



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

MAESTRÍA GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO

Propuesta de uso de la tierra para reducir la vulnerabilidad a inundaciones, en la subcuenca del río Cristóbal, Guatemala.



ROMELIA MARGARITA ASTURIAS HERNÁNDEZ

CARNÉ 100022109



JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal I	Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea
Vocal II	Arq. Edgar Armando López Pazos
Vocal III	Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras
Vocal IV	Br. Jairon Daniel del Cid Rendón
Vocal V	Br. Carlos Raúl Prado Vides
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
Examinador	Msc. Ing. Agr. Edwin Guillermo Santos Mansilla
Examinador	Dr. Ing. Agr. Tomás Antonio Padilla Cámara
Examinador	Dr. Ing. Agr. Marvin Roberto Salguero Barahona

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida y por permitir que pueda compartir con mi familia y amigos momentos bonitos que quedarán en el recuerdo por siempre. Ilumina mi camino siempre. “Por darme las fuerzas para salir adelante con éxito”.

Mis padres

Que no existirá forma alguna de agradecer una vida de sacrificios, esfuerzos y amor, quiero que sientan que el objetivo alcanzado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlos fue su gran apoyo

Mi esposo

Como un testimonio de eterno agradecimiento por el gran amor y la confianza que siempre me brindas, gracias por ayudarme cada día a cruzar con firmeza el camino de la superación, porque con tu apoyo, hoy, he logrado uno de mis más grandes anhelos. **TE AMO**

A mis princesas, mis hijas

Agradeciéndoles por ese apoyo cariño y comprensión, siempre serán el motivo más grande que me ha impulsado para lograr esta meta. Las amo

A toda mi familia

A quienes jamás encontraré la forma de agradecer el cariño, comprensión y apoyo brindado en los momentos buenos y malos de mi vida, hago este triunfo compartido, sólo esperando que comprendan que mis ideales y esfuerzos son inspirados en cada uno de ustedes.

A mis suegros, cuñadas y sobrinos

Porque gracias a su apoyo y consejos, he llegado a realizar una de mis grandes metas.

A mis compañeros de la promoción 2011-2012, de la Maestría de Gestión para la Reducción del Riesgo.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida personal y profesional a quienes les agradezco su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en todos los momentos de mi vida. Gracias por todas sus bendiciones.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía y Facultad de Arquitectura

Por abrir sus puertas a mi formación

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE CUADROS	6
LISTADO DE ACRÓNIMOS	8
RESUMEN	9
1. CAPÍTULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2 DELIMITACIÓN	14
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
1.4 ANTECEDENTES	18
1.5 HIPÓTESIS	19
1.6 OBJETIVOS	19
1.7 METODOLOGÍA	20
1.8 MARCO CONCEPTUAL	30
1.9 MARCO INSTITUCIONAL	51
1.10 MARCO LEGAL	53
2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	55
2.1 ¿QUÉ ES UNA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA	57
2.2 QUÉ OCURRE EN UNA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA	58
2.3 EL MANEJO DE SUBCUENCAS Y LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LOS DESASTRES NATURALES	62
2.4 LOS DESASTRES NATURALES Y LA GESTIÓN DE RIESGOS COMO PARTE DEL MANEJO DE SUBCUENCAS	63
2.5 CARACTERIZACIÓN DE UNA SUBCUENCA	65
2.6 LA PLANIFICACIÓN DE SUBCUENCAS	66
2.7 LA EDUCACIÓN AMBIENTAL COMO EJE TRANSVERSAL PARA EL MANEJO DE SUBCUENCAS	67
2.8 QUÉ ES LO MÁS IMPORTANTE PARA LA GESTIÓN DE MANEJO DE SUBCUENCAS	67
2.9 ¿QUÉ SE ENTIENDE POR GESTIÓN AMBIENTAL	67
2.10 CALIDAD DEL AGUA	68
2.11 LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	68
2.12 PAPEL DE LOS USUARIOS DEL AGUA	69
2.13 ACTORES	69

3.	CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA	73
3.1	DEMOGRAFÍA	75
3.2	NIVEL DE INGRESOS ECONÓMICOS	85
3.3	EDUCACIÓN	87
3.4	IDIOMAS	90
3.5	GRUPOS ÉTNICOS	90
3.6	MIGRACIONES	91
3.7	ORGANIZACIÓN	92
3.8	TENENCIA DE LA TIERRA	97
3.9	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	99
3.10	INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y SERVICIOS	103
3.11	VIVIENDA	104
3.12	SERVICIO DE AGUA	104
3.13	SERVICIO SANITARIO	105
3.14	ALUMBRADO	105
3.15	TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN	107
3.16	SALUD Y SANIDAD PÚBLICA	111
3.17	CONCLUSIÓN	114
4.	CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL	115
4.1	CLIMA	118
4.2	ZONAS DE VIDA	125
4.3	RECURSO HÍDRICO	127
4.4	FISIOGRAFÍA	145
4.5	SUELOS	155
4.6	TIERRA	156
4.7	FAUNA	164
4.8	PROBLEMAS AMBIENTALES	164
4.9	RESUMEN DE LA CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA	171
5	CAPÍTULO V ACTORES RELACIONADOS CON EL MANEJO DE AMENAZAS POR FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS	173
5.1	ACTORES DIRECTOS PRESENTES EN LA SUBCUENCA DEL RIO CRISTÓBAL	175
5.2	ACTORES INDIRECTOS	179
5.3	CONCLUSIONES	197

6.	CAPÍTULO VI AGENDAS DE LOS ACTORES PRESENTES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL	199
6.1	AGENDAS DE LOS ACTORES	201
6.2	RELACIONES INTERINSTITUCIONALES PARA LA GESTIÓN DE LA REDUCCIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS CON EL USO ADECUADO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL	207
6.3	ASPECTOS POR LOS CUÁLES NO SE DA UNA INTERRELACIÓN ADECUADA ENTRE LOS ACTORES	216
6.4	CONCLUSIONES	218
7.	CAPÍTULO VII PROPUESTA DE MANEJO DE RECURSOS SUELO Y AGUA	219
7.1	DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ENCONTRADAS PARA LA SUBCUENCA RÍO CRISTÓBAL	223
7.2	MEDIOS Y ACCIONES PROPUESTAS	226
7.3	PRIORIZACIÓN DE ACCIONES	229
7.4	PROYECTOS BASADOS EN ACCIONES PRIORIZADAS	232
7.5	DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS BASADOS EN ACCIONES PRIORIZADAS	233
7.6	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA “GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL	237
7.7	PROPUESTA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL, CHIMALTENANGO Y ESCUINTLA	239
7.8	CRONOGRAMA DE PRESUPUESTO	246
7.9	MAPA DE LA PROPUESTA	250
8.	CONCLUSIONES	253
9.	RECOMENDACIONES	255
10.	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	257

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Actividades que modifican la condición y respuesta hidrológica de las subcuencas	13
Figura 1.2 Mapa de municipios que abarca el río Cristóbal	14
Figura 1.3 Secuencia de eventos climáticos extremos que han impactado el área de estudio	15
Figura 1.4 Esquema teórico para el desarrollo del estudio	16
Figura 1.5 Esquema general para el desarrollo del objetivo 1	20
Figura 1.6 Esquema para la elaboración de escenarios de Capacidad de Uso y Uso de la Tierra año 2012	21
Figura 1.7 Esquema metodológico general para el objetivo 2	26
Figura 1.8 Esquema metodológico para el desarrollo del objetivo 3	27
Figura 1.9 Esquema metodológico para el objetivo 4	28
Figura 1.10 Secuencia de acciones para el desarrollo del objetivo 4	29
Figura 1.11 Marco conceptual	30
Figura 1.12 Marco legal	53
Figura 2.1 Agua recurso integrador y estratégico para el Manejo Integral de Subcuencas	62
Figura 2.2 Elementos que se pueden obtener de un Diagnóstico de Subcuenca	66
Figura 3.1 Mapa de ubicación	76
Figura 3.2 Número de Habitantes por municipio de la Subcuenca del río Cristóbal	77
Figura 3.3 Mapa de centros poblados	81
Figura 3.4 Población dentro de la Subcuenca, proyectada para el 2020	82
Figura 3.5 Población económicamente activa por municipio	83
Figura 3.6 Población por grupos de edad de la Subcuenca	84
Figura 3.7 Población por género por municipio de la Subcuenca del Río Cristóbal	85
Figura 3.8 Alfabetismo por municipio dentro de la Subcuenca	87
Figura 3.9 Grupos étnicos por municipio de la Subcuenca	91
Figura 3.10 Comercialización de productos locales dentro del mercado de San Pedro Yepocapa, Chimaltenango	99
Figura 3.11 Cultivo de caña de azúcar, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla	100
Figura 3.12 Beneficio de café de la Cooperativa Sampedrana	101
Figura 3.13. Venta de muebles artesanales en el mercado de San Pedro Yepocapa	102
Figura 3.14 Labores (implementos) utilizados en una secuencia y forma general. A) Arado (arado de cincel), b) Volteo (rastros arado), c) Pulido (rastra), d) Subsulado (subsolador), e) Surcado (surcador)	108
Figura 4.1 Climadiagrama Estación Cengicaña	1119
Figura 4.2 Climadiagrama Estación Camantulul	1119
Figura 4.3 Climadiagrama Estación El Bálsamo	120
Figura 4.4 Climadiagrama Estación Tehuantepec	121
Figura 4.5 Mapa de Isoyetas	122
Figura 4.6 Mapa de Isotermas	123

Figura 4.7 Mapa de Isopletas	124
Figura 4.8 Mapa de Zonas de Vida	126
Figura 4.9 Red Hidrológica Subcuenca del río Cristóbal	127
Figura 4.10 Perfil longitudinal por Subcuenca	130
Figura 4.11 Mapa de puntos de aforo	133
Figura 4.12 Balance hídrico para Alfisoles	136
Figura 4.13 Balance hídrico de Andisoles	137
Figura 4.14 Balance hídrico de Inceptisoles	138
Figura 4.15 Balance hídrico Entisoles	139
Figura 4.16 Agua no contaminada (izquierda) y agua contaminada (derecha) con coliformes fecales	142
Figura 4.17 Fuentes de contaminación del agua superficial. a) y b) sistemas de colección de aguas negras y residuales en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla; c) desechos sólidos en riveras del río Cristóbal, San Pedro Yepocapa, Chimaltenango	143
Figura 4.18 Laguna de oxidación del beneficio de café	144
Figura 4.19 Mapa de Regiones Fisiográfica de la Subcuenca Del río Cristóbal	151
Figura 4.20 Mapa de Uso y Cobertura de la tierra al año 2012	157
Figura 4.21 Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra	160
Figura 4. 22 Categorías de Intensidad de Uso de la Tierra	162
Figura 4.23 Mapa de Categorías de Intensidad de Uso	163
Figura 4.24 Mapa de Cálculo de la Erosión	168
Figura 4.25 Vista del botadero municipal de residuos sólidos San Pedro Yepocapa	170
Figura 6.1 Mapa de actores. Relaciones entre los actores de la Subcuenca del río Cristóbal	208
Figura 7.1 Árbol de Soluciones	225
Figura 7.2 Mapa de propuesta de uso de la tierra Subcuenca del río Cristóbal	250

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Valores de coeficientes de escorrentía C	49
Cuadro 1.2 Valores del coeficiente C de la escorrentía, según textura	50
Cuadro 1.3 Organizaciones nacionales en pro del recurso hídrico en Guatemala	51
Cuadro 3.1 Departamentos y municipios de la Subcuenca río Cristóbal	77
Cuadro 3.2 Número de habitantes por municipio de la Subcuenca del río Cristóbal	77
Cuadro 3.3 Población por centro poblado dentro de la Subcuenca en Chimaltenango	78
Cuadro 3.4 Población por centros poblados dentro de la Subcuenca del río Cristóbal en Escuintla	79
Cuadro3.5 Población dentro de la Subcuenca para año 2020.	82
Cuadro3.6 Población Económicamente Activa por municipio de la Subcuenca del río Cristóbal	83
Cuadro3.7 Población por edades Y municipio de la Subcuenca río Cristóbal	84
Cuadro 3.8 Población por género Y municipio de la Subcuenca del río Cristóbal	85
Cuadro3.9 Alfabetismo por municipio	87
Cuadro3.10 Nivel educativo primario por género	88
Cuadro 3.11 Nivel educativo básico por género	88
Cuadro 3.12 Grado de escolaridad por género en Santa Lucía Cotzumalguapa	88
Cuadro 3.13 Nivel educativo por grupos de edad en Santa Lucía Cotzumalguapa	89
Cuadro 3.14 Analfabetismo en Yepocapa	89
Cuadro 3.15 Alfabetización por género en Santa Lucía Cotzumalguapa	89
Cuadro 3.16 Grupos étnicos por municipio dentro de la Subcuenca	90
Cuadro 3.17 Organizaciones gubernamentales presentes en el municipio de San Pedro Yepocapa Chimaltenango.	94
Cuadro 3.18 Organizaciones no gubernamentales presentes en el municipio de San Pedro Yepocapa, Chimaltenango	95
Cuadro 3.19. Presencia de instituciones gubernamentales en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.	96
Cuadro 3.20 Presencia de Instituciones no gubernamentales en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla	97
Cuadro 3.21 Tamaño de unidades productivas	98
Cuadro 3.22 Forma de Tenencia de la tierra por municipio, dentro de la Subcuenca del río Cristóbal	99
Cuadro 3.23 Recomendación de dosis de nitrógeno (kg N/ha) para el cultivo de caña de azúcar en suelos derivado de ceniza volcánica.	109
Cuadro 3.24 Recomendaciones de dosis de fósforo según P del suelo, ciclo de cultivo y tipo de suelo	109
Cuadro 3.25 Tasa de mortalidad infantil	112
Cuadro 3.26 Casos de muerte maternal	112
Cuadro3.27 Principales causas de morbilidad en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla	113
Cuadro 4.1 Datos de las estaciones meteorológicas utilizadas	118
Cuadro 4.2 Zonas de Vida	125

Cuadro 4.3 Listado de aspectos lineales por Subcuenca	128
Cuadro 4.4 Listado de aspectos de superficie por Subcuenca	129
Cuadro 4.5. Listado de aspectos de relieve por Subcuenca	130
Cuadro 4.6 Caudales observados para los meses de noviembre y abril en la Subcuenca del río Cristóbal	132
Cuadro 4.7 Parámetros del INSIVUMEH para A, B y n.	134
Cuadro 4.8 Caudales máximos calculados	135
Cuadro 4.9 Cálculo de precipitación media anual de la Subcuenca	140
Cuadro 4.10 Cálculo de evapotranspiración media real anual de la Subcuenca	140
Cuadro 4.11 Rangos de pendiente e identificación de relieve	146
Cuadro 4.12 Listado del gran paisaje	147
Cuadro 4.13 Fisiografía	152
Cuadro 4.14 Suelos en la Subcuenca del río Cristóbal	155
Cuadro 4.15 Área en la Subcuenca, según Capacidad de Uso	159
Cuadro 4.16 Área por Categoría de Intensidad de Uso dentro de la Subcuenca	161
Cuadro 4.17 Fauna encontrada dentro de la Subcuenca	164
Cuadro 4.18 Equivalencias entre clases texturales y los grupos hidrológicos.	166
Cuadro 4.19 Cálculos de MUSLE	167
Cuadro 5.1 Instituciones gubernamentales presentes en la Subcuenca del río Cristóbal	181
Cuadro 5.2 Instituciones privadas presentes en la Subcuenca del río Cristóbal	188
Cuadro 6.1 Posición actores gubernamentales respecto de proyectos relacionados con el uso del suelo	204
Cuadro 6.2 Instituciones privadas. Influencia e Interés en proyectos relacionados con el uso del suelo	206
Cuadro 7.1 Medios identificados y propuesta de acciones	226
Cuadro 7.2 Matriz de decisiones para la priorización de acciones	229
Cuadro 7.3 Proyectos propuestos para las acciones priorizadas	232
Cuadro 7.4 Cronograma de presupuesto	246

LISTADO DE ACRÓNIMOS

ANACAFE	Asociación Nacional del Café
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CENGICAÑA	Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
CONAMCUEN	Comisión Nacional Para el Manejo de Subcuencas Hidrográficas
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
CONRED	Comité Nacional Para la Reducción de Desastres
FAUSAC	Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
ICC	Instituto Privado de Investigación de Cambio Climático
ICTA	Instituto de Ciencia Y Tecnología Agrícola
IDEADS	Instituto de Derecho Ambiental Y Desarrollo Sostenible
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente Y Recursos Naturales
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala

RESUMEN

Guatemala, debido a su posición geográfica, es un país altamente vulnerable a eventos climáticos hidrometeorológicos. La Subcuenca del río Cristóbal no es la excepción, presenta vulnerabilidad física y social frente a eventos climáticos, especialmente, ante las lluvias extraordinarias e inundaciones, que afectan, regularmente, las partes bajas de la misma, estos eventos se han presentado con mayor frecuencia e intensidad últimamente, tal es el caso del Huracán Mitch (1998), Stán (2005), Agatha (2010).

Los impactos ambientales por eventos hidrometeorológicos han provocado severos daños poniendo en riesgo la infraestructura social, productiva, económica y las vidas de las personas, lo cual hace que disminuya la potencialidad de la zona para su desarrollo.

Las áreas medias y altas de la Subcuenca dedicadas a actividades agropecuarias y forestales presentan un grave deterioro, el cual se manifiesta de diferentes formas: pérdida de la vegetación que conlleva a la disminución de la cubierta forestal (bosque). Aunado a ello, la presencia del volcán de Fuego, reduce las áreas de cultivo ya que por las condiciones que se generan en el suelo y la vulnerabilidad a erupciones no permite que se establezca una diversidad de cultivos. Como consecuencia de lo anterior se reduce la diversidad biológica y aumenta el escurrimiento.

La Presentación de la Propuesta de Uso de la Tierra para el río Cristóbal, se hizo con un enfoque de Subcuenca Hidrográfica ya que, de esta forma, es más eficiente para el aprovechamiento sustentable.

La Subcuenca del río Cristóbal se encuentra ubicada en los departamentos de Chimaltenango y Escuintla. Se subdivide en tres Subcuencas: río Cristóbal, río Aguná y río Pantaleón, las cuales tienen características únicas que las hacen diferentes en cuanto a la dinámica que existe entre ellas. Demográficamente de acuerdo a proyecciones realizadas a partir de información estadística del INE, para el presente año, existe una población total de 50,885 habitantes dentro de la Subcuenca. Esto corresponde a un aproximado del 27% de la totalidad de pobladores de los departamentos de Escuintla y Chimaltenango. Los resultados de la caracterización biofísica y socioeconómica de la Subcuenca determinaron el estado situacional, los problemas existentes, las limitantes del desarrollo, así como las causas y consecuencias, los cuáles fueron analizados e interpretados. Posteriormente, se determinaron las tendencias de las situaciones y las posibles alternativas y tendencias evolutivas en función de la intervención del hombre y de sus necesidades. Además de determinar las situaciones dimensionales de los procesos biofísicos y recursos, las causas y efectos de la situación y alternativas de solución que puedan desarrollar en las unidades agroecológicas de producción de la Subcuenca.

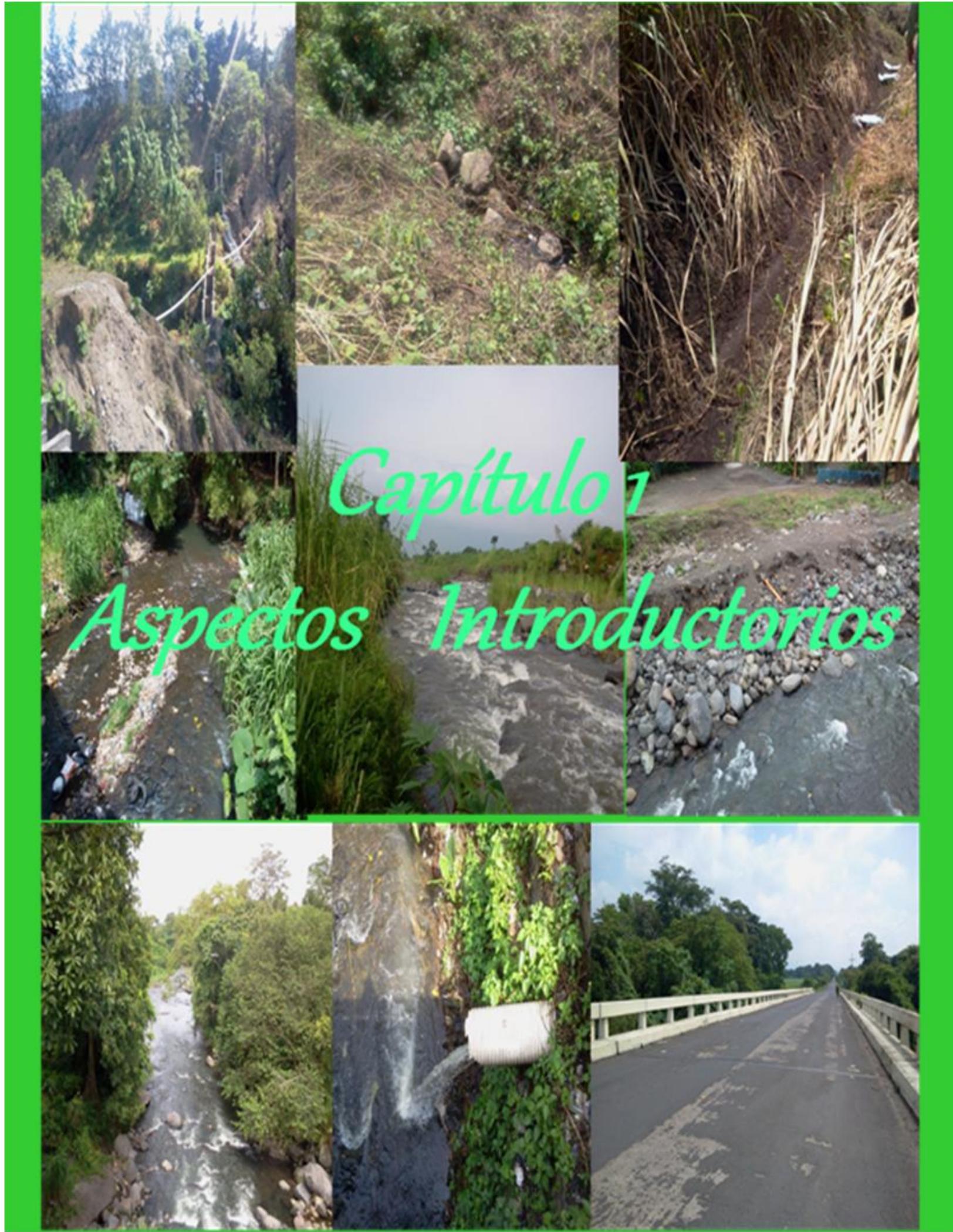
En lo que se refiere a organización municipal, ambos municipios en los que se ubica la Subcuenca: Santa Lucía Cotzumalguapa y Yepocapa, está conformada por un Consejo Municipal constituido por el Alcalde Municipal y sus Concejales. Ahora bien, en cuanto a organización comunitaria, existen Alcaldías Auxiliares y

Consejos Comunitarios de Desarrollo en, al menos, un 75% de las aldeas que conforman cada municipio; dato a partir del cual se puede afirmar la fortaleza de la organización entre comunidades. En cuanto a los actores identificados, existen gubernamentales y no gubernamentales, entre los que destaca la participación de los miembros de CONRED, ANACAFÉ, algunas asociaciones de caficultores, ICC, entre otros. La principal limitante la constituye la inexistente coordinación entre actores, tanto municipales, comunitarios e independientes.

