prevalecen los latifundios en lo que la práctica agrícola es preferentemente de cultivos tradicionales y de exportación (café). Esta condición se presenta en la parte media y baja de la cuenca.

El minifundio se identifica en zonas no aptas para la agricultura, en suelos pobres y topografía abrupta, la producción es principalmente hortalizas y maíz.

El otro tipo de pertenencia de la tierra son las tierras estatales como las áreas protegidas (Volcán Santa María, Zunil, Las Georginas, etc.) y parques municipales como el de Quetzaltenango.

El parque regional de Quezaltenango (con categoría de parque regional), ha sido catalogado como área de usos múltiples y su administración está a cargo de la municipalidad de Quezaltenango (*Castillo et al.*, 1999).

Los bosques municipales de Zunil-Pecul, cubren una excelente área de bosque mixto y de latifoliados. Estos bosques se denominan reserva natural Zunil, tienen categoría de parque regional y están a cargo de la municipalidad de Zunil.

Otras áreas que se encuentran incluidas en el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), aunque solo nominalmente, ya que no cuentan con infraestructura, vigilancia, plan de manejo o administración son los parques nacionales: Cerro Quemado y volcanes Santiaguito y Siete Orejas. No está especificada ningún área específica, y la administración está a cargo del CONAP.

4. Actividades agropecuarias. La producción agrícola se expone principalmente por cultivos permanentes y semipermanentes. De menor

producción, pero de considerable magnitud en la economía regional, en la parte alta predominan los cultivos temporales.

La producción de cultivos permanentes y semipermanentes proviene del café, caña de azúcar, banano, hule, mango, palma, piña, entre otros (**Cuadro 12**). IV Censo Agropecuario, su producción asciende a 4,834,013 quintales anuales. Los municipios que presentan mayor producción de caña de azúcar son Cuyotenango, San Andrés Villa Seca y Santa Cruz Muluá.

El café es el cultivo permanente que ocupa el segundo lugar en cuanto a producción se refiere. Según el IV Censo Agropecuario, en la región se producen 872,036 quintales anuales. En el municipio de El Palmar es donde se registra la mayor producción del café (el 44.45% de la producción total de la cuenca), en San Felipe Retalhuleu, Pueblo Nuevo y San Andrés Xecul, se ubican fincas cafetaleras de gran producción.

La producción de hule se restringe a la parte baja de la cuenca. La mayor producción se registra en el municipio de Cuyotenango (116,2909 quintales anuales). En menor proporción, pero con volúmenes considerables de producción, los municipios de San Andrés Villa Seca, San Felipe Retalhuleu y Santa Cruz Muluá, registran cultivos de hule.

La producción de banano es característica de la parte baja de la cuenca. La mayor producción se registra en el municipio de El Palmar (72.93% de la producción total de la cuenca). Pueblo Nuevo y San Felipe Retalhuleu son los municipios que registran producción de banano, en cantidades considerables (10.01% y 14.20% de la producción total de la cuenca, respectivamente).

El municipio de San Sebastián se distingue por la producción de piña, genera 72,472 quintales anuales de esta fruta. Y es un municipio donde se registra la producción de palma, con una generación de 40,420 quintales anuales.

San Andrés Villa Seca es el municipio que registra más producción de mango 92,208 quintales anuales.

Otros cultivos permanentes y semipermanentes que contribuyen a la producción agrícola de la región son: durazno, limón, aguacate, manzana, plátano, papaya, cacao, ciruela y naranja principalmente.

En resumen, los municipios que presentan mayor producción de cultivos permanentes y semipermanentes son: Cuyotenango, El Palmar, San Andrés Villa Seca, San Felipe Retalhuleu, San Sebastián, Pueblo Nuevo y Santa Cruz Muluá.

En cuanto a cultivos anuales o temporales el IV Censo Agropecuario muestra que la producción de maíz encabeza el grupo. El maíz es el principal cultivo anual en la cuenca, registra una producción de 286,637 quintales anuales. Las áreas de producción se encuentran distribuidas en toda la cuenca, siendo los municipios de Olintepeque, San Andrés Xecul, San Cristóbal Totonicapán y Sibilia los mayores productores. Se producen 9086 quintales anuales de frijol, los municipios que presentan mayor registro de producción son San Carlos Sija, San Cristóbal Totonicapán, San Felipe Retalhuleu y Cajolá.