Algunos de los problemas detectados están: Contaminación del agua de distribución municipal para consumo humano y del río, no hay integración de actores y sus respectivas agendas en temas de riesgos relacionados a eventos hidrometeorológicos, no existe en gran porcentaje el respeto a los recursos naturales y el nivel de la calidad de vida de los habitantes es bajo debido a que no existe el interés por superación educativa, ya que la mayoría de personas sólo estudian hasta sexto primaria.

Para cada uno de los problemas anteriormente mencionados se presentó un proyecto y sus respectivas acciones priorizadas con estrategias a manera de presentar una alternativa de solución.

El estudio será de utilidad para organizaciones de todo nivel en el área para promover acciones y procesos que faciliten la mitigación y la adaptación al cambio climático en la región con base en lineamientos técnico científicos; entre los que se encuentra el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático –ICC-, quienes investigan e implementan acciones de adaptación, prevención y mitigación a los efectos del cambio climático; así también, a las municipalidades y COCODES de comunidades del área para la toma de decisiones. El estudio se desarrolló durante el segundo semestre del año 2012, con la colaboración del ICC.



Capítulo 1

Aspectos Introdutorios

CAPÍTULO I

ASPECTOS INTRODUCTORIOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dada la ubicación geográfica, su fisiografía y, rodeada por el océano Atlántico y océano Pacífico en la República de Guatemala, es muy frecuente que en época de lluvia se presenten eventos hidrometeorológicos extremos que conlleven a pérdidas no sólo humanas sino de bienes materiales y recursos naturales, con impactos en la sociedad, la economía, infraestructura social y productiva, y, el entorno natural.

En las partes altas de las Subcuencas, se dan las condiciones esenciales para que estos eventos cobren mayor intensidad, ya que son zonas con altas pendientes, sobre las cuales el agua de escorrentía adquiere mayor velocidad, arrastrando sedimentos y todo tipo de materiales que encuentra a su paso, convirtiéndose en una fuerza devastadora. Estas dinámicas se aceleran cuando las coberturas naturales que establecieron el equilibrio original son removidas y las geoformas existentes deben encontrar un nuevo equilibrio. Mientras ese nuevo equilibrio es alcanzado, la amenaza que implica la presencia de caudales máximos extremos es latente y se convierte en un riesgo al encontrar situaciones de vulnerabilidad en las poblaciones, las actividades productivas y la infraestructura dentro de la Subcuenca. La relación precipitación–escorrentía es definida por características de la lluvia, el suelo y la vegetación.



Figura 1.1 Actividades que modifican la condición y respuesta hidrológica de las Subcuencas

Elaboración propia

La pobreza, el aislamiento, el crecimiento demográfico y el acceso limitado a las tierras están obligando a muchos pobladores de las zonas altas a adoptar prácticas agrícolas y de supervivencia que perjudican el medio-ambiente. El exceso de pastoreo, la tala de árboles y el cultivo en tierras marginales están produciendo la deforestación, la erosión y la pérdida de biomasa. Estos efectos se perciben en los torrentes destructivos, las inundaciones de valiosas tierras agrícolas de río abajo, la deficiente reposición del agua subterránea y la sedimentación de los depósitos y la infraestructura de riego.

En la Subcuenca del río Cristóbal, se encuentran condiciones geomorfológicas características de partes altas de las Subcuencas, siendo éstas: altas pendientes, suelos desarrollados con material volcánico no consolidado, precipitaciones pluviales altas y usos de la tierra, predominantemente, agrícolas. Todo lo anterior se constituye en un escenario adecuado para el desarrollo de escorrentías máximas extremas, las cuales ante un cambio de pendiente en el cauce por donde se conduce, provocan inundaciones, las cuales impactan en las actividades económicas como la industria cañera, la ganadería, la agricultura, las comunidades y sus pobladores.

1.2 DELIMITACIÓN

1.2.1 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

La Subcuenca del río Cristóbal tiene una extensión de, aproximadamente, 418 km². La parte alta de la Subcuenca inicia en San Miguel Dueñas, Alotenango, con un área de 0.1 km² y Acatenango 0.9 km², siendo éstos, municipios de Sacatepéquez; luego la parte media y baja atraviesa Siquinalá con 13.6 km², Yepocapa 133.4 km², Santa Lucía Cotzumalguapa con 266 km² y Yepocapa 3.5 km².

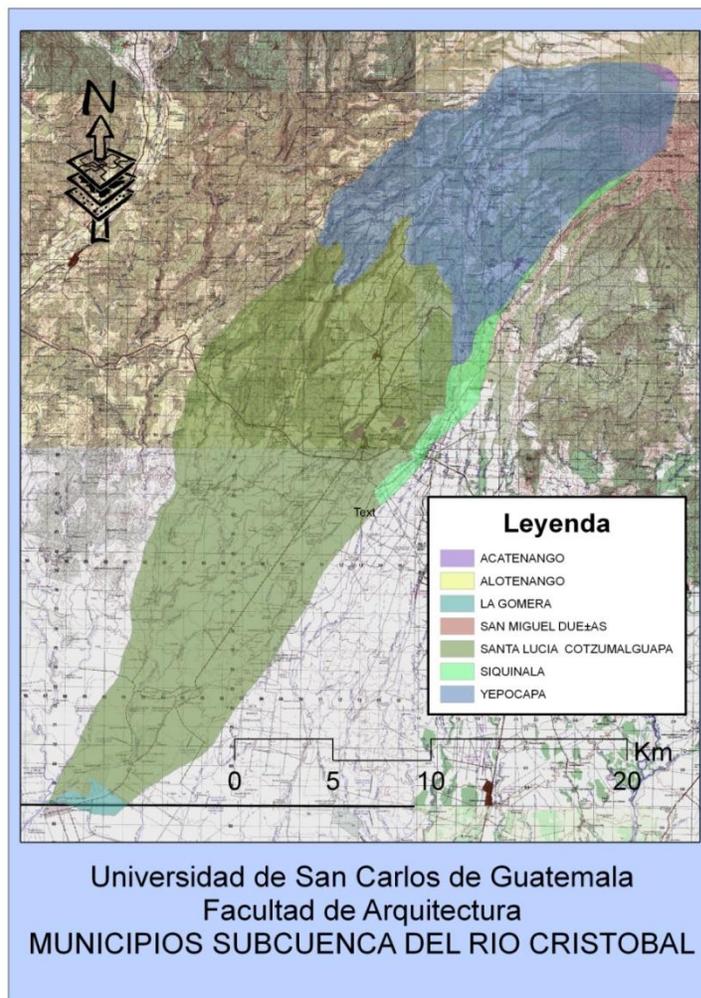


Figura 1.2 Mapa de municipios que abarca el río Cristóbal
Elaboración propia.

1.2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

La delimitación de análisis temporal de la investigación, inició a finales del siglo XX, más o menos 1998, cuando se presentaron los principales eventos meteorológicos extremos en el país, en su orden el Huracán Mitch, la Depresión Stan, la Depresión Agatha y la Depresión 12-S. La idea fue determinar cómo los eventos extremos de precipitación con las dimensiones de estas tormentas tropicales y huracanes, pueden generar eventos extremos de inundaciones que pongan en riesgo las economías del área. El estudio si bien analizó eventos extremos de precipitación presentados en el pasado reciente de la Subcuenca, pretendió establecer el comportamiento de los caudales extremos con las condiciones actuales de uso de la tierra.

Por otro lado, la propuesta de uso de la tierra que se determine se proyectará para 10 años, es decir para el año 2022. La figura 1.3 ilustra la delimitación temporal de la investigación.

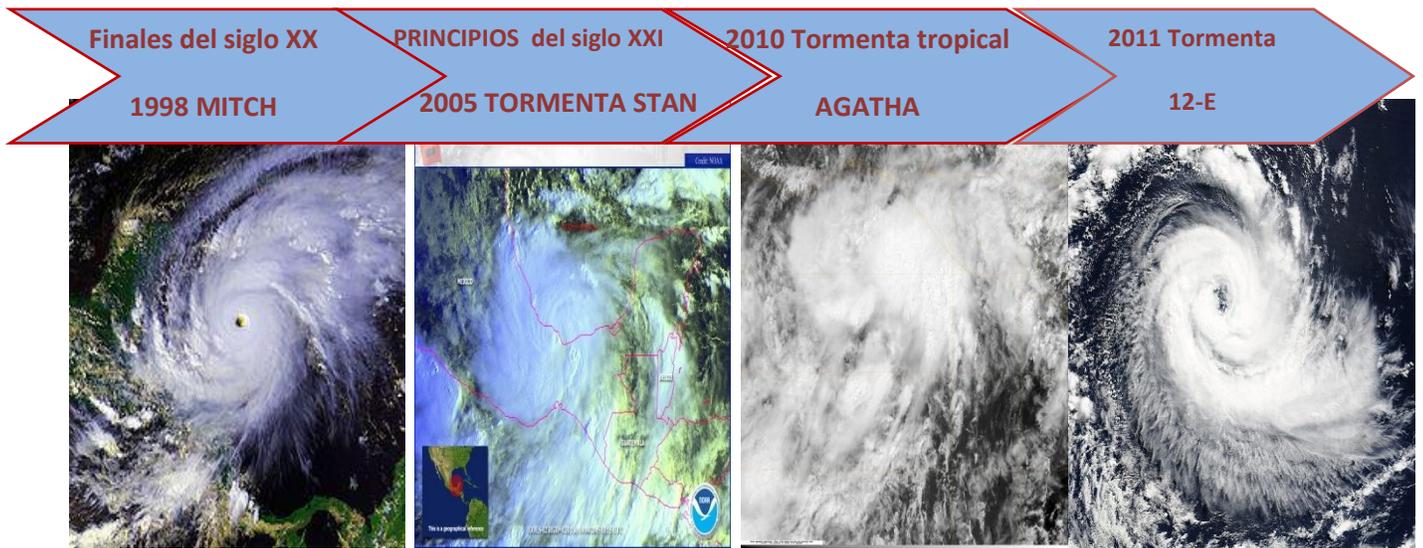


Figura 1.3. Secuencia de eventos climáticos extremos que han impactado el área de estudio
Elaboración propia.

1.2.3 DELIMITACIÓN TEÓRICA

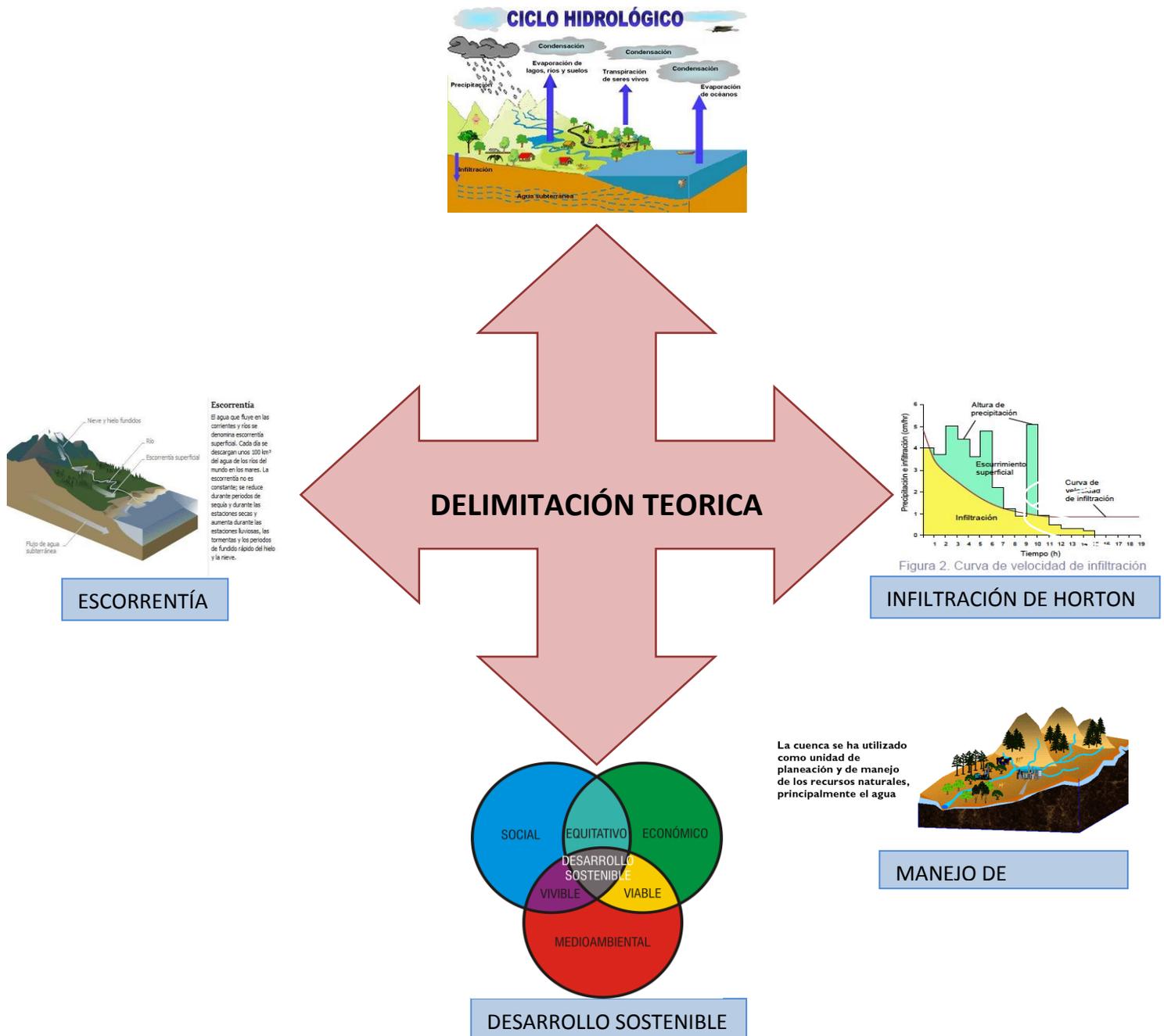


Figura 1.4 Esquema teórico para el desarrollo del estudio
Elaboración propia.

La delimitación teórica se resume en la comprensión y análisis de los procesos que se engloban en el ciclo hidrológico y, cómo la modificación del medio puede ocasionar alteraciones al ciclo natural del agua en la Subcuenca, causando cambios en la magnitud de sus componentes.

Las relaciones precipitación-escorrentía bajo el concepto del balance hídrico de suelos es la base teórica de este estudio, a la cual se suman enfoques teóricos particulares para cada uno de los componentes, como el comportamiento orográfico de las precipitaciones, la infiltración de los suelos bajo el concepto de Horton y la función de la vegetación en la regulación de la relación precipitación-escorrentía.

Para la propuesta se utilizó un enfoque holístico de los recursos naturales, considerando la relaciones existentes entre los mismos, bajo la teoría del desarrollo sostenible. Para minimizar las amenazas de reducción del recurso hídrico, se planteó como estrategia, la adopción del enfoque de Subcuencas como unidad para planificación.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El estudio tiene una utilidad teórica desde el punto de vista de la definición de las relaciones precipitación-escorrentía dentro de la Subcuenca de estudio, los cuales fueron evaluados con datos observados de caudales de los ríos. Los datos de este tipo de relaciones podrán extrapolarse a otras áreas que se encuentren bajo condiciones similares. El estudio de caudales extremos es una herramienta para el Instituto Privado de Investigación de Cambio Climático ICC, para poder realizar una adecuada gestión de riesgos en el área involucrando medidas de prevención, respuesta y mitigación ante los eventos naturales extremos de origen meteorológico.

La propuesta de gestión integrada de recursos naturales con énfasis en el uso y cobertura de la tierra, tiene una utilización estratégica para las autoridades locales, con lineamientos de acción para el adecuado ordenamiento territorial que disminuya la vulnerabilidad del territorio ante las amenazas de origen hidrometeorológico. Es de suma importancia que los datos obtenidos se tomen en cuenta para poder disminuir las consecuencias de las inundaciones. Dada la línea de acción del estudio, su utilización social, se enmarca como un instrumento de prevención que utiliza tecnología apropiada que responda a las necesidades de disminuir los efectos devastadores como pérdida de vidas, pérdida de recursos naturales como suelo y bosque. Así, también, es importante su utilización para el sector privado, ya que, en época de lluvia se generan cuantiosas pérdidas no sólo en el sector cañero sino agrícola y ganadero que amenazan el desarrollo y el crecimiento del país.

El estudio se realizó en la Subcuenca del río Cristóbal, donde el proceso de escorrentia permite la propagación de crecidas en tiempos de concentración cortos, además, este estrato de Subcuenca incluye mayor diversidad de usos de la tierra, lo cual enriquece las posibilidades del análisis a realizar. Con los elementos expuestos anteriormente, se justifica el presente proyecto de graduación.

1.4 ANTECEDENTES

En Guatemala se han realizado diversos estudios en el tema de caudales máximos, crecidas o inundaciones; las metodologías de abordaje son tan diferentes como las condiciones del lugar y, principalmente la disponibilidad de datos. Este último punto es el que marca la diferencia principal ya que la red hidrométrica del país es escasa, principalmente, a nivel de Subcuencas. De esta forma se pueden utilizar métodos alternativos para poder dimensionar los caudales máximos de una Subcuenca.

A manera de ilustración, se puede mencionar el estudio de “Evaluación hidrológica de las crecidas, provocadas por el paso del huracán Mitch en Guatemala”, realizado en septiembre de 1999 para todo el país; donde se obtuvieron los valores de rendimientos específicos de las crecidas, de tal forma de poder extrapolar la información hacia otras Subcuencas. En este caso se evaluó un evento específico y las magnitudes de las crecidas ocasionaron inundaciones. Las mismas, al ser estudiadas permitieron determinar valores de caudales probables que las causaron. Otro trabajo es el de Bernie Gamaliel Castillo, quien realizó un estudio de “Evaluación de la amenaza por inundaciones en la parte alta de la Subcuenca del río Cahabón”, utilizando datos de lluvia y escorrentía existente y realizando el debido análisis estadístico de la información para establecer patrones de comportamiento general. Fernando López Choc, analizó información de lluvia en hietogramas, utilizados para estimar caudales con el modelo matemático de HEC-1, en el “Estudio preliminar de las crecidas del río Pensativo”. Al igual, Rudy Machorro en la “Evaluación de la calidad de agua y análisis de crecidas en la porción occidente de la Subcuenca del río Cahabón”, analizó datos hidrométricos para el establecimiento de crecidas en el lugar. Todos los métodos antes mencionados requieren de datos de caudales máximos en el lugar, para poder proyectar esos caudales y establecer para diferentes períodos en el tiempo, los caudales máximos, cuya ocurrencia es probable.

A nivel nacional, de igual forma, se han desarrollado investigaciones en el tema de crecidas como el “Análisis regional de crecidas en la república de Guatemala” realizado por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH, (INSIVUMEH 2002) donde se establecieron parámetros estadísticos en función del área de captación. Además fueron realizados modelos para ocho regiones a nivel nacional, lo cual permitió estimar de forma general el caudal máximo en 100 años para el área de interés

Cuando la información es nula en relación a caudales históricos en el lugar de interés, se utilizan modelos conceptuales que no involucren esta variable, tal es el caso de modelos determinísticos como el utilizado por Alfredo Antonio Cahuex Cotí. En la “Evaluación de caudales de crecida en la Subcuenca del río Samalá: modelos lluvia-escorrentía, con fines de evaluación de amenazas de origen hidrometeorológico”, fue utilizado el método del Número de Curva, diseñado por Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (SCS-USDA). El mismo requirió del conocimiento de las características de clima, suelos y vegetación para establecer la magnitud de la escorrentía probable, que al ser evaluada en función de precipitaciones máximas, se traduce en caudales máximos. En la misma línea de este trabajo, se desarrollaron los estudios del análisis de impacto del cambio de uso de la tierra en comportamiento del ciclo hidrológico, realizados en las Subcuencas del río Quiscab y del río San Francisco, por Onelia Rosa María Xicay y Henry Custodio Arredondo, respectivamente.

1.5 HIPÓTESIS

Las hipótesis de trabajo para el presente estudio son:

- 1) Los caudales máximos de escorrentía superficial están determinados por las relaciones de precipitación–escorrentía que prevalecen en la Subcuenca del río Cristóbal, de tal forma que el uso de la tierra juega un papel fundamental en la presencia de estos caudales extremos. La presencia de cultivos agrícolas sin adecuadas prácticas de manejo, en la parte alta y media de la Subcuenca, aumenta la amenaza de las crecidas del río debido a la alteración de la relación precipitación – escorrentía original.
- 2) En la Subcuenca del río Cristóbal existen los actores adecuados y suficientes para la gestión adecuada de los riesgos por inundaciones, pero estos actores no tienen las agendas complementarias sino individuales, de tal forma, que su trabajo no tiene el efecto deseado. Lo anterior es debido a que los mismos no tienen instancias de coordinación y articulación de esfuerzos que sean permanentes, sino que por lo general actúan posterior a los eventos con medidas de mitigación.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 GENERAL

Formular una propuesta de uso de la tierra para reducir la vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal.

1.6.2 ESPECÍFICOS

1. Determinar, analizar y comparar la amenaza por los caudales máximos de escorrentía superficial en la Subcuenca del río Cristóbal, bajo las condiciones existentes de uso de la tierra y en condiciones de uso correcto de la tierra.
2. Identificar, caracterizar y analizar las áreas vulnerables a inundaciones dentro y fuera de la subcuenca del río Cristóbal.
3. Determinar y analizar el mapa de actores y sus agendas respectivas en el tema del manejo de amenazas por fenómenos meteorológicos en la subcuenca del río Cristóbal.
4. Formular una propuesta de gestión del riesgo a inundaciones, con énfasis en el uso de la tierra, en la subcuenca del río Cristóbal.

1.7 METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló a una escala de semidetalle (1:50,000), debido a que ésta es la información cartográfica de más fácil acceso y manejo. Para cumplir con los objetivos propuestos en la presente investigación, se utilizó la siguiente metodología.

1.7.1 Objetivo 1. Determinar, analizar y comparar la amenaza por los caudales máximos extremos en la Subcuenca del río Cristóbal, bajo las condiciones existentes de uso de la tierra y en condiciones de uso correcto de la misma.

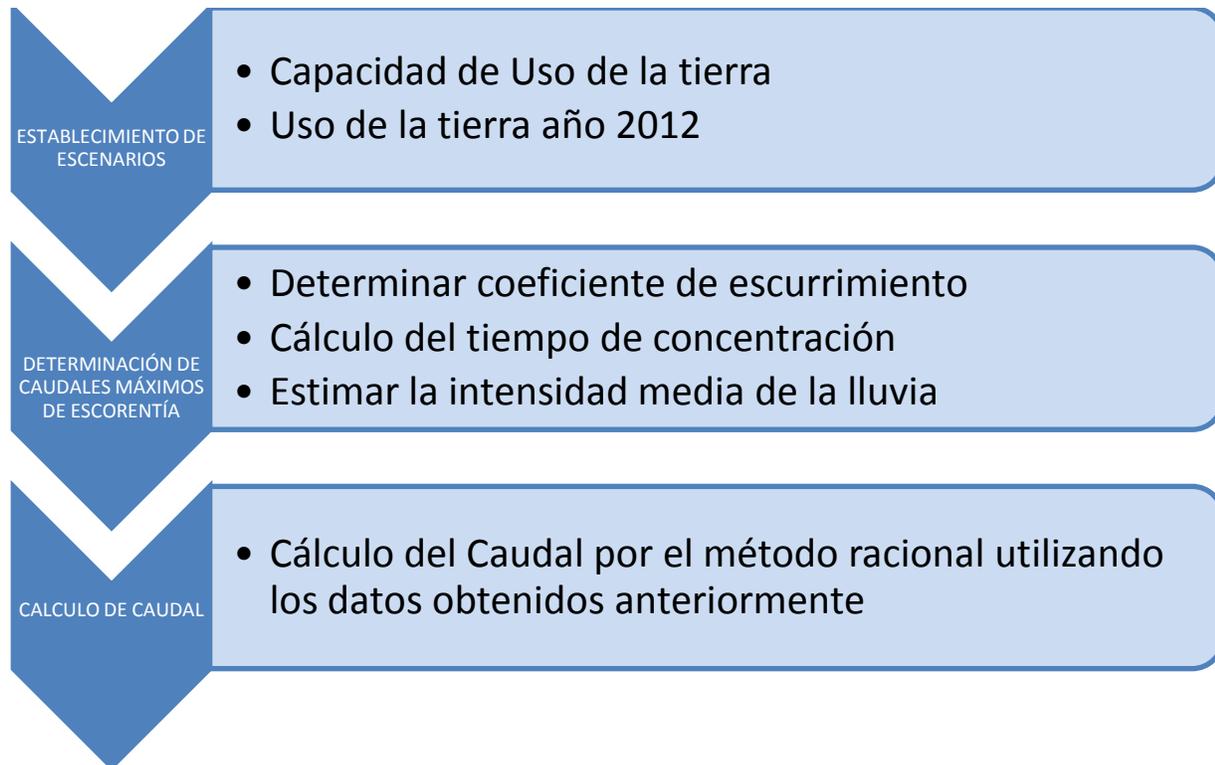


Figura 1.5. Esquema general para el desarrollo del objetivo 1
Elaboración propia.

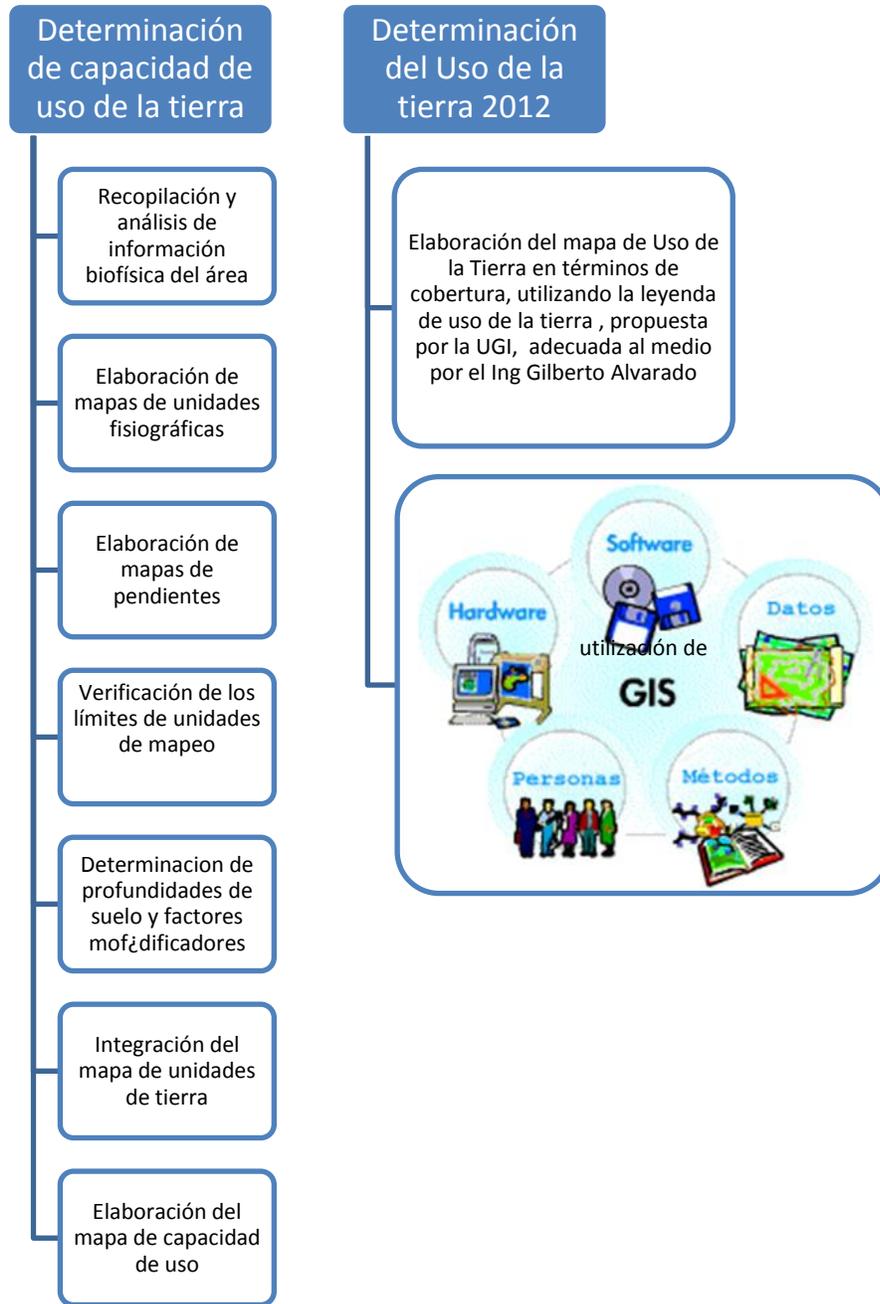


Figura 1.6 Esquema para la elaboración de escenarios de Capacidad de Uso y Uso de la Tierra año 2012
Elaboración propia.

Para realizar este análisis, en primera instancia se establecieron los escenarios bajo los cuales se realizó la comparación y, en este caso, fueron:

- 1. Uso correcto (capacidad de uso de la tierra).**
- 2. Uso de la tierra año 2012.**

Esto requirió lo siguiente:

Determinación del escenario de capacidad de uso de la tierra

Para la capacidad de uso de la tierra, se utilizó la metodología del Instituto Nacional de Bosques (INAB 1997), para la clasificación de tierras por Capacidad de Uso, la cual comprende de forma resumida lo siguiente:

a. Recopilación y análisis de información biofísica sobre el área

Se realizó con el fin de tener un conocimiento general del área, localización geográfica, ubicación política, acceso, extensión, información relevante sobre clima y sus principales variables, tales como: precipitación pluvial, temperatura, vientos y otras características del área como zonas de vida, formas de la tierra y origen de los suelos.

b. Elaboración del mapa de unidades fisiográficas

Mediante técnicas de interpretación cartográfica, se definieron y delimitaron unidades de mapeo, las cuales constituyeron la base de muestreo en la fase de campo. La definición de estas unidades estuvo basada en una interpretación fisiográfica de las tierras, es decir, en un análisis del paisaje.

En el análisis se definen las unidades de mapeo, tomando en cuenta los componentes de geología, clima, topografía, suelos é hidrografía.

c. Elaboración del mapa de pendientes

En este mapa se clasificaron las unidades por pendiente, con base en el mapa cartográfico (curvas de nivel). Se elaboraron en forma manual por separación visual y utilización de plantillas.

d. Verificación de los límites de las unidades de mapeo

Esta actividad se realizó por caminamientos, observación visual y barrenamientos en las unidades definidas. Se realizó la homogenización de las distintas unidades de tierra con base en criterios fisiográficos, cuya base principal es el relieve.

e. Determinación de profundidades de suelos y factores modificadores

Sobre el mapa de unidades de tierra (unidades fisiográficas) y en boletas de campo, se anotaron las profundidades efectivas de los suelos de cada unidad cartográfica, previamente delimitada en gabinete y verificada en el campo. Adicionalmente en cada unidad se realizaron las anotaciones del nivel en que se manifiestan los factores modificadores (pedregosidad, drenaje y profundidad efectiva).

La profundidad efectiva de suelos se midió con barrenamientos y, en el caso de los factores modificadores (pedregosidad y drenaje), en función de la manifestación de los mismos. Se separaron, sobre el mapa de unidades fisiográficas, las áreas limitantes que, posteriormente se utilizaron en la asignación de categorías de capacidad de uso.

f. Integración del mapa de unidades de la tierra

El mapa base de unidades inicialmente fisiográficas, se convirtió en unidades cartográficas y con la información del factor profundidad del suelo, se convirtió en un mapa temático sobre profundidades de suelos. Esto implicó que algunas unidades se unieron o bien se desagregaron en otras.

Posteriormente, este mapa se sobrepuso en el mapa de pendiente. En este proceso se separaron nuevas unidades definidas por los límites de ambos mapas. Cada nueva unidad se caracterizó por un rango de pendiente y una clase de profundidad, según la región donde se ubica el sitio en estudio. A este mapa resultante se le denominó, para efectos del sistema adoptado por el Instituto Nacional de Bosques INAB, Mapa de Unidades de Tierra.

g. Elaboración del mapa de Capacidad de Uso

A cada unidad de tierra identificada en el mapa resultante del proceso anterior, con base en los niveles adoptados por cada factor limitante, se le asignó una categoría de capacidad de uso. Posteriormente, esta categoría se analizó a la luz de los factores modificadores: pedregosidad y drenaje, a efecto de determinar la categoría de capacidad de uso definitiva. El producto resultante fue el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra. Finalmente, se siguieron los procedimientos técnicos normales de vaciado (rectificación fotogramétrica, reducción o ampliación, rotulación y otros) de la información generada al mapa base, según la escala de publicación que el nivel del levantamiento semidetallado requiere. Se cuantificaron las extensiones de cada unidad de capacidad y se definieron los otros elementos que acompañan a un mapa temático (leyenda, orientación norte, escala, nombre del mapa temático y otros).

Mapa de uso de la tierra 2012

Se elaboró un mapa preliminar de uso de la tierra, en términos de cobertura, utilizando para el efecto la leyenda de uso de la tierra propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI), adecuada para el medio guatemalteco por el Ing. Agr. Gilberto Alvarado. (Alvarado 2000) Dicho mapa incluye las siguientes categorías: Centros urbanos o poblados, Tierras con cultivos (anuales o permanentes), Tierras con pastos (naturales o cultivados) y Tierras con bosque (puro o mixto, de coníferas y latifoliadas) que fueron las categorías de interés para el estudio.

Como base para este mapa se utilizaron mosaicos de fotografías aéreas georreferenciadas en formato digital (ortofotos), con las cuales se delimitó el uso de la tierra para luego verificarlo en el campo, mediante caminamientos y observación posterior. Se calcularon las áreas de los polígonos respectivos.

Un aspecto interesante a tener en cuenta en la dinámica del ciclo hidrológico y que es de gran interés en el presente estudio es la escorrentía superficial y, especialmente los caudales máximos de la misma. Para la estimación de estos caudales máximos de escorrentía se procedió de la siguiente forma.

Estimación de los caudales máximos de escorrentía por el Método Racional

Esta metodología se utilizó para calcular caudales máximos esperados en función de características de suelo y cobertura e intensidad de lluvia, lo cual se realizó para ambos escenarios diseñados.

Basado en el caudal máximo:

$$QP=0.278 CiA$$

C= coeficiente de escurrimiento

i = intensidad media de lluvia (tiempo de concentración)

A= área de la Subcuenca

a. Coeficiente de escurrimiento (C)

Tradicionalmente, se ha determinado con el auxilio de valores estimados para diferentes tipos de áreas por drenar, con el auxilio de tablas. La Subcuenca de estudio está integrada por diferentes tipos de superficie. Se calculó un coeficiente de escurrimiento promedio, ponderando los coeficientes con las áreas correspondientes. Los coeficientes de escurrimiento se obtendrán de tablas:

b. Cálculo del tiempo de concentración

Intensidad media de la lluvia (i)

La intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la Subcuenca asociada al período de retorno, se estimó por medio de las ecuaciones generadas por las curvas de intensidad-frecuencia-duración, para la estación Camantulul.

Para determinar la intensidad media se obtuvo primero el tiempo de concentración de la Subcuenca, para lo cual se utilizaron las ecuaciones siguientes y luego se calculó el valor promedio:

- Kirpich: $tc=(L^{0.77}/S^{0.38})$
- Chow: $tc= 0.01 (L/S)^{0.5} 0.64$

L= longitud de concentración en horas

S= pendiente media del cauce principal

H= diferencia de alturas

tc= tiempo de concentración en horas

Definidas las magnitudes de las variables involucradas en la fórmula racional, se procedió a calcular el gasto pico o máximo. Con la ecuación del método racional, se obtuvo el caudal máximo.

Para realizar el cálculo de los caudales máximos se utilizó el método racional, debido a que no hay información disponible de caudales dentro de la Subcuenca o en Subcuencas vecinas, de tal forma que utilizar análisis probabilísticos de caudales no fue posible.

Para utilizar el método racional, se utilizó como base el método racional modificado, al cual se le aplicaron las variaciones propuestas por José Ramón Témez en el XXIV Congreso de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (Madrid, 1991). Con las modificaciones a este método se amplió su validez hasta los 3,000 kilómetros cuadrados aproximadamente. Este método constituye la base de norma de drenaje de carreteras utilizada en España (Ferrer Polo, 1993).

Este método supone un aguacero con las siguientes características:

- Intensidad de la lluvia neta constante: se intenta corregir mediante un coeficiente corrector.
- Duración del aguacero igual al tiempo de concentración: es la duración más desfavorable, puesto que una duración menor provocaría que no toda la Subcuenca esté generando escorrentía y una duración mayor equivaldría a una menor intensidad de lluvia.
- Simultaneidad de la lluvia en la Subcuenca, se supone constante si bien se corrige este aspecto con un coeficiente.

Para la aplicación del método se definieron y evaluaron los siguientes parámetros básicos.

El caudal punta de avenida o caudal máximo Q (en m^3/s) para un período de retorno dado se obtuvo mediante la ecuación:

$$Q = 0.278 CIA * K$$

Dónde: A = Superficie de la Subcuenca (en Km^2)

K = Coeficiente de uniformidad.

I = Intensidad de lluvia, en mm/h , correspondiente a la duración y período de retorno considerados.

C = Coeficiente de escorrentía.

Témez introduce un factor K o coeficiente de uniformidad, que se aplica sobre la base de que la lluvia no se distribuye de forma uniforme en toda la Subcuenca y que a mayor tamaño de la Subcuenca, aumentan los tiempos de concentración de los mismos, dando oportunidad a que lluvias de mayor intensidad se presenten en el área en periodos iguales o menores al tiempo de concentración.

Coefficiente de Uniformidad:

La hipótesis de lluvia neta constante se va alejando de la realidad e infravalorando caudales al incrementarse el Tc. Por ello, se aplica el Coeficiente de Uniformidad, que refleja la variación de la lluvia neta durante la duración del aguacero.

$$K = 1 + (Tc^{1.25}) / (Tc^{1.25} + 14)$$

Dónde:

Tc= Tiempo de Concentración (horas)

Calibración del modelo de predicción

Para la comparación de los caudales diseñados con los caudales observados, se realizaron aforos quincenales en el punto de control de la Subcuenca, a manera de conocer los caudales que se presentan. Para determinar la correlación entre las magnitudes de la escorrentía diseñada y la observada se presentó un mínimo de 10 crecidas en el área. Los datos obtenidos fueron analizados para determinar el grado de ajuste de los mismos.

1.7.2 Metodología para el objetivo 2. Identificar, caracterizar y analizar las áreas vulnerables a inundaciones dentro y fuera de la Subcuenca del río Cristobal.



se realizaron Caminamientos para la identificación de lugares con mayor amenaza por desbordamiento del río.



Diseño de cauce, para determinar si es suficiente para conducir caudales máximos

**Figura 1.7. Esquema metodologico general para el obojtivo 2
Elaboración propia.**

Realizando un recorrido de campo se identificaron los lugares en los cuales los caudales máximos representan una amenaza por desbordamiento, principalmente, al ser el cauce insuficiente para conducir la probable escorrentía que se diseñe.

Al determinar los lugares, se realizó un diseño del cauce y se determinó si es o no suficiente para conducir los caudales máximos y de esta forma se definió su posible desbordamiento. Esta actividad se desarrolló en la parte baja de la Subcuenca e incluso aguas abajo del punto de aforo, debido a que el cauce del río no es estable por la dinámica de los sedimentos que se presentan en el lecho de los ríos. Esta actividad no se desarrolló a nivel de detalle, sino solo se hizo para identificar, preliminarmente, las áreas de interés y así enfocar las acciones hacia estos lugares.

1.7.3 Metodología para Objetivo 3.

Determinar y analizar el mapa de actores y sus agendas respectivas en el tema del manejo de amenazas por fenómenos meteorológicos en la Subcuenca del río Cristóbal.