La región del altiplano. Específicamente del Departamento de Quetzaltenango se distingue a nivel nacional por su producción agrícola, especialmente por el cultivo de hortalizas tradicionales. Los principales cultivos son: sandía, lechuga, papa, brócoli, cebolla, coliflor, repollo, ajonjolí, chile pimiento, chile picante, zanahoria, arveja, haba, güicoy, entre otros.

La papa es uno de los cultivos anuales de mayor producción en la región, se producen 419,796 quintales anuales. Los municipios de Sibilia y San Juan Ostuncalco son los mayores productores de papa en la región.

El ajonjolí se produce en dos municipios principalmente: San Andrés Villa Seca y Cuyotenango.

La sandía se produce en la parte baja de la cuenca. Los municipios que presentan mayor producción son Cuyotenango y San Andrés Villa Seca.

IX. CARACTERIZACIÓN DE AMENAZAS SOCIONATURALES y VULNERABILIDAD

El riesgo es considerado como una respuesta de la combinación entre determinadas amenazas socionaturales y escenarios de vulnerabilidad. El riesgo a desastres refiere los daños y pérdidas que puedan ser ocasionados por fenómenos naturales en una región.

Según Miner (2002), el riesgo a desastres se deduce como el resultado de amenaza por vulnerabilidad y deficiencias en las medidas de preparación. Al interactuar un conjunto de factores hacen susceptible a una sociedad a ser dañada por un fenómeno natural.

La amenaza considera la probabilidad de ocurrencia y la magnitud del fenómeno natural, socionatural o antrópico con posibilidad de causar daños. La vulnerabilidad define los daños causados por fenómenos naturales y representa la exposición de la comunidad a ser afectadas por eventos naturales, socionatural o social.

Las deficiencias en las medidas de preparación incluyen a las condicionantes que hacen que la población e instituciones no puedan responder en forma eficaz ante un fenómeno natural. Esto impide que la población e instituciones tengan la capacidad de minimizar la pérdida de vidas humanas, infraestructura y viviendas y recuperarse a los daños.

En el presente capítulo se describirán los fenómenos naturales que constituyan una amenaza. En líneas posteriores se describirá la vulnerabilidad social, económica y ambiental, y de esta manera estimar el nivel de riesgo. Y al final de este capítulo se describen los sistemas de alerta temprana.

A. Amenazas socionaturales

Para el análisis de amenazas socionaturales se hizo un inventario de eventos naturales. Esta información fue extraída del estudio realizado por Bastarrechea (2000), para su análisis los fenómenos naturales fueron agrupados

en dos categorías: geológicas (incluye geodinámicos y geofísicos) e hidrometeorológicos.

En el **Cuadro 13** se muestran los datos de fenómenos naturales históricos comprendidos entre 1530 y 1998.

Cuadro 13. Datos de fenómenos naturales históricos comprendidos entre 1530 y 1998

Municipio	Ventarrón	Correntada	Desbor-damiento	Temporal	Inundación	Lluvia	Huracán	Helada	Tempestad	Otro
Almolonga	1	0	0	15	0	26	1	0	0	
Cajolá	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
Cantel	1	0	0	15	0	26	1	0	0	
Concepción Chichirichapa	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
Cuyotenango	0	0	0	15	3	10	1	0	0	
El Palmar	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
La Esperanza	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
Olintepeque	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
Pueblo Nuevo	1	0	0	15	3	10	1	0	0	
Quetzaltenango	1	0	0	16	3	26	1	0	0	
Salcajá	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
San Andrés Villa Seca	0	0	0	16	3	12	1	0	0	
San Andrés Xecul	0	0	0	16	0	13	1	0	0	
San Carlos Sija	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
San Cristóbal Totonicapán	0	0	0	16	0	13	1	0	0	
San Felipe Retalhuleu	0	0	0	16	2	13	2	0	0	
San Francisco El Alto	0	0	0	16	0	13	1	0	0	
San Francisco La Unión	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
San Juan Ostuncalco	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
San Martín Zapotitlán	0	0	0	16	2	12	1	0	0	
San Mateo	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
San Miguel Sigüilá	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
San Sebastián	0	0	0	16	3	12	1	0	0	
Santa Cruz Muluá	0	0	0	16	2	12	1	0	0	
Sibilia	0	0	0	15	0	26	1	0	0	
Zunil	0	0	0	15	0	26	1	0	0	