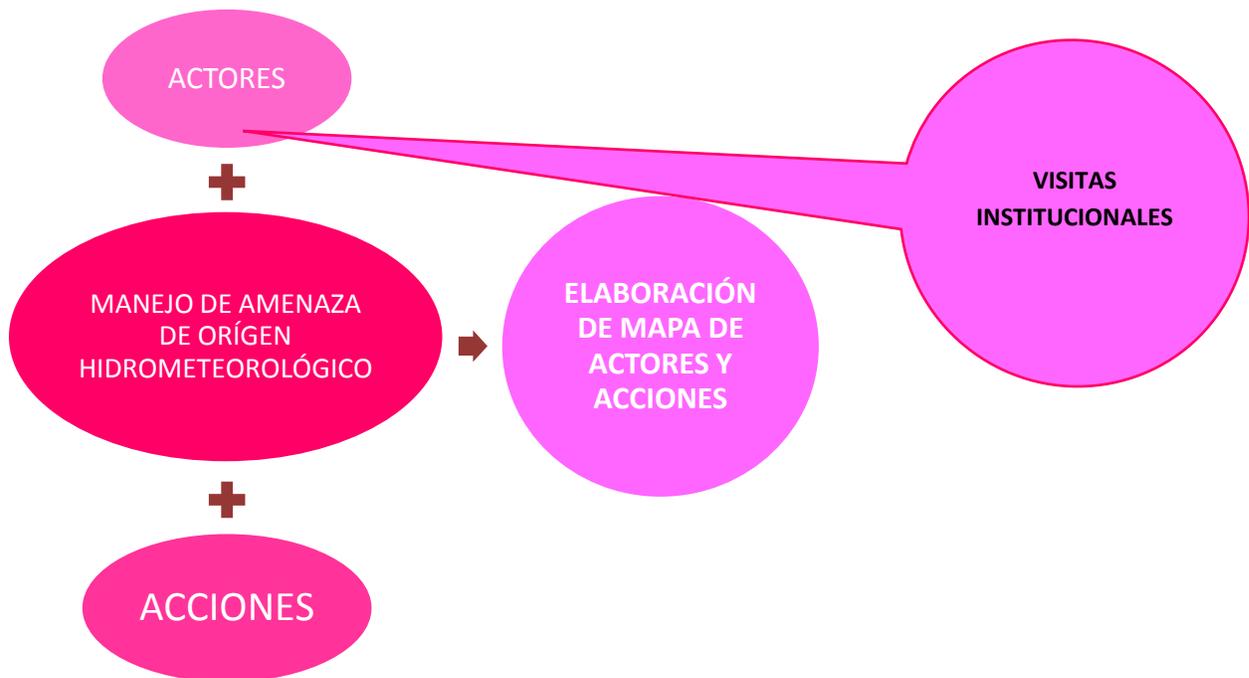


Figura 1.8 Esquema metodológico para el desarrollo del objetivo 3
Elaboración propia.

Para el cumplimiento de este objetivo se determinaron los actores de diferente índole que se encuentran vinculados al tema del manejo de las amenazas de origen hidrometeorológico. Además, se describieron las acciones que cada uno de estos agentes hacen en el tema, para visualizar algún tipo de vacíos de acciones, duplicación de esfuerzos y temáticas o áreas con mayor o menor presencia. Al analizar estas características se realizó un mapa de actores con lo cual se elaboraron las recomendaciones necesarias para la planificación adecuada en el área.

Para esto, se realizaron visitas a instituciones gubernamentales y no gubernamentales vinculadas al quehacer dentro del área de estudio y en lugares aledaños.

1.7.4 Metodología para el Objetivo 4

Formular una propuesta de gestión del riesgo a inundaciones, con énfasis en el uso de la tierra, en la Subcuenca del río Cristóbal.

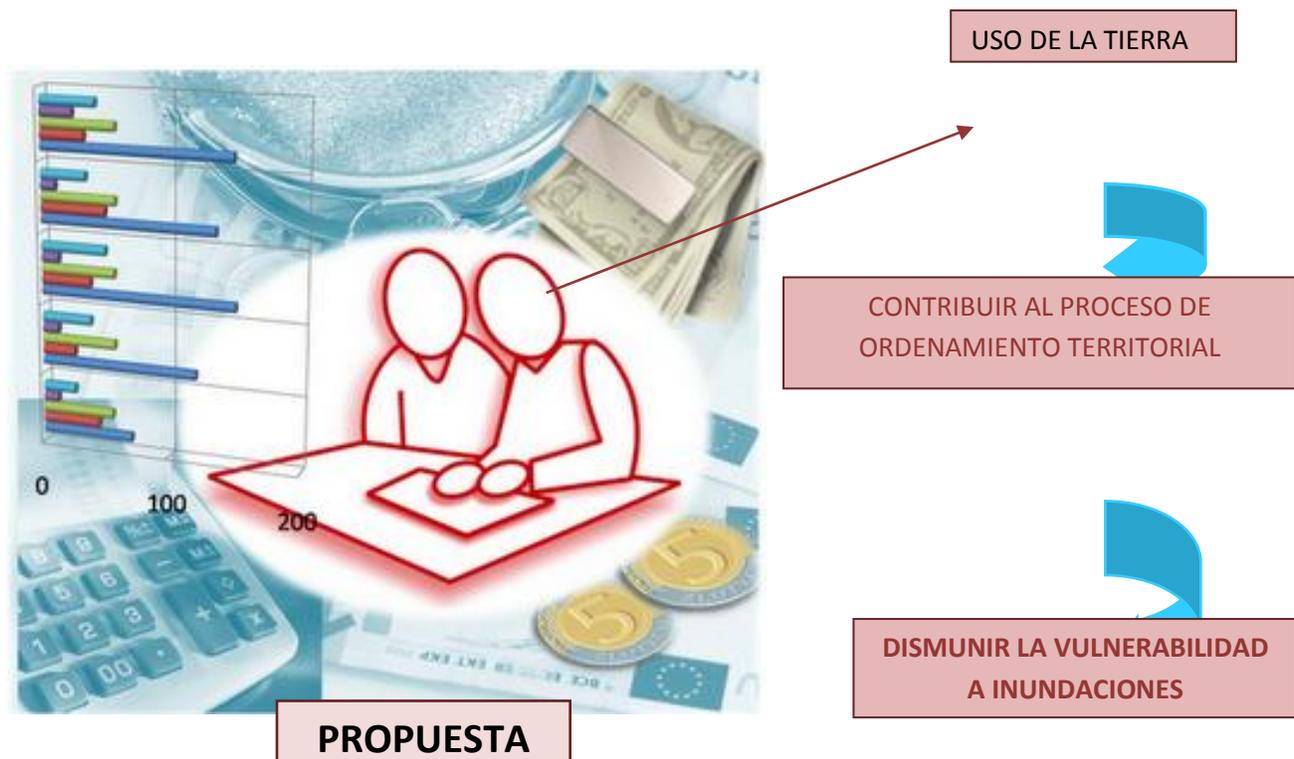


Figura 1.9 Esquema metodológico para el objetivo 4
Elaboración propia.

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

Se realizó una propuesta de gestión del riesgo a inundaciones con énfasis en el uso de la tierra a manera de contribuir al proceso de ordenamiento territorial dentro de la Subcuenca, para lo cual se utilizó la metodología del Marco Lógico, realizándose en forma general los siguientes pasos:



Figura 1.10 Secuencia de acciones para el desarrollo del objetivo 4

- Diagnóstico del proceso de uso de la tierra y su relación con las inundaciones en la Subcuenca.
- Realización del árbol de causas y efectos de la problemática identificada.
- Realización del árbol de medios y objetivos para la solución de la problemática.
- Identificación de alternativas de solución y priorización de alternativas de solución.
- Diseño de marcos lógicos de las alternativas priorizadas.
- Formulación del Plan de acción-
- Diseño del sistema de monitoreo y seguimiento.

1.8 MARCO CONCEPTUAL

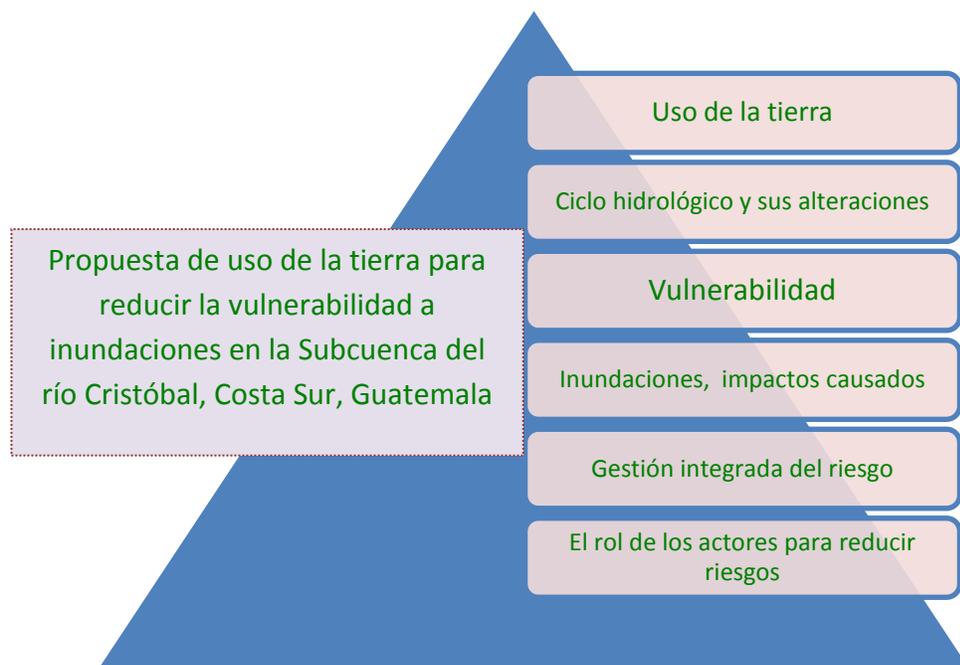


Figura 1.11 Marco conceptual
Elaboración propia.

1.8.1 CONCEPTOS

Cambio de uso de la tierra en Guatemala

El uso de la tierra en Guatemala está, históricamente, ligado a las formas de tenencia del recurso, caracterizadas éstas por importantes desigualdades en el acceso. Fenómenos como el crecimiento urbano desmedido y poco planificado y la importante dependencia de los hogares rurales para con los productos del bosque y la producción agrícola, han provocado durante décadas la ocupación de tierras para estos fines, reduciendo la cubierta boscosa y aumentando el espacio territorial de asentamientos humanos. La ocupación del territorio presenta, entonces, un ordenamiento caracterizado principalmente por la demanda de tierras para diversos usos que, frecuentemente, sobrepasan la capacidad de carga de los suelos (URL, 2006).

Considerando que los cambios en el uso de la tierra representan una amenaza para la riqueza natural de Guatemala, es evidente que se necesitan políticas e instrumentos eficaces que permitan ordenar y administrar este recurso sosteniblemente. No obstante el tema ha sido objeto de escasa atención gubernamental a través de los años, especialmente, en materia de regulaciones de uso, manejo y conservación, lo que ha favorecido el deterioro del recurso con sus respectivas implicaciones sociales, económicas y ecológicas adversas, difíciles de calcular y valorar (URL, 2006).

Presión sobre el uso de la tierra

A. Características sociales y económicas

En el país se cuenta con una población total de, aproximadamente 12 millones de habitantes, (proyección a 2005 de 12, 700,611 millones de habitantes) con una densidad de población promedio de 103 hab/km² a 106 hab/km². Los departamentos con mayor densidad de población son Guatemala (1,196 hab/km²), Sacatepéquez (533 hab/km²), Quetzaltenango (320 hab/km²), Totonicapán (320 hab/km²), Sololá (289 hab/km²), Chimaltenango (225 hab/km²) y el departamento con menor densidad de población es Petén con 10 hab/km² (URL, 2006).

La composición por sexo es del 48.9% mujeres y de 51.1% para hombres. Desde el punto de vista de la división político administrativa se organiza en 22 departamentos y 332 municipios. La población económicamente activa es del 40% del total de población; algo importante es el incremento del porcentaje de población femenina a 20% comparado con 1981 que era del 14%. En cuanto a la rama de actividad la agricultura, ganadería y caza (42.1%) favoreciendo al avance de la frontera agrícola el comercio mayor y menor, hoteles y restaurantes (16.5%), industria (13.4%, textil y alimenticia); éstas son las actividades que concentran la mayor actividad de ocupación, algo que es preocupante por los efectos causados al Ambiente (URL, 2006). Bajo estas condiciones, las presiones sobre el uso de tierras para distintos fines tienen una fuerte relación con el crecimiento demográfico, más aún cuando la mayoría encuentra en la tierra y recursos asociados medios de vida (URL, 2006).

Con el incremento del porcentaje de la población humana también aumentan las actividades agropecuarias, comerciales e industriales favoreciendo al avance de la frontera agrícola y a la contaminación de los recursos naturales por el incremento de los desechos sólidos y líquidos. Dicha situación ocurre en la mayoría de Subcuencas de nuestro país, no siendo excepción la Subcuenca del Lago, de Atitlán.

B. Capacidad de uso de la tierra

La capacidad de uso de la tierra está condicionada, primordialmente por características intrínsecas del recurso, asociadas a factores como el clima, el material de origen, las formas de la tierra (relieve y posición) y la edad de los materiales. Sin embargo, se ubica como un elemento de presión en virtud de que los parámetros para juzgarla están relacionados con patrones de comportamiento de los usuarios del recurso tierra. De esa cuenta, se identifican distintas aptitudes de uso (posibles usos que las tierras están en capacidad de soportar) dentro del concepto de usos mayores de la tierra: i) cultivos (anuales y perennes), ii) tierras para protección y/o conservación de la agrobiodiversidad y iii) tierras para crecimiento urbano (URL, 2006).

Impacto del sobreuso de la tierra

a. Índice de deterioro de tierras

El índice de deterioro, a partir de la interacción de las variables sobreuso de la tierra, la pérdida en superficie de calidad física de los suelos por efecto de la recurrencia de incendios forestales y el grado de protección hidrológica de la vegetación al suelo. Este análisis se hizo de manera especializada, asumiendo una presentación de estas variables de manera homogénea a nivel del municipio.

En términos de daños y pérdidas económicas por pérdida de tierras y suelos, en el 2005 se hizo un ejercicio de cuantificación en función de la ocurrencia de la tormenta tropical Stan (URL, 2006).

Impactos de la tormenta tropical Stan, sobre el recurso tierra en el altiplano occidental

Según CEPAL/SEGEPLAN (2005), la tormenta tropical Stan a su paso por Guatemala impactó sobre todo los sectores sociales y las condiciones de vida de los grupos poblacionales, productivos y étnicos más vulnerables. Se calcula que el monto total del impacto (Q 7,511 millones o el equivalente a 988 millones de dólares) equivale a 3.4% del PIB de 2004.

En los desastres de octubre de 2005, los daños ambientales surgen de los cambios en el medio ambiente causados por los deslizamientos, derrumbes e inundaciones que se produjeron en muchas partes del país. Los efectos físicos resultan en cambios en los flujos de servicios del capital natural y, por tanto, afectan el bienestar de las personas. En lo que se refiere al medio natural, los movimientos de masa han producido pérdida de suelos agrícolas y forestales, pérdida de vegetación arbórea y cultivos, arrastre de sedimentos y escombros a cuerpos de agua, alteración de los sistemas de drenaje natural y cambios en el paisaje (URL, 2006). Dentro de los daños de tipo ambiental ocasionados se encuentran los relacionados con la pérdida de suelos. En términos de daños ambientales ocasionados por la tormenta, a nivel del país, CEPAL hizo una estimación de toneladas perdidas y su valor en quetzales (URL, 2006).

Se estima una superficie afectada cercana a las 800,000 ha, ascendiendo la pérdida de sedimentos a 9 millones de toneladas, con un valor económico de 308 millones de quetzales, es decir un 4% del total de daños. Vale mencionar que dentro de este cálculo únicamente se consideraron tierras de las partes altas de las Subcuencas, no así las de valles y otras zonas. Adicionalmente, no fueron consideradas todas las áreas de daño, por lo que se presume que el impacto fue mayor. La composición territorial o geográfica del impacto y su distribución entre estratos económicos y sociales y su concentración en zonas con un porcentaje elevado de población indígena hace evidente que más allá del monto económico de los daños y pérdidas, el efecto de Stan es sobre todo en el ámbito social, con consecuencias difíciles de cuantificar en el tejido social, en las redes comunitarias y con consecuencias diferenciadas entre hombres y mujeres y respecto de los diversos grupos étnicos y culturales que definen el carácter multicultural del país (URL, 2006).

Impacto del cambio de uso de la tierra en el recurso hídrico

El agua es un recurso vital para el ser humano. Su disponibilidad y calidad durante las distintas etapas del año dependen de diversas condiciones meteorológicas y de las interrelaciones que mantiene con otros recursos naturales, condiciones que comprometen, entre otros, la salud sobre la tierra, la productividad agrícola y la vida misma de los seres humanos (URL, 2006).

En Guatemala el agua es un bien demandado para distintos usos, entre los cuales se puede mencionar agua potable, riego, producción de energía y procesos industriales. Constituyéndose en un bien tan indispensable e imprescindible para la vida -como para el desarrollo de un país-, es evidente que la utilización y conservación del recurso debieran estar regulados de manera tal que el aprovechamiento actual no

comprometiera la disponibilidad y calidad para las generaciones venideras. Sin embargo, la realidad es otra. La falta de normativas y leyes específicas y de políticas consensuadas que promuevan un manejo sostenible del recurso ha generado las condiciones ideales para la aparición de graves problemas en torno al mismo. Realidades como el descenso del nivel de aguas subterráneas y la contaminación de la mayoría de cuerpos superficiales evidencian que la gestión de los recursos hídricos ha sido muy poco eficiente. Ante esta situación y frente a la posible irreversibilidad de la problemática resulta apremiante tomar acciones decididas y eficaces (URL, 2004).

Indicadores de la calidad de la tierra

La supervisión y seguimiento de los amplios cambios que ocurren en el uso de la tierra y, en general, en las condiciones de la tierra, permitirán a los gobiernos informar sobre el mejoramiento o deterioro general del estado de los recursos naturales en sus países usando métodos estandarizados que permitan hacer comparaciones entre países y entre distintos años. Sin embargo, tales indicadores amplios y altamente agregados no serán útiles para apoyar el desarrollo de políticas tanto a nivel nacional como a escala más detallada.

Para los fines prácticos de asesoramiento sobre políticas o sobre manejo, serán necesarios indicadores desagregados y más detallados. De hecho, cuanto más detallados y específicos son los requerimientos de información, tiene menos sentido el concepto de indicadores de calidad de la tierra y es más evidente la necesidad para observaciones reales sobre cambios específicos en el uso de la tierra y en aspectos particulares de su condición, de las condiciones físicas, biológicas y químicas del suelo y del abastecimiento de nutrimentos y su disponibilidad en los suelos. (FAO, 1976).

a. Uso de la tierra

¿Es el cambio de uso de la tierra un indicador de presión, de estado o de respuesta? Los cambios de uso de la tierra son generalmente conscientes, respuestas volitivas de los seres o sociedades humanas a los cambios en las condiciones biofísicas o de la sociedad. Es, por lo tanto, un indicador de respuesta el que refleja cómo y en qué medida la sociedad responde a esos cambios o como se adapta a las condiciones ambientales cambiantes. Esto no excluye la posibilidad de que algunos cambios de uso de la tierra puedan a su vez constituir una presión para los cambios en el estado del ambiente. Esto está implícito en la naturaleza de la compleja red de las causas -que no es una cadena casual- incluyendo un cierto número de elementos de retroalimentación, o sea, la relación de la sociedad con su ambiente.

Es virtualmente imposible reunir los cambios de uso de la tierra en un solo indicador o escala. La tasa de extensión del cambio de uso de la tierra puede ser representada bajo la forma de una matriz de transición de usos de la tierra, mostrando la transición entre cada par de usos como extensión o proporción del área por unidad de tiempo (FAO, 1995).

b. Tierra

Como en el caso del cambio de uso de la tierra, es dudoso que sea posible tener una sola medida agregada de cambio de la condición de la tierra. Sin embargo, lo que parece ser posible, en principio, es una estimación del cambio en diferentes calidades de la tierra que tienen influencia sobre su adecuación para uno u otro uso ó para la conservación, por ejemplo, de la biodiversidad (FAO, 1976).

Los datos necesarios para la interpretación de los cambios en las calidades de la tierra pueden ser derivados, en parte, de los sensores remotos, complementados por observaciones terrestres. Estas deberían ser combinadas con más frecuencia y por medio de supervisión en lugares seleccionados permanentes y en lugares de ensayos a largo plazo sobre la productividad de la tierra. La información necesaria cubre aspectos tales como la naturaleza y la densidad de la vegetación o la naturaleza y la productividad de los cultivos -lo que se sobrepone parcialmente con datos de uso de la tierra; condiciones de la superficie de la tierra - pendiente, tasas de erosión y escorrentía, transporte de sedimentos por el viento, salinidad de la superficie; condiciones hidrológicas -incidencia de las inundaciones, dinámica del agua subterránea y condiciones físicas, biológicas y químicas- toxinas, nutrimentos- del suelo. Tal información para la supervisión, superpuesta a una base de datos sobre los suelos y los terrenos, permitirá la estimación de los cambios potenciales de productividad tales como la conservación de la vegetación nativa o las poblaciones animales. El marco institucional que haga posible tal supervisión en forma sistemática y repetitiva no existe aún en muchos países (FAO, 1976).

c. Ciclo hidrológico

Los recursos hídricos tienen como referencia al ciclo hidrológico, el cual consiste en la continua circulación de agua sobre nuestro planeta. El ciclo hidrológico inicia con la evaporación del agua en los océanos transportándose hacia los continentes a través de masa móviles de aire que bajo condiciones adecuadas se condensan y forma nubes o también pueden transformarse en precipitación. La precipitación se dispersa, parte es retenida por el suelo regresando a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas. Otra porción viaja por la superficie en forma de escorrentía y una pequeña parte llega a los acuíferos en forma de agua subterránea. Por gravedad, tanto el agua superficial como la subterránea llegan en algún momento a ser parte de los océanos aunque hay pérdidas por evaporación, transpiración y escorrentía superficial y subterránea. (Johnson 1975)

Según Aparicio (2001), es un ciclo que al describirlo se puede partir del punto en que el agua se evapora de los océanos (en mayor proporción) y de la superficie terrestre por efecto de la radiación solar y el viento. Este vapor se transporta y eleva por la atmósfera en forma de nubes hasta condensarse y precipitarse nuevamente a la tierra.

Custodio & Llamas (2001), menciona que, el ciclo hidrológico es un proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada del océano, vuelve a él después de pasar por las etapas de precipitación y escorrentía superficial o subterránea. A lo largo del ciclo, existen múltiples cortos circuitos o ciclos menores. También hay que tener en cuenta que el movimiento del agua en el ciclo hidrológico se caracteriza por la irregularidad, tanto en el espacio como en el tiempo.

Las fases principales del ciclo hidrológico son:

- Evaporación.
- Formación y desplazamiento de nubes y niebla.
- Condensación del agua y precipitación en forma de lluvia, granizo, etc.
- Escorrentía superficial, sobre el suelo.
- Infiltración, en el perfil del suelo.
- Percolación a estratos más profundos.
- Flujo subterráneo y retorno a la superficie. (Manantiales y pozos)
- Formación de corrientes superficiales como ríos y arroyos.
- Descarga en lagos, océanos y mares.

En síntesis, los procesos básicos que incluyen el ciclo hidrológico son los de evapotranspiración, precipitación, infiltración, percolación y escorrentía. Es claro que los procesos descritos operan con diferente intensidad a muy distintas escalas espaciales y temporales, por lo que más que un ciclo hidrológico unitario y mecanicista debe pensarse más bien en un conjunto interrelacionado de procesos que, operando a muy distintas escalas, configuran un resultado final agregado que es el que se observa, simplificada como objeto de estudio y evaluación (López 2001).

La acción del hombre va induciendo cambios, progresivamente importantes en el ciclo hidrológico de algunas regiones. Los drenajes intensivos han hecho descender el nivel de la zona saturada y paralelamente, ha descendido la evapotranspiración y ha aumentado la aportación de la escorrentía subterránea a los ríos, la deforestación o la repoblación forestal puede también modificar el régimen de crecida de los ríos, pero no parece haber datos que permitan asegurar una modificación sustancial en su aportación media anual (Custodio y Llamas 2001)

d. Factores que intervienen el ciclo hidrológico

1. Clima

Según (Padilla et al. 2003), los factores del clima que influyen en el ciclo hidrológico son precipitación y evapotranspiración.

a. Precipitación

La precipitación son todas las formas de humedad que caen a la tierra, entiéndase llovizna, lluvia, escarcha, granizo y nieve. También menciona varios tipos de precipitación, como la precipitación orográfica que resulta del ascenso del aire cuando en su camino se interponen barreras debido a la forma de la tierra (montañas), esta influencia orográfica es tan marcada en terrenos quebrados que los patrones de las tormentas tienden a parecerse a aquellos de la precipitación media anual (Herrera, 2002).

Según (Custodio y Llamas, 2001) es necesario conocer la precipitación media sobre una Subcuenca ya que la cantidad de lluvia recibida en un sitio dado, difiere de la que cae en los alrededores y para ello se pueden utilizar los siguientes métodos:

- Promedio Aritmético, toma la media aritmética de las medidas obtenidas en los pluviómetros y puede ser útil en trabajos donde no se requiere mucha precisión, siempre que la zona tenga características de homogeneidad climática y física.
- Polígonos de Thiessen, asigna como dominio un polígono a cada pluviómetro por tanto, es un método que proporciona resultados bastante precisos particularmente, en planicies, siempre que los pluviómetros estén distribuidos, homogéneamente, en la zona.
- Curvas isoyetas, consisten en interpolar líneas de igual precipitación y es la que proporciona los resultados más precisos en zonas montañosas, cuando el investigador posee un buen conocimiento de las características climáticas y físicas de la zona.

b. Precipitación efectiva

Desde el punto de vista de recarga a los acuíferos, la precipitación efectiva se considera como la porción de la precipitación pluvial que logra infiltrarse en el suelo y que se encuentra disponible para ser utilizada por las raíces de las plantas y/o para recargar al acuífero (Padilla, 2003).

Existen varios factores que intervienen en la determinación de la precipitación efectiva, entre ellos se mencionan los siguientes: intensidad de la precipitación, velocidad de infiltración en el suelo, la cobertura vegetal y la topografía. A partir de estos factores, existen varios métodos que han sido desarrollados por diversos autores, especialmente para ser utilizados en distritos de riego. Entre ellos, se pueden mencionar los métodos: de la FAO, de Blaney y Criddle, Colegio de Postgraduados, Palacios Vélez y Schosinsky y Losilla (Herrera, 1995).

c. Evapotranspiración

Al estudiar el balance hídrico de un área de drenaje, el interés principal radica en la determinación de las pérdidas de agua total o evapotranspiración (Linsley, 1988). Consta de dos procesos, evaporación y transpiración, que por la dificultad de separar la medición en el campo y debido a que tienen el mismo impacto neto en el rendimiento de agua en una Subcuenca, usualmente, son definidos y medidos en conjunto (Nittler y Barahona, 1993).

La evaporación es el proceso de cambio de agua del estado líquido a gaseoso, donde el suelo juega el papel de reservorio en la Subcuenca. Esta toma lugar en la superficie, debido al movimiento del agua dentro del suelo hacia la misma e influye mucho en los niveles de evaporación (Custodio y Llamas, 2001).

La transpiración es, básicamente, un producto del proceso de respiración por parte de las plantas. Las plantas absorben agua del suelo y a través de sus procesos internos, trasladan el agua hacia la superficie de las hojas y corteza, donde el agua se evapora. Son varios los factores que influyen en los distintos niveles de transpiración como lo son: las formas de la vegetación, densidad vegetal, especies, condiciones climáticas, disponibilidad del agua en el suelo, etc. (Custodio y Llamas, 2001). Thornthwaite en 1948, introduce para propósitos prácticos las siguientes divisiones:

- Evapotranspiración potencial: es la pérdida de agua cuando se supone que el desarrollo de las plantas es óptimo y el suelo permanece a capacidad de campo.
- Evapotranspiración real: es el agua pérdida en determinada área, al satisfacer total o parcialmente la demanda de la cobertura vegetal en función del desarrollo y condiciones de humedad del suelo.

Los valores típicos de evapotranspiración potencial varían entre 1 a 3 mm/d para los climas templados, de 5 a 8 mm/d en los trópicos húmedos y de 10 a 12 mm/d en regiones áridas (Cabrera, 1997).

2. Suelo

a. Textura y estructura

La textura y estructura intervienen, básicamente, en la infiltración del agua, el movimiento del agua dentro del suelo y la cantidad de agua disponible para las plantas (Sandoval, 1989). La textura del suelo influye mucho en la infiltración, por ello los suelos arenosos son mucho más permeables que los suelos arcillosos. En los suelos arenosos, los poros son más grandes e interconectados por lo que facilitan la infiltración. Y las diferentes estructuras de los suelos influyen en la configuración de los poros y espacios dentro del suelo, por lo que incrementan o afectan la infiltración (Nittler y Barahona, 1993).

b. Densidad aparente y porosidad

La densidad aparente depende de la textura del suelo y que está relacionada con el volumen del espacio poroso, por ello se modifica cuando los suelos se compactan. La densidad aparente de los suelos no cultivados oscila entre 1.0 y 1.6 gr/cc y su importancia radica en que permite calcular la lámina de agua para las diferentes unidades de suelos, al conocer las constantes de humedad y la profundidad radicular. La porosidad se estima con base en la densidad de los suelos e influye en la infiltración del agua, movimiento del aire y agua y en el crecimiento radicular de las plantas (Sandoval, 1989).

c. Contenido de humedad

El contenido de humedad de los suelos es una característica muy importante en el balance hídrico, porque según su comportamiento interviene en la infiltración, en la cantidad de agua que toman las plantas y en la recarga de agua a estratos profundos. Por ello, se determinan contenidos de humedad como capacidad de campo, punto de marchites permanente y humedad aprovechable (Padilla et al. 2003).

d. Infiltración

Es el porcentaje de agua de la precipitación pluvial que penetra por la superficie del suelo en un determinado tiempo. La infiltración es importante en los procesos de escorrentía como respuesta a una precipitación dada y también en el estudio de recarga hídrica. Existen varios factores que condicionan la infiltración en un área determinada, por lo que su estimación precisa es difícil de obtener (Custodio y Llamas, 2001)

La infiltración inicial es la cantidad de agua infiltrada durante las primeras dos horas de lluvia cuando los suelos no están saturados. En esta etapa, la infiltración es más rápida, dado que los poros están vacíos y que existe una atracción entre las partículas del suelo y el agua. Y la Infiltración básica, es cuando los suelos superficiales ya están saturados y los valores de infiltración se vuelven más o menos constantes (Nittler y Barahona, 1993).

e. Estratigrafía geológica

Con fines hidrogeológicos, se definen tres estratos o capas: permeable, semipermeable e impermeable. Una capa es permeable cuando sus propiedades de transmitir agua son favorables en comparación con los estratos superiores o inferiores, en ésta la resistencia al flujo vertical es pequeña, así que sólo se toman en cuenta las pérdidas de energía causada por el flujo horizontal. En cambio en la capa semipermeable, sus propiedades transmisoras de agua son relativamente desfavorables en el flujo horizontal, pero el flujo vertical debe ser considerado ya que la resistencia al flujo es mínima, debido al espesor, relativamente, pequeño de las capas. Y, en la capa impermeable las propiedades transmisoras de agua son tan desfavorables que sólo fluyen a través de ella, vertical u horizontalmente, cantidades mínimas de agua (Ridder, 1994).

Existen capas o estratos en donde predominan materiales granulares gruesos (gravas y arenas) que por su granulometría y su mayor diámetro medio comparado con materiales finos (arcillas y limos), presentan una mayor permeabilidad y transmisividad por tanto en estos estratos, se pueden encontrar los mejores acuíferos. La estratigrafía o secuencia de rocas que han sufrido deformaciones por la acción de fuerzas de compresión y tensión, presentan diferentes grados de fracturamiento, que modifican sus condiciones originales de porosidad y permeabilidad. Es por ello que muchas rocas que, originalmente, presentaban condiciones poco favorables para la transmisión y almacenamiento del agua subterránea, se convierten en las zonas de mayor permeabilidad y llegan a constituir buenos acuíferos (Herrera, 2002).

Es de gran importancia realizar un estudio de la estratigrafía de la zona, para conocer la disposición de los diferentes materiales geológicos, ya que éstos pueden afectar la cantidad de recarga hídrica, porque si existe una capa impermeable, no permitirá el paso del agua a mayor profundidad y se generará un flujo subsuperficial que alimentará un cauce cercano o, bien, emergerá en manantiales (Padilla et al. 2003).

3. Cobertura vegetal

a. Profundidad radicular

La profundidad radicular determina la lámina de agua que es utilizada por las plantas para su desarrollo y depende del tipo de planta, condiciones del suelo y clima. También menciona que las raíces de las plantas que absorben mayor cantidad de agua del suelo, son las que se encuentran en la parte superior de la zona radicular. La profundidad radicular de las plantas puede oscilar hasta 2.50 m (Sandoval, 1989).

b. Intercepción

Es el proceso de retención de la precipitación en los estratos de vegetación y broza, limitando la cantidad de agua que llega al suelo. La intercepción puede captar y guardar hasta 30% la precipitación en bosques húmedos tropicales. En áreas áridas, con menos vegetación, la intercepción disminuye, sin embargo, áreas de pastos y arbustos oscila entre 10 y 20% (Nittler y Barahona, 1993). El agua retenida en los estratos de vegetación y broza puede evaporarse antes de llegar al suelo o llegar hasta el suelo por goteo o escurrimiento (movimiento de agua por debajo y a través de las ramas y troncos). Si esto último ocurre, la lluvia llega hasta el suelo durante un período más largo ocasionando mejores posibilidades para que el agua se infiltre y no forme parte de la escorrentía superficial (Nittler y Barahona, 1993).

La cantidad de agua que llega hasta el suelo a través del goteo, versus la cantidad que se evapora varía mucho debido a las diferentes condiciones climáticas, físicas y de la vegetación. Se puede considerar que la intercepción, aparentemente, roba agua de la Subcuenca y del sistema hidrológico; dado que en áreas de alta intercepción (bosques densos con varios estratos de vegetación y un estrato profundo de broza), se puede perder hasta 30% de la precipitación en forma de evaporación (Nittler y Barahona, 1993).

En otras latitudes, que un bosque de árboles maderables de 50 años de edad intercepta hasta un 20% de lluvia y que la capacidad de intercepción se reduce a mayor velocidad del viento, pero la tasa de evaporación aumenta (Linsley 1988).

c. Escurrimiento

Existen tres caminos principales: escorrentía superficial, escorrentía subsuperficial y escorrentía subterránea (Linsley 1988).

e. Ciclo de la Escorrentía

a. Primera Fase o Período sin precipitaciones.

Después de un período sin precipitaciones, la evapotranspiración tiende a agotar la humedad existente en las capas superficiales y a extraer agua de las subterráneas a través de la franja capilar. Las aguas subterráneas alimentan a las corrientes superficiales descendiendo progresivamente su nivel (Martínez y Navarro, 1966).

b. Segunda Fase o Período de Iniciación de la Precipitación.

La evapotranspiración cesa, el agua es interceptada por la vegetación, las superficies de agua libre, los cursos de agua y el suelo. En éste se infiltra una cantidad importante de agua que abastece su capacidad de almacenamiento; el excedente se mueve superficialmente en forma de escorrentía directa que alimenta débilmente los cursos de agua; continúan las aportaciones de las corrientes subterráneas a los cursos superficiales no interrumpiéndose el descenso de los niveles de la capa freática (Martínez y Navarro, 1966)

c. Tercera Fase o de Período de Precipitación Máxima

Luego de una cierta duración de la precipitación, la cubierta vegetal apenas intercepta el agua y, prácticamente la totalidad de la precipitación alcanza el suelo. Las capas superficiales llegan a estar completamente saturadas. Parte de las precipitaciones se infiltran alimentando la escorrentía hipodérmica y a los acuíferos, originándose en estos últimos una elevación en su nivel. La precipitación que no se infiltra genera escorrentía superficial, que en esta fase alcanza su nivel máximo. La escorrentía subterránea aumenta ligeramente.

La escorrentía total es la suma de las escorrentías de superficie, hipodérmica y subterránea, alcanza igualmente su valor máximo, apareciendo las crecidas. Durante esta fase puede ocurrir que en determinadas zonas se produzca una alimentación de los cursos de agua a las corrientes subterráneas, es decir, un proceso contrario a lo que normalmente ocurre. Esta fase solamente tiene existencia si la intensidad del aguacero alcanza cierto valor (Martínez y Navarro, 1966).

d. Cuarta Fase o Período Posterior a la Precipitación

Cuando la lluvia cesa, la escorrentía de superficie desaparece rápidamente. El suelo y subsuelo permanecen saturados y continúa la infiltración del agua estancada en depresiones superficiales, alimentando a la humedad del suelo, a la escorrentía hipodérmica y a las aguas subterráneas. Se reinician, nuevamente, los procesos de evapotranspiración. Los cursos de agua, alimentados únicamente por las escorrentías hipodérmica y subterránea entran en régimen de decrecida y se normaliza la alimentación de los cursos de agua por los acuíferos, desapareciendo las posibles inversiones de la fase anterior. El ciclo se cierra con la reaparición de la primera fase (Martínez y Navarro, 1966).

f. Acción de las Precipitaciones

La acción de las precipitaciones produce erosión por salpicadura. Cuando la gota de agua cae a través de la atmósfera, sufre cambios en su tamaño aumentando o disminuyendo por condensación o evaporación.

Desciende por la acción de la fuerza de gravedad, frenando su caída la resistencia que le ofrece el aire. En ausencia de obstáculos golpea al suelo con fuerza considerable disgregando las partículas terrosas y proyectándolas en el aire. En los estudios e investigaciones realizadas se ha determinado que, como consecuencia del choque con el suelo, las gotas proyectan partículas hasta los 60 cm. de altura en vertical y hasta los 1.50 m. en plano horizontal. Sin embargo, la precisa determinación de la energía erosiva de las gotas de agua, exige el adecuado conocimiento del tamaño de las gotas y la velocidad de caída. También interviene en la erosión un factor de relación que liga la intensidad de la precipitación con el tamaño medio de sus gotas.

Al llegar al suelo, la precipitación puede evaporarse, infiltrarse o quedar en la superficie. Descontando la parte evaporada, la permeabilidad del suelo regula en todo momento la distribución de lo precipitado, entre el agua que penetra en el interior y el agua que queda detenida o, bien, fluye en la superficie. La formación

del escurrido superficial depende del régimen de precipitaciones y de las características hidrológicas del suelo. Si la permeabilidad del suelo permite en todo momento la infiltración de una cantidad de agua mayor o igual a la que aporta la precipitación, no se producirá ninguna corriente superficial.

La acción del escurrido en el proceso erosivo se manifiesta en un doble aspecto: disgrega a los elementos terrosos y, al mismo tiempo, transporta a otros lugares aquellas partículas de tierra que por su tamaño y forma son susceptibles de arrastre.

La acción del escurrido en cuanto a transportar partículas de tierra, encierra una mayor importancia. Los frotamientos y choques de la corriente de agua con la superficie rugosa del suelo, hacen rodar, deslizar o dar pequeños saltos a los granos de tierra. Tales tensiones serán causa de la formación de una turbulencia en la corriente, originándose torbellinos que al contener vectores de fuerza de trayectoria helicoidal, con zonas circulantes de suficiente velocidad de ascenso, pueden llegar a poner en suspensión a las partículas de tierra más pequeñas (Asturias, 2006).

g. Intensidad, Duración y Frecuencia de los Aguaceros

Al considerar a la precipitación en el espacio y tiempo de ocurrencia, surge como unidad natural el aguacero. La intensidad, duración y frecuencia de los aguaceros son características de la precipitación de gran significado en la erosión. El producto de la intensidad y duración define la abundancia.

Cuando la intensidad es superior a la penetración del agua en el suelo, se formará en escurrido superficial promotor fundamental de que se produzcan erosiones, siendo evidente que los efectos revestirán una mayor o menor importancia, según el tiempo de duración del fenómeno. Así como las gotas de lluvia tienen mayores efectos erosivos para lluvias violentas y de velocidades elevadas.

La frecuencia de los aguaceros ejerce influencia en el fenómeno erosivo debido a sus repercusiones en el estado de humedad del suelo en el tiempo. Si los intervalos son cortos, el contenido de humedad del suelo es elevado al iniciarse un nuevo aguacero, incidiendo en la generación de escorrentías superficiales, aunque su intensidad sea baja. Si los citados intervalos son largos en cambio, el suelo llegará, prácticamente, a secarse, retardándose la formación de escorrentías superficiales e incluso, puede que no lleguen a existir si la intensidad de la lluvia es baja. Los principios racionales expuestos han sido corroborados en multitud de experiencias (Asturias, 2006).

h. Ecosistemas Humanos

Las necesidades y deseos de una población en expansión, han requerido un control ambiental intensivo; la intervención del hombre ha creado ambientes completamente nuevos, que pueden denominarse ecosistemas humanos. Estas áreas, intensamente controladas, especialmente las ciudades, han tenido éxitos en resguardo a los habitantes humanos de los rigores del mundo externo, que algunas personas olvidan que estas áreas dependen de propiedades de mantenimiento de la vida de los ecosistemas naturales de la tierra. (Gutiérrez, 1994)

Los ecosistemas, se dividen desde el punto de vista humano, en cuatro clases generales (Gutiérrez, 1994):

- Ecosistemas naturales maduros: Que aparecen más o menos en sus estados naturales. Generalmente, no son empleados, ni habitados por el hombre, por ej. Áreas silvestres, montañas, desiertos.
- Ecosistemas naturales controlados: Ecosistemas que controla el hombre para uso recreativo ó bien para la producción de recursos naturales, por ejemplo, parques, bosques controlados, áreas de caza y algunas zonas del mar.
- Ecosistemas productivos: Ecosistemas que emplea el hombre para la producción intensiva de alimentos, o de recursos naturales, por ejemplo, granjas, ranchos para ganado, minas, etc.
- Ecosistemas Urbanos: Ecosistemas en los que el hombre vive y trabaja, por ejemplo, ciudades y pueblos, áreas industriales. Un ecosistema urbano constituye el ambiente donde el hombre ejerce un control más intensivo. Requiere de entradas constantes, produce salidas continuas y posee varios ciclos internos de retroalimentación.

Al igual que todos los ecosistemas, las ciudades, son sistemas abiertos. Para continuar existiendo deben recibir entradas, tanto de materiales, como de energía, procedente de ecosistemas externos y deben contar también con salidas de productos, desperdicios y calor.

Dentro de una ciudad, existen numerosas vueltas de retroalimentación o bien, ciclos que mantienen diferentes subsistemas ciudadanos en equilibrio. Una población urbana interactúa con el ambiente externo para obtener entradas continuas de alimentos, combustibles, materiales, aire y agua. Posteriormente, estas entradas, se concentran, se transforman, se almacenan y, finalmente se expelen como una corriente en la que se incluyen productos de desperdicio, aire viciado, agua impura y los productos útiles de la tecnología, la educación y la cultura.

i. El Proceso erosivo

El proceso erosivo se presenta desde el nacimiento de los ríos cuando fluyen aguas abajo, disminuyendo, progresivamente, su altitud respecto del nivel del mar, obviamente dado a que las aguas siguen una dirección bajando sobre los cauces por acción de la fuerza de gravedad. Desde "aguas arriba" hacia "aguas abajo" el tamaño promedio de las partículas del fondo de los cursos de agua se van reduciendo desde los grandes bolones o rocas mayores de los arroyos de montaña, pasando por piedras bochas y cantos rodados de mediano tamaño y gravas menores, llegando hasta los finos sedimentos arenosos y arcillosos de los grandes ríos (Inzunza, 2001).

En términos hidrológicos, los estudios y experiencias realizadas determinan que en los ríos ocurre el transporte de materiales de origen erosivo que tiene diversas formas y éstas son:

- Suspensión: los materiales son arrastrados por la corriente sin tocar el fondo
- Saltación: los materiales avanzan a saltos sucesivos, describiendo trayectorias discontinuas tanto en el espacio como en el tiempo.

- Acarreo: los materiales ruedan o se deslizan sobre el fondo.