1. **Amenazas geológicas.** Registros históricos de la región muestran numerosos eventos geológicos que han generado desastres en muchas de las comunidades que habitan en la cuenca. La compleja estructura geológica del territorio nacional genera numerosos eventos de origen geológico, por ejemplo sismos y erupciones volcánicas.

a. **Actividad sísmica.** Desde el punto de vista estructural, para representar la amenaza sísmica es en forma de isoaceleración esperada, dado que la aceleración es el parámetro que en ingeniería civil se asocia con fuerzas que pueden actuar sobre la infraestructura física (Escobar, 2003). Se dispone de un mapa de amenaza sísmica a escala 1:250 000, expresado según los niveles de aceleración. Este mapa caracteriza el país en regiones y se aplica a nivel departamental. Su interpolación a nivel municipal es imposible ya que no se cuenta con información de tallada de los municipios para concluir con la precisión requerida.

Miner (2002) para el caso de Guatemala sugiere representar la amenaza sísmica mediante el uso de intensidades que se puedan sentir y sus impactos, para esto sugiere la utilización de la Escala Macrosísmica Europea – EME- (Cuadro 14).

Cuadro 14. Escala Macrosísmica Europea

Intensidad	Definición	Tipo de daños
I	No sensible	No se siente, ni en las circunstancias más favorables.
II	Sensible levemente	La vibración se percibe solo por algunas personas (1%) especialmente personas en reposo en los pisos superiores de los edificios.
II	Débil	La vibración es débil y se percibe en interiores sólo por unas pocas personas. Las personas en reposo sienten un balanceo o ligero temblor.
IV	Observado ampliamente	El terremoto se percibe en interiores por muchas personas, pero al aire libre por muy pocas. Algunas personas se despiertan. El nivel de vibración no es alarmante. Traqueteo de ventanas, puertas y platos. Los objetos colgados se balancean.
V	Fuerte	El terremoto se percibe en interiores por la mayoría, al aire libre por unos pocos. Muchas personas que dormían se despiertan. Algunos escapan de los

Intensidad	Definición	Tipo de daños
		edificios, que tiemblan en su totalidad. Los objetos colgados se balancean considerablemente. Los objetos de porcelana y cristal entrechocan. La vibración es fuerte. Los objetos altos se vuelcan. Puertas y ventanas se abren y cierran solas.
VI	Levemente dañinos	Sentido por la mayoría en los interiores y por muchos en el exterior. En los edificios muchas personas se asustan y escapan. Los objetos pequeños caen. Daño ligero en los edificios corrientes, por ejemplo, aparecen grietas en el enlucido y caen trozos.
VII	Dañino	La mayoría de las personas se asustan y escapan al exterior. Los muebles se desplazan y los objetos caen de las estanterías en cantidad. Muchos edificios corrientes sufren daños moderados: pequeñas grietas en las paredes, derrumbe parcial de chimeneas.
VIII	Gravemente dañino	Pueden volcarse los muebles. Muchos edificios corrientes sufren daños: las chimeneas se derrumban; aparecen grandes grietas en las paredes y algunos edificios pueden derrumbarse parcialmente.
IX	Destructor	Monumentos y columnas caen o se tuercen. Muchos edificios corrientes se derrumban parcialmente, unos pocos se derrumban completamente.
X	Muy destructor	Muchos edificios corrientes se derrumban.
XI	Devastador	La mayoría de los edificios corrientes se derrumban.
XII	Completamente devastador	Prácticamente todas las estructuras por encima y por debajo del suelo quedan gravemente dañadas o destruidas.

La cuenca del Río Samalá se ubica en el área de influencia de la zona de subducción por lo que las comunidades que habitan en la cuenca están expuestas a sismicidad recurrente.

b. Actividad volcánica. Dentro de la cuenca se ubica el Volcán Siete Orejas, Cerro Quemado, Santa María, Santiaguito y Zunil. En el pasado siglo existen registros de la actividad volcánica del Santa María, afectó a numerosas comunidades, hubo incalculables pérdidas materiales y humanas (Rose, 1972 y 1987) actualmente está inactivo. El volcán Santiaguito es el que actualmente se encuentra en actividad, desde 1922 inició su actividad, y es hoy en día la principal amenaza volcánica en la cuenca. Las comunidades ubicadas

en el área de influencia del volcán Santiaguito están expuestas a constantes caídas de ceniza y lapilli, fragmentos, lo más catastrófico, están expuestos a los lahares.

Y debido al régimen de vientos y dirección de emisión de material volcánico, se considera que las poblaciones expuestas a ser afectadas por el Volcán Santiaguito son las que se ubican al sur de éste. La caída de ceniza y lapill constituyen la principal amenaza para los pobladores. La caída de ceniza tiene el potencial de pérdida de cultivos y pastos, contaminación de fuentes de agua, afecciones respiratorias y la piel, y colapso del techo de viviendas debido al peso de las cenizas.

2. Amenazas hidroclimáticas. Las principales amenazas originadas por fenómenos hidroclimáticos en la Cuenca del Río Samalá son:

a. Lahares. El material emitido por el Volcán Santiaguito está saturado de agua proveniente de la alta pluviosidad de la zona, y posteriormente es arrastrado aguas abajo en forma de correntadas de lodo y bloques. Este material desciende a través de los Ríos Nimá I, Nimá II y El Tambor, esto ha generado considerables pérdidas humanas y materiales. Este aporte de material a través de los ríos ha dañado la carretera CA-1, carreteras secundarias de terracería y veredas, sistemas de distribución de energía eléctrica y telefonía. Así como también ha dañado los cultivos y redes de abastecimientos de agua y drenaje, por ejemplo San Sebastián.

b. Inundaciones y desbordamientos. La alta pluviosidad que se da en la parte media de la cuenca, aporta un flujo de agua de considerable magnitud, lo que genera a disminución de la capacidad hidráulica de los ríos originando su desbordamiento. Esto genera considerables pérdidas materiales en infraestructura y cultivos. Según registros históricos (Basterrechea, 2000) las poblaciones de San Sebastián y Retalhuleu se han visto afectadas por este tipo de eventos.

c. Bajas temperaturas. Durante la época fría, de noviembre a enero, se registran considerables bajas de temperatura, esto ocurre en la parte alta de la cuenca.

Este tipo de fenómenos afecta a los municipios de Quetzaltenango, San Francisco El Alto, San Francisco La Unión, Sibilia, Zunil, Almolonga, Cajolá, Cantel, Olinstepeque, San Cristóbal Totonicapán, San Juan Ostuncalco y San Miguel Sigüilá.

Este tipo de amenaza genera problemas de salud principalmente afecciones respiratorias, pérdida de cultivos más afectos a este tipo de eventos naturales como los son: repollo, coliflor, arveja china, cebolla, entre otros. Según registros de salud (ver **página 47, acápite 5. Salud**) la principal causa de morbilidad en la población es las afecciones respiratorias, estas están relacionadas a las bajas temperaturas que se registran en la región.

d. Ventarrones. Este tipo de eventos ocurren de octubre a febrero, y acontecen en planicies, como en el valle donde se ubica la Ciudad de Quetzaltenango. Estos ventarrones ocasionan pérdidas o agobio de cultivos, movilización de desechos sólidos a otros lugares lejos de su de origen, destrucción de viviendas, principalmente las más vulnerables (techo de lámina, paredes de adobe, lámina u otros materiales de desecho); y también genera polvo lo que repercute en la salud de la población.

B. VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad refleja la exposición a la que están expuestos los seres humanos y sus pertenencias, infraestructura, servicios y actividades socioeconómicas a ser afectados por un fenómeno natural. La vulnerabilidad a desastre que presentan las comunidades que habitan en la cuenca son:

1. Falta de conocimiento de amenazas. La población en general muestra una falta de conciencia sobre el riesgo al que están expuestos, especialmente los que habitan en la parte baja de la cuenca. Ya que es en esta zona donde existe las mayores amenazas identificadas en la región:

inundaciones y lahares. Según la CONRED, un bajo porcentaje de la población participa en acciones y actividades relacionadas con la reducción de desastres. Un número mayor de pobladores que se involucren en la prevención de desastres vendría a contribuir a minimizar el impacto de los desastres naturales en la población.

2. Falta de organización. Se evidencia una falta de organización de la comunidad como una respuesta ante un desastre. Generalmente se realizan actividades de mitigación es decir pos-evento. Además, no cuentan con suficiente información para organizarse.

La comunidad en general no cuenta con información sobre el papel de las autoridades municipales y de la CONRED en la prevención y atención de desastres.

3. Vías de comunicación. Las vías de comunicación son de vital importancia para las comunidades que habitan en la cuenca. Las carreteras, caminos de terracería y veredas se ven afectadas por inundaciones, lahares y deslizamientos, lo que impide la libre locomoción de los pobladores. En la parte baja de la cuenca han ocurrido numerosos eventos naturales que han dañado las rutas de comunicación terrestre.

4. Actividades agropecuarias y forestales. La agricultura es la principal actividad económica de la región (INE, 2004) ya que contribuye al desarrollo económico de la región y en el resto del país. Esta actividad está sujeta a sufrir daños por eventos naturales. Entre las amenazas a las que está expuesta la agricultura y actividades similares (pecuarias y forestales) son: heladas, incendios forestales, plagas, precipitación de ceniza y lapilli.

X. DIAGNÓSTICO

Derivado de la caracterización biofísica y socioeconómica, y de los resultados de las encuestas realizadas a promotores ambientales y alcaldes municipales, se definieron los principales problemas en la cuenca del Río Samalá.

La cuenca fue dividida en tres zonas: parte alta, parte media y parte baja. En líneas posteriores se presenta una síntesis de la problemática identificada en la cuenca.

En la parte alta de la cuenca, derivada de las actividades socioeconómicas que ahí se desarrollan, se registran problemas ambientales agudos. Se encuentra densamente poblada y está formada por fincas minifundistas que hacen un uso intensivo del suelo, conduciendo al deterioro del recurso suelo. Y debido a la alta densidad poblacional existe una alta demanda del recurso hídrico y de tierras. El avance de la frontera agrícola ha generado la desaparición acelerada de bosque, este efecto está estrechamente relacionado con el deterioro de zonas de recarga hídrica y la pérdida de biodiversidad.

En la parte media de la cuenca es donde se registra el cinturón cafetalero, que aporta considerables rubros a la economía del país, procedidos de la exportación del café. La actividad cafetalera en la región genera empleo, y por consiguiente mejoras en el nivel de vida de la población. El café de sombra es la actividad más compatible con el entorno ambiental, debido a que esta actividad refuerza la fijación del carbono, protección del suelo y regulación del ciclo hidrológico. A pesar de esta última aseveración, se registran problemas ambientales derivadas de la actividad cafetalera, se registra una contaminación temporal derivada del beneficiado húmedo del grano del café. Esta actividad genera contaminación hídrica y contaminación edáfica por el uso de fertilizantes y plaguicidas.

En la parte media es donde se registra el mayor índice de amenazas naturales originadas por lahares, deslizamientos e inundaciones. Estos

fenómenos naturales son ocasionados por la actividad volcánica del Santiaguito y la alta pluviosidad de la zona.