Los materiales transportados por los cursos de agua están formados por una mezcla de partículas de varios tamaños (Inzunza, 2001).

j. Factores determinantes del fenómeno erosivo

Determinan al fenómeno erosivo

a. El suelo

La cantidad de tierra desplazada por la percusión de las gotas de lluvia es tanto más grande cuanto más susceptibles sean las partículas a disgregarse. En lo que concierne al escurrido, debe primero señalarse que su existencia está condicionada por el poder de infiltración del suelo, y, para que las partículas sean arrastradas deben tener cierto tamaño, en lo que influye fundamentalmente la composición granulométrica y las propiedades físico-químicas del suelo (Inzunza, 2001).

b. El relieve

La erosión hídrica acelerada, prácticamente, no existe en las zonas llanas, siendo posible únicamente en suelos de pendiente suficiente, donde la percusión de las gotas de lluvia y la acción del flujo superficial llegan a ejercer efectos considerables. Cuando el terreno es más o menos horizontal, el desplazamiento de las partículas de tierra por el impacto de las gotas se hace en todos los sentidos, existiendo así una compensación mutua. Por el contrario, si el terreno es inclinado predominarán los desplazamientos hacia las partes más bajas. La influencia del relieve en la acción del escurrido encierra una mayor importancia. La potencia erosiva del flujo superficial y su capacidad de transporte depende de la densidad de las aguas y de la velocidad con que éstas se mueven. A su vez la velocidad es mayor cuanto más grande sean la altura del flujo y el grado de pendiente del terreno (Inzunza, 2001).

La longitud de la pendiente es también un determinante de gran significado en los fenómenos erosivos. Su influencia aparece manifiesta al considerar que cada zona de una ladera está sometida a la escorrentía de zonas de mayor altitud y que la altura del flujo en cada punto debe ser mayor a medida que aumenta su distancia a la cumbre y, por consiguiente, es de esperar que en las zonas bajas los fenómenos erosivos revestirán mayor intensidad. De esto se deduce que los desplazamientos de tierra en las laderas, por unidad de superficie, deben ser mayores cuanto mayor sea la inclinación y la longitud de la pendiente (Inzunza, 2001).

c. La vegetación

La influencia de la vegetación en el fenómeno de la erosión obedece a diferentes causas.

- Protege el suelo de la percusión de las gotas de agua.
- Aumenta el poder de infiltración del suelo, disminuyendo el volumen de agua de escorrentía

- En las zonas boscosas los troncos y ramas caídas obstaculizan el escurrimiento reduciendo su velocidad hasta su cuarta parte. Esto significa que la energía erosiva se reduce enormemente respecto de la que resultaría en terreno desnudo.
- Brinda mayor consistencia del suelo a consecuencia del entrelazamiento de las raíces. Esta consecuencia afecta a mayor o menor profundidad, según sea la naturaleza de la vegetación: pequeña cuando se trate de hierbas y mucho mayor cuando se trata de árboles o arbustos.

De lo anterior se deduce que en las zonas forestales con cierta densidad de cubierta vegetal, se reduce el fenómeno de la erosión al mínimo (Inzunza, 2001).

El mecanismo mencionado en síntesis consiste: primero, en una disgregación de los elementos terrosos y, luego en un transporte de las partículas individualizadas, por las aguas que corren en la superficie del suelo. Esta es la manifestación más frecuente de erosión hídrica aunque existen otras formas no tan generalizadas y que obedecen a mecanismos distintos. A veces la actuación de las aguas crea condiciones propicias en el suelo para que éste se desplace por la acción de la gravedad, como en el caso de los desplazamientos en masa (Inzunza, 2001).

d. Clasificación de los sedimentos

La carga total de sedimentos que transporta una corriente natural es la suma de tres componentes que son: carga de fondo, sedimentos en suspensión, sedimentos en saltación. (Silva, 2003)

e. Procesos erosivos en la Subcuenca

La Subcuenca vertiente contribuye con sedimentos a la carga total de una corriente natural de dos maneras: remoción en masa y erosión hídrica.

f. Remoción en masa

Este fenómeno está asociado con deslizamientos de grandes masas de material sólido que se han concentrado en sitios inestables. La inestabilidad es causada por factores geotécnicos que tienen que ver con las pendientes de los taludes, el manejo inadecuado del suelo, la tala de árboles y el almacenamiento de agua lluvia en los suelos. Las masas de material permanecen por algún tiempo en un equilibrio precario en los sitios inestables, pero basta la presencia de un factor detonante para que se produzca el deslizamiento. Este factor detonante puede ser un sismo, un período prolongado de lluvias intensas o la pérdida de soporte en la pata de un talud (Silva, 2003).

Cuando el deslizamiento se produce directamente, sobre una de las márgenes de una corriente natural el material deslizado se deposita sobre el lecho obstruyendo el paso libre del agua, pero a medida que pasa el tiempo, el mismo flujo de agua se encarga de transportar el material hacia aguas abajo, parte como carga de fondo y parte en suspensión. Si los deslizamientos se producen lejos de las corrientes de agua, entonces solamente una parte del material puede llegar a las corrientes por erosión hídrica (Silva, 2003).

g. Erosión hídrica

La erosión hídrica se genera cuando las gotas de lluvia que caen sobre un suelo tienen suficiente energía para remover partículas del mismo, dejándolas libres para que puedan ser transportadas por la escorrentía superficial hacia las corrientes de drenaje. En la actualidad la magnitud de la erosión hídrica se mide por medio de la pérdida de suelo. Esta pérdida es un índice medio anual del potencial erosivo de la Subcuenca; se calcula por medio de fórmulas semiempíricas y se expresa en milímetros por año (mm/año). Los estudios semiempíricos que existen sobre el tema consideran que solamente un pequeño porcentaje de la pérdida de suelo llega hasta la corriente de drenaje y puede entrar a formar parte de la carga en suspensión (Silva, 2003).

h. Capacidad de las corrientes naturales para transportar sedimentos

Existen dos procedimientos para determinar cuál es la capacidad que tienen las corrientes naturales para transportar los sedimentos de fondo y en suspensión. Uno es el método analítico por medio de fórmulas empíricas y otro el de mediciones con aparatos normalizados.

Las fórmulas empíricas permiten calcular las capacidades máximas de transporte si las corrientes tuvieran suficientes sedimentos disponibles. Estas tienen muchas limitaciones porque, por lo general, las fórmulas son desarrolladas en condiciones de laboratorio. Desde el punto de vista analítico las fórmulas empíricas para cálculo de carga de fondo han tenido un desarrollo más completo que las de sedimentos en suspensión. Sin embargo, los resultados prácticos siguen siendo inciertos (Silva, 2003).

Los medidores normalizados de sedimentos en suspensión para realizar aforos sólidos son ampliamente utilizados en el mundo y su confiabilidad es adecuada para obtener información aceptable en estudios hidrométricos. No se ha tenido la misma fortuna con los medidores de carga de fondo y por esta razón es de uso corriente medir solamente los sedimentos en suspensión y asignar a la carga de fondo un porcentaje de lo que se obtuvo en suspensión (Silva, 2003).

i. Análisis de la carga en suspensión

Aceptando que la carga en suspensión es alimentada por la erosión pluvial en la Subcuenca, surge la dificultad de estimar qué volumen de sedimentos transporta realmente el río en suspensión y qué ocurre con los sedimentos que el río no acarrea. La capacidad de un río para transportar sedimentos en suspensión depende de las fuerzas de sustentación que se generan como componentes verticales de la velocidad del flujo. La magnitud de estas fuerzas de sustentación depende de la magnitud de la velocidad de flujo y, por tanto, del caudal. Mientras la componente vertical que sostiene una partícula de sedimento sea mayor que el peso de ésta, la partícula se mantiene en suspensión; de esta forma, el caudal clasifica las partículas que el río puede transportar, tanto en tamaño como en número (Silva, 2003).

Cuando se presenta una creciente la capacidad de transporte del río aumenta, pero el transporte real depende de la duración de la escorrentía superficial directa, del área donde se haya producido el aguacero causante de la creciente y de las características del sedimento que alcance a llegar hasta el río. Esto implica que la carga en suspensión no es función única del caudal sino que depende, además, de la erosión pluvial

en la Subcuenca. A medida que el caudal disminuye en el río, también disminuye su capacidad de transporte; esto hace que las partículas que no se pueden sostener en suspensión se sedimenten. Posteriormente, cuando las velocidades se incrementen por aumento del caudal, parte de estos sedimentos serán puestos en estado de saltación temporal y algunos de ellos volverán a formar parte de la carga en suspensión. (Asturias, 2006).

Como se aprecia por los anteriores comentarios, la tarea de estimar analíticamente la carga de sedimentos en suspensión con una aproximación razonable no es fácil. Actualmente, la mejor manera que existe para determinar la carga real en suspensión consiste en la medición de esa carga, utilizando medidores normalizados. Los procedimientos de toma de datos y procesamiento de los mismos tropiezan, sin embargo, con una serie de inconvenientes derivados de las simplificaciones que deben hacerse para que el método resulte práctico (Silva, 2003).

Dentro de esas simplificaciones está, por ejemplo, la de suponer que existe una relación única entre los caudales líquido y sólido, lo cual es cierto solamente en contadas ocasiones. Los pares de puntos que se obtienen a partir de series de aforos líquidos y sólidos simultáneos presentan siempre una gran dispersión alrededor de las curvas teóricas de ajuste que se calculan por métodos numéricos. Para poder explicar la causa de esa dispersión es necesario tener en cuenta otras variables que se derivan de los procesos erosivos en la Subcuenca y del régimen de transporte del río, lo cual implica, necesariamente, la investigación, punto por punto, de la procedencia de los caudales sólidos medidos (Asturias, 2006)

A pesar de sus deficiencias, el método de medición directa es el más aceptado para estimar la carga en suspensión y para elaborar las curvas de duración del caudal sólido. Desafortunadamente, son pocos los ríos en los cuales se efectúan estas mediciones en forma sistemática. (Silva, 2003)

j. Esguerrimiento máximo esperado

A. El método racional

Este modelo hidrológico determinístico se usa ampliamente en nuestro medio, debido a su aparente simplicidad, aunque no siempre con buenos resultados, ya que pocos ingenieros entienden bien el significado de cada uno de los parámetros involucrados en la expresión. Los efectos de la lluvia y del tamaño de la Subcuenca son considerados en la expresión explícitamente; otros procesos son considerados implícitamente en el tiempo de concentración y el coeficiente de escorrentía. El almacenamiento temporal y las variaciones espaciotemporales de la lluvia no son tenidos en cuenta. Debido a esto, el método debe dar buenos resultados, solo en Subcuencas pequeñas no mayores de 50 km².

Método desarrollado en el año de 1889, pero por su sencillez todavía se sigue utilizando. La hipótesis fundamental de esta fórmula es de que una lluvia constante y uniforme que cae sobre la Subcuenca de estudio, producirá un gasto de descarga el cual alcanza su valor máximo cuando todos los puntos de la Subcuenca está contribuyendo al mismo tiempo en el punto de diseño. La hipótesis se satisface para un

lapso de tiempo, denominado tiempo de concentración t_c , definido como el tiempo que tarda el agua en fluir desde el punto más alejado de la Subcuenca hasta el punto de aforo o de estudio. (Aparicio, 2001)

Limitaciones más importantes que tiene esta metodología.

- ☞ Proporciona solamente un caudal pico, no el hidrograma de creciente.
- ☞ Asume que la escorrentía es directamente proporcional a la precipitación (si duplica la precipitación, la escorrentía se duplica también). En la realidad, esto no es cierto, pues la escorrentía depende también de otros factores, tales como precipitaciones antecedentes, condiciones de humedad del suelo, etc.
- ☞ Asume que el período de retorno de la precipitación y el de la escorrentía son los mismos, lo que no es cierto. La precipitación es filtrada por la Subcuenca para producir escorrentía, y, ese filtro no es lineal. La transformación de precipitación en escorrentía se ve afectada por las características de la Subcuenca, el estado de la Subcuenca al momento de la lluvia y otros factores. Precipitaciones, por ejemplo, con períodos de retorno pequeños pueden producir caudales con períodos de retorno mayores, debido a las condiciones de humedad de la Subcuenca en el momento en que ocurra la tormenta (Aparicio, 2001).

Supuestos de la fórmula del método racional

- ☞ El valor máximo de escurrimiento para una intensidad particular de lluvia, ocurre si la duración de la lluvia es igual o mayor que el tiempo de concentración.
- ☞ El tiempo de concentración se define como el tiempo requerido para que corra el agua desde el punto más alejado de la Subcuenca, hasta el punto de descarga del caudal
- ☞ El valor máximo de escurrimiento para una intensidad específica de lluvia, la cual tiene una duración igual o mayor que el tiempo de concentración, es directamente proporcional a la intensidad de la lluvia.
- ☞ La frecuencia de la ocurrencia de la descarga máxima, es la misma que la de la intensidad de la lluvia con la cual se calculó.
- ☞ La descarga máxima por área unitaria disminuye conforme aumenta el área de drenaje y la intensidad de la lluvia disminuye conforme aumenta la duración (Aparicio, 2001).

En la fórmula racional, la estimación del coeficiente de escorrentía es la mayor fuente de incertidumbre. Los valores de este coeficiente se obtienen normalmente de tablas. En realidad, el coeficiente de escorrentía depende en gran medida de las condiciones de humedad antecedente de la Subcuenca, que a su vez dependen de las tormentas ocurridas antes. Una interpretación probabilística del método racional fue hecha en 1936 por Horner y Flynt; en ella los coeficientes de escorrentía variaban con el período de retorno de la tormenta (Aparicio, 2001).

El gasto pico o máximo se define con la expresión:

$$Q_p = 0.278 C_i A$$

Donde:

Q_p = gasto máximo (m³/s)

C = coeficiente de escurrimiento

i = intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la Subcuenca (mm/h)

A = área de la Subcuenca drenada (km²)

Secuencia de aplicación del método racional

1. Estimación del tiempo de concentración (t_c)

Ahora bien, existen varios métodos para estimar el tiempo de concentración en las superficies naturales (t_c), para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas (Aparicio, 2001):

Según Kirpich: $t_c = 0.0078 (L^{0.77} / S^{0.38})$

Según Bransby Williams: $t_c = 21.3 (L / 1610) (1/A^{0.1} S^{0.2})$

Donde:

t_c = tiempo de concentración sobre la superficie natural (min)

L = Longitud del cauce principal (m)

S = pendiente media del cauce principal (m/m)

Según Chow: $t_c = 0.01 (L / S)^{0.5} S^{0.64}$

Donde:

t_c = tiempo de concentración (h)

L = Longitud del cauce principal (m)

S = pendiente media del cauce (%) (Aparicio, 2001).

2. Evaluación del coeficiente de escurrimiento.

Tradicionalmente, se ha determinado con el auxilio de valores estimados para diferentes tipos de áreas por drenar, con el auxilio de tablas. Si la Subcuenca de estudio está integrada por diferentes tipos de superficie, se calcula un coeficiente de escueto promedio (Aparicio, 2001).

3. Estimación de la intensidad de la lluvia.

La intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la Subcuenca y asociada al periodo de retorno de diseño, se puede estimar con alguno de los métodos descritos, métodos probabilísticos o de regresión lineal múltiple (Aparicio, 2001).

Cuadro 1.1 Valores de coeficientes de escorrentía C

Tipo de área	Coeficiente
Residencial	
Áreas unifamiliares	0.30 - 0.50
Unidades múltiples separadas	0.40 - 0.60
Unidades múltiples conectadas	0.60 - 0.75
Áreas departamentales	0.50 - 0.70
Techos	0.75 - 0.95
Casas de habitación	0.50 - 0.70
Comercial	
Centro de la ciudad	0.70 - 0.95
Fuera del centro de la ciudad	0.50 - 0.70
Techos	0.75 - 0.95
Cementerios y parques	0.10 - 0.25
Campos de juego	0.20 - 0.35
Patios de ferrocarril y terrenos sin construir	0.20 - 0.40
Zonas suburbanas	0.10 - 0.30
Industrial	
Ligera	0.50 - 0.80
Pesada	0.60 - 0.90
Techos	0.75 - 0.95
Calles	
Asfalto	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Adoquín	0.70 - 0.75
Aceras y andadores	0.75 - 0.75
Terracerías	0.25 - 0.060
Parques, jardines y prados	
Suelo arenoso plano < 2%	0.05 - 0.10
Suelo arenoso pendiente de 2 a 7%	0.10 - 0.15
Suelo arenoso pendiente de 7% o mayor	0.15 - 0.20
Suelo arcilloso plano < 0 = a 2%	0.13 - 0.17
Suelo arcilloso pendiente de 2 a 7%	0.18 - 0.22
Suelo arcilloso pendiente de 7% o mayor	0.25 - 0.35
Áreas no urbanizadas	0.10 - 0.30
Áreas agrícolas	
Planas arcillosas cultivadas	0.50
Planas arcillosas bosque	0.40
Planas arenosas cultivadas	0.20

Planas arenosas bosque	0.10
Colinas arcillosas cultivadas	0.50
Colinas arcillosas bosque	0.40
Colinas arenosas cultivadas	0.40
Colinas arenosas bosque	0.30

Tomado de fundamentos de Hidrología de superficie. Francisco Javier Aparicio Mijares. México. 2001, editorial Limusa.

Cuadro 1.2 Valores del coeficiente C de la escorrentía

Topografía y vegetación	Textura del suelo		
	Arenosa	Franca	Arcillosa
Bosques			
Llano, 0-5% de pendiente	0.10	0.30	0.40
Ondulado, 5-10% de pendiente	0.25	0.35	0.50
Montañoso, 10-30% de pendiente	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
Llanos	0.10	0.30	0.40
Ondulados	0.16	0.36	0.55
Montañosas	0.22	0.42	0.6
Tierras cultivadas			
Llanas	0.30	0.50	0.60
Onduladas	0.40	0.60	0.70
Montañosas	0.52	0.72	0.82
Zonas urbanas	30% impermeable	50% impermeable	70% impermeable
Llanas	0.40	0.55	0.65
Onduladas	0.30	0.65	0.80

Tomado de: Hudson. 1997. Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y la escorrentía (en línea). Italia (boletín de suelos de la FAO – 68). FAO. Por Asturias

1.9 MARCO INSTITUCIONAL

A. Actores involucrados

Organizaciones nacionales en pro del recurso hídrico

Las organizaciones en pro del manejo del recurso hídrico en Guatemala son relativamente pocas, las que existen están involucradas a las áreas consideradas prioritarias y con una operación baja en cuanto a recursos económicos. Tal es el caso, del área Hidrológica el INSIVUMEH, área de Suelos y Aguas del ICTA, Normas y regulaciones del MAGA que operan con muy bajos recursos, en general y no están cumpliendo a cabalidad con los objetivos Propuestos. (Castro, 2003)

Cuadro 1.3 Organizaciones nacionales en pro del recurso hídrico en Guatemala. Tomado de (Castro, 2003)

ORGANISMO	DESCRIPCIÓN	SERVICIOS Y ACTIVIDADES
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS	Empresa semi – autónoma ya que cuenta con una Junta Directiva que es presidida por el Alcalde Municipal, así como por representantes del Banco de Guatemala, Ministerio de Finanzas y del Instituto de Fomento Municipal	Responsable del suministro de agua al área metropolitana, cuya población se estima en la actualidad asciende a los 2 Millones de habitantes; así mismo, es la responsable del alcantarillado pluvial y sanitario, así como de la obra de saneamiento
INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INSIVUMEH)	Desarrolla actividades técnicas y científicas relacionadas con los recursos hidráulicos del país, ya que es responsable de la información básica para la planificación adecuada del uso del agua	Encargada del control hidrométrico de los ríos del país, proceso de datos y publicación del anuario hidrológico, aplicaciones hidrológicas e investigación del recurso agua.
COMISIÓN NACIONAL PARA EL MANEJO DE SUBCUENCAS HIDROGRÁFICAS (CONAMCUEN)	Promover, orientar y coordinar los esfuerzos que realizan las diversas dependencias e instituciones nacionales en materia de: Planificación, programación y administración del Aprovechamiento racional, protección y conservación del recurso hídrico en calidad y cantidad y de los otros recursos naturales para su manejo integrado en las Subcuencas hidrográficas.	Autoridad máxima nacional en el manejo de Subcuencas; constituye un foro en que participan las instituciones y entidades del país que tienen responsabilidad en algún aspecto del agua; para el análisis y solución a los problemas nacionales relacionados con el uso, desarrollo, manejo, protección y conservación del agua y los demás recursos naturales de las diferentes

		Subcuencas del país.
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS)	Escuela centroamericana de postgrado con maestrías en Ingeniería Sanitaria y en Recursos Hidráulicos. Además un fuerte programa de educación tecnológica continua.	Docencia, investigación y extensión
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS (ICTA)	Investigación y transferencia de tecnología, relacionadas con el manejo del agua y la humedad a nivel de pequeños y medianos agricultores en distritos y unidades de riego y mini riego.	Muestreo, análisis e interpretación de las diferentes calidades de agua, como en su mejor aprovechamiento.
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN)	Elaboración de mapas temáticos de las Subcuencas hidrográficas de la República de Guatemala, que tiene relación con el deterioro ambiental y a los recursos físicos de las mismas.	Generar información básica del estado de los recursos naturales, en las Subcuencas hidrográficas.
COMISION CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO (CCAD)	Establecimiento de un régimen regional de cooperación para la utilización óptima y racional de los recursos naturales del área, el control de la contaminación y el restablecimiento del equilibrio ecológico.	Asignación de recursos humanos, materiales y financieros a los programas y proyectos que sean auspiciados por ésta.
MAESTRÍA: MANEJO DE SUELO Y AGUA. FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA(FAUSAC)	Maestría en Manejo del Recurso agua y suelo	Docencia e Investigación

La investigación se desarrolló en conjunto con el ICC, una institución privada líder en investigación y desarrollo de proyectos para la mitigación y la adaptación al Cambio Climático en las comunidades, los procesos productivos y la infraestructura de la región.