En la parte baja de la cuenca prevalecen cultivos de plantaciones como palma africana, banano y cultivos básicos como el maíz, también se identifican áreas dedicadas a la ganadería. Los conflictos de uso de los recursos naturales de la parte media de la cuenca se derivan de la demanda del recurso agua en época seca y las inundaciones y deslizamientos en la época de lluvias.

El bosque municipal de Quezaltenango está fragmentado notablemente, la agricultura tradicional es una de las causas de este detrimento. Esta región tiene una alta densidad poblacional y cualquier área con potencial para la agricultura es aprovechada inmediatamente.

El volcán Siete orejas está el área protegida más degradada, esto es debido a su fácil acceso y cercanía a gran cantidad de poblaciones, además de la intervención agrícola en la zona.

Los incendios forestales son una amenaza antropogénica y natural que tiene gran potencial a dañar el bosque existente en la cuenca, sobre todo para la cobertura de bosques mixtos, ya que los bosques puros de coníferas suelen ser un poco más resistentes a los incendios.

Otra de las actividades que conducen al deterioro de los recursos en la región es el avance de la frontera agrícola y la expansión de zonas urbanas. Siempre causa que exista una necesidad de madera para las diversas actividades humanas. Esta amenaza contribuye a la pérdida de la cobertura vegetal.

El lecho del río Samalá es muy inestable cuando entran en la planicie costera, donde forman meandros para disipar energía, inundando extensas áreas de cultivos desprovistas de un sistema de drenaje adecuado, produciendo también desplazamiento temporal de poblaciones (p.ej. San Sebastián) y destrucción de infraestructura.

La erosión es uno de los problemas que afecta las actividades agrícolas de la región. Se observan suelos con pendientes menores al 10% con evidentes problemas de erosión, se observan cárcavas. Existe una pérdida de arcillas arrastradas por la escorrentía superficial, esto origina la pérdida de suelos fértiles, los agricultores orillados por necesidades de subsistencia utilizan fertilizantes o broza extraída del bosque. Existe una evidente ausencia de prácticas de conservación de suelo.

Los efectos de una plana planificación y una falta de apoyo tecnológico y económico en las actividades productivas repercuten directamente en la población. En la cuenca se evidencia contaminación de aguas servidas, escasez de tierras, mal manejo de desechos sólidos, desastres naturales, falta de infraestructura, pérdida de suelo, erosión y desborde del río Samalá.

En resumen la problemática en la cuenca se centraliza en el deterioro de sus recursos naturales y la urgente necesidad de implementar actividades encaminadas al desarrollo de las comunidades y minimizar el riesgo a desastres sicionaturales.

XI. RECOMENDACIONES

La actual cobertura boscosa deberá ser protegida cuya finalidad es la de resguardar las zonas de recarga hídrica. Así como también se deberán desarrollar proyectos encaminados a reforestación y manejo forestal.

Es importante que en las fincas cafetaleras se promuevan la diversificación de especies de árbol de sombra en las áreas de cultivo, esto con la finalidad de favorecer la migración de fauna. Y que esto tenga la función de un corredor biológico.

Se deberán promover proyectos de riego y conservación de suelos en las fincas minifundistas, con la finalidad de frenar el detrimento de suelo fértil y el avance de la frontera agrícola. En laderas con pendientes mayores a los 25% se deberán promover proyectos de reforestación y/o manejo forestal.

Se recomienda proporcionar apoyo a las comunidades para la creación de alternativas productivas.

Se deberá fomentar la creación de bosques energéticos y el manejo de bosques productivos para conservación.

Es urgente el fortalecimiento municipal en cuanto a la regulación y aplicación de la legislación ambiental vigente.

Es necesaria la construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas, mínimo en las cabeceras municipales, que es donde se concentra la población.

Deberá establecerse un ordenamiento de áreas de cultivos de manera q se asegure una utilización racional e integral de los recursos naturales de las unidades productivas.

Es indispensable mejorar las condiciones de prevención y mitigación para situaciones de desastres. Se requiere llevar a cabo actividades encaminadas a organizar y capacitar a la población en caso de desastres, esto incluye mapas, sistemas de alerta temprana y rutas de evacuación.