La misión del ICC es crear y promover acciones y procesos que faciliten la mitigación y la adaptación al cambio climático en la región con base en lineamientos técnico-científicos. (INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMATICO, 2011)

Realidad y problemas en el uso del recurso hídrico en la zona cañera guatemalteca

El análisis de la realidad y problemas en el uso del recurso hídrico en la zona cañera guatemalteca está basado en el efecto actual del clima sobre la caña de azúcar, demanda de agua actual estimada en fábrica, riego y consumo humano, la oferta del agua y la investigación en CENGICAÑA sobre el recurso hídrico.

Oferta del recurso hídrico

La oferta del agua es variable en el tiempo y el espacio, la oferta es mayor (septiembre) cuando la demanda de agua para uso industrial y agrícola es menor. Los problemas de oferta son mayores en los meses de abril y mayo, los usuarios aguas arriba se abastecen de agua sin ninguna estructura de aforo por lo que no se cuantifica la cantidad de agua a tomar, lo que ocasiona que los usuarios, aguas abajo, no tengan la certeza de utilizar el agua en los meses indicados, no existe organización en pro del recurso hídrico de los usuarios que se ubican, aguas arriba y aguas abajo.

1.10 MARCO LEGAL

A continuación artículos, de la legislación de Guatemala, así también leyes y reglamentos que regulan las actividades de las personas; sobre los cuales se basó el proyecto de investigación.



Constitución Política de Guatemala, Art 126, 127,128



Ley forestal Art. 46, 47



Ley del medio ambiente, 68-86



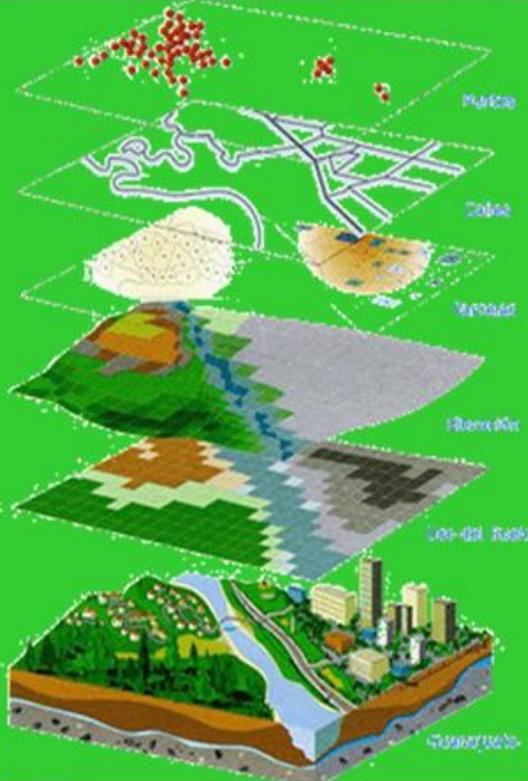
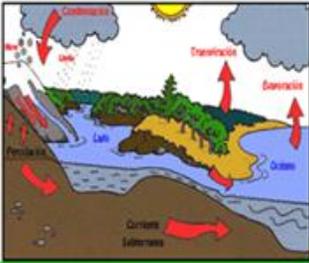
Ley del Sistema Guatemalteco de áreas protegidas, Art 13

Figura 1.12 Marco legal del proyecto
Elaboración propia

La cuenca se ha utilizado como unidad de planeación y de manejo de los recursos naturales, principalmente el agua



Tiene la ventaja de tener fácilmente identificables



Capítulo 2

Marco Teórico



CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

El presente capítulo de Marco teórico se realizó con la intención de que quien lea el mismo tenga una idea general del contenido, pues, a pesar de que en el capítulo anterior (el protocolo) se realizó también un marco teórico-conceptual, son generalidades que dan una introducción a la investigación. En éste me concentré en colocar conceptos más avanzados que van interrelacionados con los otros capítulos los cuáles generan la idea que quiero plasmar y que sin duda, están íntimamente ligados a los resultados obtenidos.

2.1 ¿QUÉ ES UNA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA?

La Subcuenca Hidrográfica se define como la unidad territorial natural que capta la precipitación y es por donde transita el escurrimiento hasta un punto de salida en el cauce principal o, sea, es un área delimitada por una divisoria topográfica denominada parte-agua que drena a un cauce común (Brooks ,1985).

La Subcuenca hidrográfica es un territorio definido por la línea divisoria de las aguas en la cual se desarrolla un sistema hídrico superficial, formando una red de cursos de agua que concentran caudales hasta formar un río principal que lleva sus aguas a un lago o mar. Todo punto de la tierra está dentro de una Subcuenca.

Se denomina Subcuenca hidrográfica al área territorial de drenaje natural donde todas las aguas pluviales confluyen hacia un colector común de descarga. Los límites de una Subcuenca están determinados por la línea de «divortium aquarum» o divisoria de aguas. Debemos señalar que no siempre los límites geográficos (superficiales) suelen coincidir con los límites del acuífero (subterráneo), pudiendo existir transferencias de masas líquidas entre una Subcuenca y otra adyacente o cercana. La línea de “divortium aquarum” se inicia y termina en la cota más baja o de salida de la Subcuenca. (Brooks, 1985)

La Subcuenca hidrográfica también se define como un ecosistema en el cual interactúan y se interrelacionan variables biofísicas y socioeconómicas que funcionan como un todo, con entradas y salidas, límites definidos, estructura interna de subsistemas jerarquizados (por ejemplo en el sistema biofísico: los subsistemas biológicos y físicos). En este sistema ocurren entradas como la energía solar, hídrica, eólica y gases como el CO², además ingresan insumos como semillas, alimentos, tecnologías y otros; ambos dan origen a procesos como el flujo de energía, ciclo de nutrientes, ciclo hidrológico, erosión y actividades productivas. (Brooks 1985)

Las Subcuencas son espacios socio geográficos donde las personas y sus organizaciones comparten el territorio, sus identidades, tradiciones y culturas; socializan y trabajan en función de la disponibilidad de recursos. Las Subcuencas hidrográficas se reconocen como un sistema debido a la existencia de interacciones entre el sistema natural del suelo, el agua y biodiversidad y el sistema socioeconómico, que si bien éste no tiene un límite físico, sí depende de la oferta, calidad y disposición de los recursos.

Los diferentes componentes del sistema Subcuenca no siempre se encuentran dispuestos de manera coordinada. Por ejemplo, la división político-administrativa de un país puede no coincidir con las divisiones de las Subcuencas hidrográficas, por lo tanto, se tiene en la Subcuenca, injerencia de varios municipios/provincias/departamentos u organizaciones estatales, todo en función a la dimensión de cada territorio. (Brooks 1985)

También a la Subcuenca hidrográfica se le reconoce como un área de terreno conformada por un sistema hídrico, el cual tiene un río principal, sus afluentes secundarios, terciarios o de cuarto orden. El sistema hídrico refleja un comportamiento de acuerdo a como se están manejando los recursos agua, suelo y bosque; y que actividades o infraestructuras afectan su funcionamiento. (Brooks 1985)

Físicamente, la Subcuenca representa una fuente natural de captación y concentración de agua superficial y por lo tanto tiene una connotación esencialmente volumétrica e hidrológica. Al mismo tiempo la Subcuenca, y sobre todo el agua captada por la misma, es una fuente de vida para el hombre aunque también de riesgo cuando ocurren fenómenos naturales extremos como sequías o inundaciones o el agua se contamina.

2.2 ¿QUÉ OCURRE EN UNA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA?

En la Subcuenca se producen, relaciones, interacciones e interrelaciones y es un sistema natural dinámico de elementos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos que se relacionan entre sí, evolucionando permanentemente en función de las actividades antrópicas Constituye el espacio indicado para combinar adecuadamente: el manejo forestal con el ordenamiento integral de los recursos naturales donde se hagan compatibles las demandas sociales con las capacidades o soporte de la naturaleza y en donde el hombre juega un rol principal ya que con sus decisiones y comportamiento, puede producir cambios positivos o negativos en las Subcuencas

2.2.1 Porqué la Subcuenca es considerada como un sistema

La Subcuenca hidrográfica es un sistema por las siguientes razones:

- ◆ Está constituida por partes que se relacionan entre sí.
- ◆ Tiene un límite definido (divisoria de aguas y su entorno)
- ◆ Tiene entradas y salidas, ejemplificado por el ciclo hidrológico.
- ◆ Ocurren interacciones en su ámbito, la cobertura vegetal interactúa entre el suelo y la precipitación.
- ◆ Ocurren interrelaciones en su ámbito, si algo se hace en la parte alta, se produce un efecto en las partes medias o bajas.

Los componentes básicos son dos; el biofísico y el socioeconómico, que se pueden disgregar por los siguientes subcomponentes:

- I. Biofísico, generalmente divididos en físico y biológico, pero en mayor detalle serían:
 - ◆ Biológico, constituido por los elementos vivos como el hombre, animales, plantas (forestales y pastos naturales) y cultivos.

- ◆ Físico, constituido por los elementos no vivos, suelo, subsuelo, relieve, agua, minerales y clima.
- II. Socioeconómico, generalmente divididos en social y económico, pero en mayor detalle serían:
- ◆ Social, aspectos demográficos, calidad de vida y organizacionales.
 - ◆ Cultural, aspectos religiosos, costumbres, tradiciones, historia y etnias.
 - ◆ Tecnológico, tipos y niveles de tecnologías en diferentes campos.
 - ◆ Productivo, uso de la tierra, sistemas y medios, distribución de la tierra.
 - ◆ Económico, ingresos, rentabilidad, inversiones, servicios ambientales.
 - ◆ Institucional, aspectos gubernamentales de nivel central y local, responsabilidades, rol de municipios y entidades de Subcuencas.
 - ◆ Legal, tenencia de la tierra, marco regulatorio, normas, reglamentos, competencia del manejo de Subcuencas.

Como se ha dicho, la Subcuenca la conforman componentes biofísicos como el agua, el suelo, biológicos como la flora y la fauna y antropocéntricos que se refieren a las actividades socioeconómicas y culturales que desarrolla el hombre como principal actor. Todos estos componentes están interrelacionados y deben de estar en equilibrio ya que al afectarse uno de ellos pone en peligro todo el sistema.

Esto significa que es necesario estudiar y conocer cada uno de estos componentes pero la mejor manera es hacerlo considerando todo el sistema que en este caso es la Subcuenca. (CATIE,S.F)

Por otro lado, de los recursos naturales que se tienen en la Subcuenca, unos pueden ser renovables (el agua, la biodiversidad, el suelo agrícola) siempre que pueden reemplazarse por vía natural o mediante la intervención humana; pero también pueden ser no renovable cuando no se pueden reemplazar en un período de tiempo significativo, en términos de las actividades humanas a las que están sometidos.

2.2.2 Cuál es el interés por estudiar las Subcuencas Hidrográficas

Hace algunos años el término Subcuenca hidrográfica, estaba reservado casi exclusivamente para los hidrólogos y otros científicos como geólogos y geógrafos, sin embargo hoy día se ha popularizado al punto que muchos alcaldes de varios municipios, se preocupan finalmente de las Subcuencas de donde se abastecen de agua y donde pueden provenir eventualmente graves peligros de inundación.

Entre las razones de este interés se pueden mencionar las siguientes:

- Una creciente competencia por el uso del agua en cantidad y calidad, que solo se puede evitar conciliando los intereses de los usuarios mediante un manejo integral del recurso en cada Subcuenca.
- Ocupación de zonas con alto riesgo, como zonas de inundación y zonas de deslizamientos e incluso zonas de gran escasez de agua.
- Incremento de los usuarios del recurso agua, donde se compite no solo con la agricultura (riego) pero también con otros usos (por ejemplo crianza de peces).

- El impacto de los fenómenos naturales extremos, como sequías, inundaciones y grandes deslizamientos, han obligado a que los usuarios, deban aunar esfuerzos, aunque esto es todavía muy incipiente en las Subcuencas.
- Existen aportes de organismos internacionales y de asistencia bilateral que tienen acciones vinculadas a la temática de Subcuencas han contribuido en forma directa e indirecta a crear conciencia sobre la necesidad del manejo de las Subcuencas hidrográficas.
- Existen acuerdos internacionales sobre la temática ambiental, en general y, sobre el agua en particular, que también han fomentado el enfoque a nivel de Subcuencas hidrográficas.
- Se promueven actividades de difusión y capacitación, que tienen como tema central, la gestión de Subcuencas. (CATIE, SF)

Hay dos aspectos muy importantes que presentan las Subcuencas Hidrográficas y están referidos a los siguientes:

- Posibilidad de organizar a la población, en relación a la temática ambiental en función de un recurso (el agua) y un territorio compartido (la Subcuenca) superando la barrera impuesta por los límites político-administrativos y facilitando las comunicaciones entre ellos.
- Mayor facilidad para la ejecución de acciones dentro de un espacio donde se puede conciliar los intereses de los distintos actores en torno al uso del territorio de la Subcuenca, al uso múltiple del agua y el control de fenómenos naturales adversos.

La validez de usar el espacio conformado por una Subcuenca, o Subcuencas interconectadas, como territorio base para la gestión integrada del agua ha sido enfatizada y recomendada en todas las grandes conferencias internacionales sobre los recursos hídricos (CEPAL, 1998c). Así, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Mar del Plata, Argentina, 14 al 25 de marzo de 1977), se recomendó que los países consideraran, “como cuestión urgente e importante, el establecimiento y fortalecimiento de direcciones de Subcuencas fluviales, con miras a lograr una planificación y ordenación de esas Subcuencas más eficientes e integradas respecto de todos los usos del agua”.

En la Conferencia Internacional respecto del Agua y el Medio Ambiente “El Desarrollo en la Perspectiva del Siglo XXI” (Dublín, Irlanda, 26 al 31 de enero de 1992), se recalcó que la “gestión eficaz establece una relación entre el uso del suelo y el aprovechamiento del agua en la totalidad de una Subcuenca hidrológica o un acuífero” y que la “entidad geográfica más apropiada para la planificación y gestión de los recursos hídricos es la Subcuenca. (Dourojeanni, Jouravlev, & Chavéz, 2002)

En el capítulo 18 “Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce” del Programa 21, aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, 3 al 14 de junio de 1992), se enfatizó que la “ordenación integrada de los recursos hídricos, incluida la integración de los aspectos relativos a las tierras y a las aguas, tendría que hacerse a nivel de Subcuenca o Subcuenca de captación” y que la “compleja interconexión de los sistemas de agua dulce exige una

ordenación global de dichos recursos (basado en la ordenación de las Subcuencas hidrográficas)". (Dourojeanni, Jouravlev, & Chavéz, 2002)

Las Subcuencas como unidades territoriales adecuadas para la gestión integrada del agua. En principio, es simplemente porque son las principales formas terrestres dentro del ciclo hidrológico que captan y concentran la oferta del agua que proviene de las precipitaciones. Además de esta condición física y biológica básica, cabe mencionar por lo menos las siguientes razones que explican este hecho. La principal es que las características físicas del agua generan un grado extremadamente alto, y en muchos casos imprevisible, de interrelación e interdependencia (externalidades o efectos externos) entre los usos y usuarios de agua en una Subcuenca. Las aguas superficiales y subterráneas, sobre todo, ríos, lagos y fuentes subterráneas, así como las Subcuencas de captación, las zonas de recarga, los lugares de extracción de agua, las obras hidráulicas y los puntos de evacuación de aguas servidas, incluidas las franjas costeras, forman, con relación a una Subcuenca, un sistema integrado e interconectado.

Los cambios en el uso de los recursos naturales, principalmente la tierra, aguas arriba acarrearán una modificación del ciclo hidrológico dentro de la Subcuenca aguas abajo en cantidad, calidad, oportunidad y lugar. Es por esta razón que es en el ámbito de una Subcuenca donde se puede lograr una mejor integración entre la gestión y el aprovechamiento del agua, por un lado, y las acciones de manejo, explotación y control de uso de otros recursos naturales que tienen repercusiones en el sistema hídrico, por el otro. (Dourojeanni, Jouravlev, & Chavéz, 2002)

2.2.3 Subcuencas Hidrográficas en Guatemala

En Guatemala existen 35 Subcuencas hidrográficas ubicadas en tres vertientes principales: a) la Vertiente del Pacífico, con una superficie de 23.990 km² y que desagua 23.000 millones de m³ (posee 18 Subcuencas principales); b) la Vertiente del Mar Caribe, con una superficie de 34.096 km² (posee 7 Subcuencas principales), y c) la Vertiente del Golfo de México, con una superficie de 50.803 km² (posee 10 Subcuencas principales). Las dos últimas, en conjunto, drenan 98.619 millones de metros cúbicos.

Por su superficie, población y caudales, las Subcuencas principales del país son la del río Usumacinta, con 43.700 km² cuyo caudal se calcula en 1.202 m³/s; sus afluentes son los ríos Chixoy, Negro-Salinas y La Pasión; la Subcuenca del río Motagua, con 12.719 km² y un caudal medio anual de 203 m³/s; su población total estimada llega a 1.207.700 habitantes y es preciso acotar que la mitad de la ciudad de Guatemala se ubica en su área. Otra de las Subcuencas importantes del país es la del río Chixoy, debido a que en ella se ubica el complejo hidroeléctrico Chixoy-Pueblo Viejo, que produce aproximadamente el 70% de la energía hidroeléctrica del país. Además existen más de 300 lagos y lagunas que cubren una extensión que sobrepasa los 1.000 km². El río Usumacinta drena al Golfo de México.

2.3 EL MANEJO DE CUENCAS Y LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LOS DESASTRES NATURALES

2.3.1 ¿Qué es el manejo de Subcuencas?

El manejo de Subcuencas se refiere a la gestión que el hombre realiza a nivel de la Subcuenca para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida para lograr una calidad de vida acorde con sus necesidades". Las actividades que realiza el hombre junto con sus actitudes, constituyen el eje del manejo de la Subcuenca es decir, que dependiendo del comportamiento del hombre, una Subcuenca estará bien o mal manejado. (Universidad Nacional Agraria, 2002)

La Subcuenca hidrológica es un área fundamentalmente importante de manejar, debido a que el uso del suelo, los ciclos climáticos, la cobertura vegetal, los tipos de rocas y suelos, la demanda por agua y el impacto que causa el hombre trabajan conjuntamente para modificar la calidad y cantidad de agua que drena a través de esta. El manejo de la Subcuenca es el conjunto de esfuerzos tendientes a identificar y aplicar opciones técnicas, socioeconómicas y legales, que establecen una solución al problema causado por el deterioro y mal uso de los recursos naturales, así como de las Subcuencas hidrográficas, para lograr un mejor desarrollo de la sociedad humana inserta en ellas y de la calidad de vida de la población. Cada Subcuenca es diferente, por lo tanto, cada análisis de la Subcuenca debe ser enfocado de una manera diferente. Además, la Subcuenca debe considerarse como una unidad de trabajo con dimensiones adecuadas, que permitan un eficiente control de la erosión y manejo del suelo. (Pérez y Shinomi, 2004).

2.3.2 El papel del recurso hídrico en el manejo de Subcuencas

El agua es el elemento integrador para el manejo de Subcuencas es por eso que adquiere predominancia el concepto de calidad y cantidad además de que el agua mantiene un rol estratégico cuando se habla de Manejo Sostenible o Manejo Integral de Subcuencas.

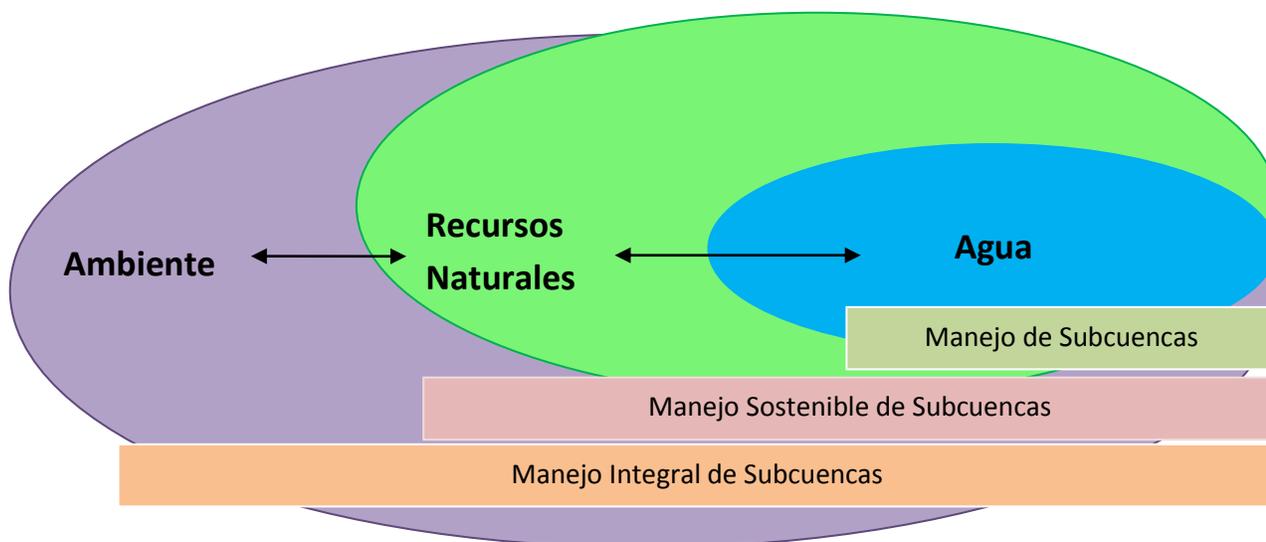


Figura 2.1 Agua recurso integrador y estratégico para el Manejo Integral de Subcuencas

2.3.3 ¿Qué se puede lograr con el Manejo Integrado de la Subcuenca?