Es necesario realizar un estudio hidrogeológico a detalle en la planta de la cuenca cuyo objetivo este encaminado a mejorar las condiciones de manejo adecuado de los acuíferos, y de esta manera evitar su sobreexplotación.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, C., G. 2001. *Análisis Fisiográfico-Geomorfológico*. Sinopsis de las principales geoformas. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1 09 pp.
- Acajábón, M. A., 1973. *Estudio hidrológico básico de la cuenca del río Samalá*. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Tesis. 132 pp.
- Bollin, Ch., 2003. *Gestión Local de Riesgo, Experiencias de América Latina*. Technische Zusammenarbeit (GTZ), 63 p.
- CBNDR/RAPCA, 2003. *Zonificación de amenazas naturales en la cuenca del Río Samalá y análisis de vulnerabilidad y riesgo en la población de San Sebastián Retalhuleu, Guatemala, Centro América*. UNESCO/CEPREDENAC/ITC/CONRED/ USGS. Guatemala. 47 p. m
- Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central, 2000. *Region Action Programme for Central America (RAPCA)* (on line 20 de noviembre del 2003) <http://www.unesco.org/science/earthsciences/disaster/disaster/RAP-A.htm>.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, 2003. *Reducción de Riesgo por Inundaciones*. Informe Técnico, 13 p.
- Conde, C. M. V., 2000. *Clasificación de lahares, Volcán de Santiaguito*. Reporte Técnico, FEMID/CEPREDENAC, GTZ, 35 P.
- De la Cruz, J. R. 1976. *Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala*. INAFOR.
- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología) y Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, 1988. *Estudio preliminar del problema de "El Palmar, Quetzaltenango"*, Reporte Técnico, 111 p.

- Instituto Nacional de Estadística, (2003). *Características de la Población y de los locales de Habitación Censados*. Guatemala.
- Instituto Geográfico Nacional, 1999. *Mapa Red Vial República de Guatemala*. Escala 1:500000.
- Instituto Geográfico Nacional, 2000. *Diccionario Geográfico Nacional*. Versión electrónica.
- King, J. and McGregor, C., 2000. *Using social indicators to measure community vulnerability to natural hazard*. James Cook University, Australian Journal of Emergency Management Spring 2000.
- Lavell, A. 2000. *Desastres durante una década: lecciones y avances conceptuales prácticos en América Latina (1990-1999)*. En: Anuario Social y político de América Latina y el Caribe. Año 3, San José, Secretaria General de FLACSO.
- Miner, F. Y., 2002. *Determinación de Riesgo: análisis y generación de mapas*. CONRED/Villa Tek/ECHO/Acción contra el Hambre. 67 p.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2001. Base de datos cartográfica digital 1:250 000. *Programa de Emergencia de desastres Naturales, Unidad de Políticas e Información Estratégica*.
- Peters, G. G (2003). *Flood risk assessment for the town of San Sebastian in Guatemala*. *International Institute for geo-information science and earth observation enschede, the Netherlands*. 128 p.
- PROARCAS/CAPAS/CONAP, 2000. *Áreas prioritarias de conservación en los volcanes de Quezaltenango*, Guatemala, C.A. 1-38 p. m
- Orozco, E. 2003. *Análisis hidrológico e hidráulico en el Río Samalá* Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Reporte Técnico.
- Publicar, S.A. 2004. *Directorio Telefónico Departamental*. Guatemala
- Rose, W.I. (1972). *Notes on the 1902 eruption of Santa Maria Volcano*, Guatemala, Bull, Volc., Vol. 36, 29p.

- Rose, W.I. (1987). *Santa María, Guatemala: Bimodal soda-rich calcalkalic stratovolcano*. J. Volcanol. Geoth, Res., 33 (in Stoiber Vol.), pp. 109.
- Rose, W.I. (1987b). *Volcanic Activity at Santiaguito volcano, (1976-1984)*. Geological Society of America, Special Paper 212.
- Williams, S.N. and Self, S., 1983. *The October 1902 plinian eruption of Santa María Volcano, Guatemala*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, V. 16, p. 33-56.