Se puede obtener un desarrollo sostenible que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes sin poner en riesgo o sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Este concepto implica cuatro elementos fundamentales que son: El aprovechamiento adecuado de los recursos, una distribución más equitativa de los recursos manteniendo el equilibrio, la participación de la población en la gestión y la conservación de la capacidad productiva de los ecosistemas intervenidos a fin de que se mantenga el nivel de producción con características permanentes. (UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, 2002)

2.3.4 Desarrollo sostenible en una Subcuenca hidrográfica

Es aquel en el cual se asegura que las poblaciones de estas Subcuencas, puedan alcanzar un nivel aceptable de bienestar tanto en el presente como el futuro; pero que esto sea además compatible con las condiciones ecológicas y socioeconómicas en el largo plazo. Esto tiene que ver con el uso adecuado que se le dé al suelo, con el manejo de la vegetación, sistemas de cultivos, cuidado y uso del agua, mantenimiento de la biodiversidad etc.

2.4 LOS DESASTRES NATURALES Y LA GESTIÓN DE RIESGOS COMO PARTE DEL MANEJO DE CUENCAS

El manejo integrado de los recursos naturales con un enfoque de Subcuencas hidrográficas representa una vía favorable para la mitigación y reducción de la vulnerabilidad a los desastres naturales.

Durante años, muchos desastres naturales (terremotos, ciclones tropicales, inundaciones y erupciones volcánicas) han causado la pérdida de muchas vidas humanas, han afectado adicionalmente a millones de personas y han causado la pérdida también de millones de dólares en daños. Estas amenazas continuarán o podrán ser peores en el futuro. De hecho la tierra está expuesta a muchos riesgos naturales durante los próximos años: tormentas y huracanes, inundaciones, deslizamientos, terremotos, incendios forestales, sequías, erupciones volcánicas, maremotos, etc.).

Actualmente se sabe bastante sobre las causas y la naturaleza de los desastres, así como de las poblaciones en riesgo y ese conocimiento puede ayudar a prever algunos de los efectos que podría tener un desastre sobre las comunidades afectadas. También es importante señalar que muchos desastres son inducidos por las actividades que realizan los humanos.

2.4.1 Gestión de Riesgo

La gestión del riesgo se refiere a la capacidad de una comunidad de manejar y transformar las condiciones que permiten o favorecen un desastre, antes que éste ocurra. Se fundamenta en el conocimiento de los factores (amenazas y vulnerabilidad) que al combinarse producen efectos negativos (desastre) en una comunidad y el ambiente.

Las medidas o acciones de intervención pueden ser en tres niveles básicos:

- ◆ De Prevención: Evitando que se conjuguen los factores que producen un desastre (amenaza con la vulnerabilidad).
- ◆ De Mitigación: disminuyendo dicho encuentro y sus consecuencias.
- ◆ Preparación: aumentando la probabilidad de salvar vida, bienes y el ambiente, (al momento de presentarse el desastre).

La Organización se puede considerar como un proceso transversal a estos tres momentos y es de singular importancia ya que es mediante este proceso que se logra la participación amplia y efectiva.

2.4.2 Los Desastres

Los desastres son eventos que ocurren de forma repentina y si no se está preparado causa grandes perturbaciones a los comportamientos normales en la población y requieren intervenciones inmediatas.

Para que se produzca un desastre se requiere la combinación de algunos factores:

La amenaza que es la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno natural o inducido y la vulnerabilidad que es el grado de daño, susceptibilidad o predisposición a sufrir daño por una persona, grupo de personas, edificaciones, instalaciones, bienes ambiente etc. ante la ocurrencia de eventos externos.

2.4.3 El riesgo

Es el otro elemento importante y se puede decir entonces que el riesgo es el producto de la amenaza por la vulnerabilidad y se puede expresar así:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

El riesgo puede reducirse si se entiende claramente que el riesgo es el resultado de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un evento, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Para controlar el riesgo en forma eficiente, se requiere información sobre la magnitud del riesgo enfrentado (evaluación del riesgo) y la importancia que la sociedad le da a la reducción de ese riesgo (valoración del riesgo). Para cuantificar el riesgo es necesario conocer: La probabilidad de que ocurra la amenaza, un inventario de personas o cosas expuestas a la amenaza y la vulnerabilidad.

2.4.4 Algunos problemas sobre los que se puede incidir con el Manejo de Subcuencas para prevenir desastres naturales

El efecto o las consecuencias del manejo inadecuado de los recursos naturales a veces no se ve en el corto plazo, la mayoría de evidencias ocurren a un mediano o largo plazo, cuando las condiciones son extremas o cuando el problema es casi irreversible o demandaría demasiados esfuerzos. En la región centroamericana,

la mayoría de casos donde se observan problemas por la falta de un buen manejo de Subcuencas, están relacionadas principalmente por:

- a. Inundaciones en las partes medias y bajas de las Subcuencas, Subcuencas o micro Subcuencas.
- b. Sequías o falta de agua para sus diferentes usos, siendo el consumo humano cada día un factor que genera conflictos en las comunidades y poblaciones.
- c. Contaminación de aguas, en sus diferentes modalidades; química, física o bacteriológica. La contaminación influye en las enfermedades de personas y animales, y su impacto social es muy grande.
- d. Sedimentación (embalses, cauces y zonas bajas) Los movimientos de partículas de las partes altas, hacia las partes bajas.
- e. Baja productividad de la tierra.

El uso inadecuado de la tierra y los procesos de degradación de los recursos naturales influirá notablemente en la producción y productividad de la tierra,

2.5 CARACTERIZACIÓN DE UNA SUBCUENCA

La caracterización de una Subcuenca está dirigida fundamentalmente a cuantificar todos los parámetros que describen su estructura física y territorial con el fin de establecer las posibilidades y limitaciones de sus Recursos Naturales pero también para identificar los problemas presentes y potenciales.

2.5.1 Diagnóstico de la Subcuenca hidrográfica

El diagnóstico de una Subcuenca permite conocer o evaluar la vocación, la capacidad, el estado o situación integral de la Subcuenca, con todos sus componentes, y actores.

Permite también conocer lo que produce la Subcuenca como unidad, y los servicios que brinda. En el diagnóstico de la Subcuenca se hace énfasis en cuatro componentes que son la parte biofísica, lo socioeconómico, los aspectos tecnológicos y productivos y también la parte institucional y legal.

Conocer la vulnerabilidad de la Subcuenca, es muy importante para el ordenamiento del territorio de acuerdo a condiciones de peligrosidad, riesgos o amenazas. Un aspecto muy importante en la caracterización de la Subcuenca es lo relacionado a la cantidad de agua que hay en ella y a la calidad de este recurso para los diferentes usos y principalmente para consumo humano.

El diagnóstico debe ayudar a responder muchas interrogantes como las siguientes: Cuál es el estado de la Subcuenca, cuál es el potencial, que produce, que peligros y amenazas tiene, cual es su vulnerabilidad, quién maneja la Subcuenca, cómo se armoniza con otras unidades territoriales y que pasaría en el futuro si no se maneja la Subcuenca. (UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, 2002)

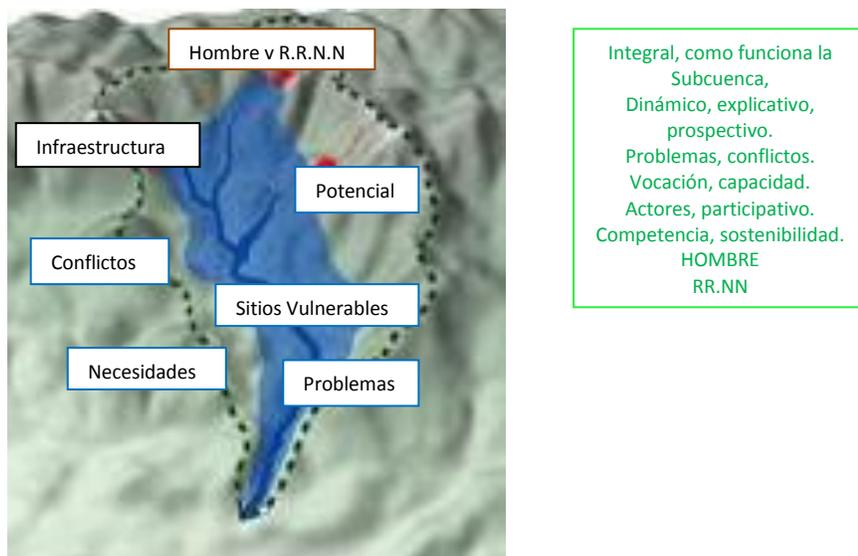


Figura 2.2 Elementos que se pueden obtener de un Diagnóstico de Subcuenca

2.6 LA PLANIFICACIÓN DE SUBCUENCAS

2.6.1 ¿Qué es un Plan de Manejo de la Subcuenca?

Un plan de manejo de la Subcuenca, se define como un instrumento práctico donde se establecen las diferentes acciones dirigidas a resolver la problemática de los recursos naturales y de las necesidades de la población, con la participación de los actores locales que habitan en la Subcuenca. Este plan debe ser sencillo y comprensivo, con el detalle suficiente para desarrollar acciones inmediatas, en un marco de sostenibilidad y de garantizar el mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores y como ya se dijo a nivel de micro Subcuenca.

Los planes de manejo de Subcuencas en el contexto global, se conceptualizan como: "Instrumentos directrices para ordenar las acciones que requiere una Subcuenca Hidrográfica, para lograr un uso sostenible de sus recursos naturales". El diseño del plan de manejo de Subcuencas, requiere de una formulación técnica, enfoque, luego definir el modelo que le corresponde y finalmente el proceso técnico y social para definir las actividades.

Desde el punto de vista técnico toda acción de manejo de Subcuencas se hace con fines de tener un impacto ambiental positivo. Desde este punto de vista no se podría hablar de estudiar los impactos ambientales negativos de un proyecto de manejo de Subcuencas a no ser que se haga un estudio de los efectos colaterales negativos originados al aplicar una medida de protección, conservación o preservación. Por ejemplo al tratar de construir represas para controlar inundaciones se generan impactos no deseados en otros recursos.

Al evaluar, económicamente, algún programa, plan o proyecto de manejo de Subcuencas se debe disponer de una lista completa de los proyectos, actividades, prácticas y tareas que lo forman, tanto de acción directa como de acción indirecta, así como otro listado completo de los programas de aprovechamiento que podría beneficiar. La tarea mayor de evaluación consiste, sin embargo, en determinar los costos de las acciones de manejo (asociados a sistemas de aprovechamiento), buscando seleccionar las de costo mínimo y mayor efectividad.

Esto implica que, además, se conozca el resultado que cada práctica tiene para controlar los efectos negativos.

2.7 LA EDUCACIÓN AMBIENTAL COMO EJE TRANSVERSAL PARA EL MANEJO DE SUBCUENCAS

2.7.1 Los nuevos componentes de los planes de Manejo de Subcuencas.

El cuadro que sigue muestra los componentes clásicos o, sea, los aspectos que tradicionalmente han contemplado los planes de manejo de las Subcuencas, pero también los nuevos componentes que hoy en día se deben incorporar a estos planes.

2.8 ¿QUÉ ES LO MÁS IMPORTANTE PARA LA GESTIÓN DE MANEJO DE SUBCUENCAS?

La organización es el elemento clave en la gestión del manejo de Subcuencas y la prevención de desastres naturales. Una comunidad bien organizada, con capacidad de gestión y fortalecida para administrar y operar sus recursos propios, tendrá oportunidad de dar continuidad al manejo de Subcuencas y la prevención de desastres naturales aun cuando los proyectos no puedan continuar o hayan concluido su período. El reto principal entonces es ponerse de acuerdo entre los diferentes actores.

Estos conceptos se estrechan en la medida que aumente el compromiso de edificar una ética ciudadana y un sistema de valores basado en los principios de respeto a los ecosistemas y a la cultura. La Educación Ambiental es el proceso permanente de formación ciudadana, formal e informal, para la toma de conciencia y el desarrollo de valores, concepto y actitudes frente a la protección y el uso sostenible de los recursos naturales y el medio-ambiente. Se ha señalado que el agua es el elemento integrador por lo tanto las gestiones a nivel de Subcuenca deben estar enfocadas hacia la protección, conservación y aprovechamiento de este recurso.

Por otro lado, las actividades humanas así como los fenómenos naturales pueden ser causa de deterioro del medio-ambiente pero, generalmente, son las actividades humanas las que producen daños máximos; a través de la explotación excesiva y el uso irracional de los recursos naturales.

2.9 ¿QUÉ SE ENTIENDE POR GESTIÓN AMBIENTAL?

La gestión ambiental es un proceso mediante el cual se establecen las normas y acciones a implementar para preservar y proteger el medio-ambiente sin embargo la gestión ambiental va más allá de una actitud estrictamente regulativa para constituirse en un medio de promoción e inducción a ser retomado por las instancias correspondientes de acuerdo a su ámbito de acción.

La gestión del agua se realiza con relación a la oferta del recurso y la demanda del mismo. El manejo de Subcuencas se ha considerado un medio para proteger los recursos hídricos y proveer soluciones efectivas a muchos problemas relativos a las tierras y vegetación, por lo tanto, es una solución factible para mantener la calidad del agua, regular el régimen hídrico y aumentar el suministro de agua. La necesidad de preservar, proteger y en general conservar el medio-ambiente es actualmente uno de los motivos más importantes para considerar las Subcuencas como territorio de gestión. (Pérez, 2004)

2.10 CALIDAD DEL AGUA

Muchas acciones que se señalan como necesarias para el manejo de las Subcuencas están dirigidas, principalmente a la captación del agua y mantenimiento del régimen hídrico. Sin embargo, la calidad del recurso es un punto de vital importancia por cuanto el uso de este recurso tiene como prioridad el consumo humano. El concepto de calidad del agua está estrechamente relacionado a la contaminación de este recurso sobre todo, en una Subcuenca donde las acciones que se desarrollen en la parte alta y media de la misma tendrá efectos positivos o negativos para la parte baja.

La contaminación del agua es parte de la contaminación ambiental que incluye además de la contaminación del agua, la contaminación del aire, la contaminación del suelo e incluso la contaminación sonora. (FAO, 2004)

2.11 LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

La contaminación se puede definir como la presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida humana, a la flora o la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general. En una Subcuenca la contaminación del agua implica, de alguna manera la contaminación del suelo y viceversa es decir que al contaminarse el suelo repercutirá en la contaminación del agua.

La contaminación de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos, es un problema que aumenta día a día por lo que se hace necesario y urgente la protección de estos recursos ya que una vez contaminada una fuente de agua, es muy difícil y en ocasiones casi imposible su recuperación.

En un río, la contaminación se define como el proceso natural o artificial mediante el cual, se agrega al agua, elementos, sustancias o materia viva, que la convierten en perjudicial para todos o cualquiera de los usos.

Qué capacidades tienen los ríos y cuerpos de agua ante la contaminación. La topografía del terreno es un factor muy importante para la auto depuración del río, aunque esta depende también de otros factores tales como; caudal y temperatura. En otras palabras mucho va a ayudar si se mantiene en los ríos un caudal importante por cuanto aumenta sus capacidad auto depurativa y esta acción está directamente asociada al manejo de la Subcuenca. (FAO, 2012)

2.12 PAPEL DE LOS USUARIOS DEL AGUA

El agua es de todos y su valor es incalculable dependiendo de las circunstancias, pero, también es de todos la obligación de cuidarla y hacer uso apropiado de esta. Llevar el agua hasta los lugares donde se necesita tiene costos al igual que mantener las estructuras y obras para la protección.

El mayor reto lo tienen las alcaldías municipales como las instituciones locales de mayor importancia, aunque, generalmente, éstas carecen de soporte técnico y financiero. Sin embargo es necesario fortalecer las comisiones ambientales municipales, crear fondos ambientales y, sobre todo, fomentar la organización de los usuarios del agua. (UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, 2002)

2.13 ACTORES

Se entiende que estamos en presencia de un actor cuando un individuo, una institución o un grupo de ellos, se encuentra involucrado en el proceso, el problema o la iniciativa de intervención que se quiere abordar, y en esa relación, se cumplen por lo menos tres condiciones.

1. El individuo, institución o conjunto de ellos tiene una agenda clara de intereses en relación con el proceso, el problema o la iniciativa de intervención.
2. Cuenta con recursos diversos.
3. Está dispuesto a movilizar sus recursos en función de lograr los intereses presentes en su agenda, y, para ello ha sentado una posición específica con relación al proceso, el problema o la iniciativa de intervención.

2.13.1 MAPA DE ACTORES

El levantamiento de los mapas de actores es una herramienta que permite no sólo identificar quiénes son los actores clave en el proceso, problema, iniciativa, proyecto o programa, sino que, además, posibilita analizar sus intereses, importancia e influencia sobre los resultados de una intervención.

Al realizar el mapa de actores es posible hacerse a una idea más clara de las interacciones necesarias entre las partes interesadas y consecuentemente, reducir de manera significativa las incertidumbres en relación con las posibles reacciones. Tal conocimiento es siempre muy útil al formular las políticas públicas, pues, devela las mejores rutas de acción y decisión asertivas e incluyentes.

El “mapeo de actores” parte de concebir la realidad social como un entramado de relaciones sociales en donde participan diversos actores e instituciones sociales.

Los conjuntos de vínculos o de relaciones sociales forman las redes y, según sea la posición que los distintos actores ocupan en dichas redes, se definen sus valores, creencias y comportamientos. Es importante destacar que en las redes sociales es posible identificar los roles y el poder de los actores. En este sentido, el mapeo de actores debe mirar más allá del panorama superficial que ofrece el conjunto de roles de los diferentes actores: ¿Quién presiona y por qué lo hace? ¿Quién no es escuchado? ¿Quiénes son afines y quiénes opuestos?

Nunca se debe pensar que todos los actores de una categoría son homogéneos en sus percepciones, pues éstas dependen de muchos factores, los cuales requieren ser explorados en detalle- y cada situación debe ser considerada desde sus antecedentes para no lanzar conclusiones a priori sobre las probables posiciones de las distintas partes involucradas.

Con el mapeo de actores se logra no sólo tener un listado de los diferentes actores que participan en una iniciativa, sino además, conocer sus objetivos y las acciones durante su participación. Esta herramienta debe ser considerada como el primer paso para lograr la convocatoria de la sociedad civil en las acciones participativas (talleres, reuniones, seminarios, entre otras.) pues con ello se asegura el número de participantes y la representatividad de las personas o entidades invitadas a participar (asociaciones, fundaciones, organizaciones de base, instituciones gubernamentales, entre otras.).

El mapeo de actores, también llamado Sociograma, ayuda a tener una muy buena representación de la realidad social a intervenir, comprendiéndola en su complejidad para diseñar así, las diferentes estrategias de intervención con elementos que trasciendan el mero sentido común o las opiniones de un informante calificado. Los mapas sociales son fundamentales en el diseño y puesta en marcha de todo proyecto, así como también, a la hora de negociar/construir, en conjunto, el programa de acción a seguir, pues se identifican con claridad las alianzas, los conflictos, los portavoces autorizados y, por ende, permite seleccionar mejor a los actores a los que se debe hablar en un determinado momento. (Carmona Maya, 2011)

2.13.2 PROCESO METODOLÓGICO PARA REALIZAR EL MAPA DE ACTORES

A continuación, se describirá el proceso metodológico empleado para la elaboración de un mapa de actores:

2.13.2.1 Propuesta inicial de identificación y clasificación de actores

Lo primero es establecer, de manera preliminar, el objeto general al que se le va a construir el mapa de actores y definir que la primera fase comprende la identificación de todos los actores.

Se realiza el inventario de todos los posibles actores y para ello, se recurre a la experiencia de las subsecretarías municipales, que es donde se tiene información de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales presentes en área, de tal modo que se construye una larga lista de actores compuesta por los conjuntos relacionados con el proceso administrativo, jurídico, de control, técnico, de comunicaciones y el despacho mismo del Secretario de Transportes y Tránsito.

La siguiente acción consiste en clasificar los actores que aparecen en esos primeros listados, según las siguientes categorías:

- Instituciones: cuando se trata de agencias gubernamentales o estatales
- Grupos Organizados: cuando se trata de empresas, gremios, asociaciones
- Individuales: Cuando se trata de individuos

A la par, con la clasificación que se hace, se discuten las principales características de cada actor y los tipos de relaciones establecidas en cada momento. El resultado de esta fase ofrece elementos fundamentales para conocer el perfil de los actores, algo que, usualmente se maneja de manera informal, pero que a través de este ejercicio no sólo se logra sintetizar, sino que además, debe quedar registrado.

Es importante acotar que durante esta etapa, mediante la dinámica de una lluvia de ideas, los participantes en el ejercicio deben listar los diferentes actores según consideraran positiva o negativa su influencia, en relación con aquellos procesos en los que participan.

3 Identificación de intereses y roles de cada actor.

El objetivo de esta etapa es reconocer los principales intereses de los actores organizados como de origen individual, institucional o de grupos organizados, para lograr con ello, una mayor aproximación a sus posibles agendas. Del mismo modo, en esta fase se analizan los posibles recursos que podrían movilizar estos actores y, finalmente, se intenta identificar las probables acciones que podrían desarrollar.

2.13.2.2 Análisis de los actores.

En este paso se clasifican los actores según las relaciones predominantes y sus niveles de poder, para conseguir así, un análisis cualitativo de los diferentes actores.

a. Relaciones predominantes

Se definen como las relaciones de afinidad (confianza) frente a los opuestos (conflicto). Para ello, se consideran tres aspectos recurrentes en la relación del actor.

- A favor: Cuando en el perfil del actor predominan las relaciones de confianza y colaboración mutua.
- Indeciso/indiferente: Cuando en el perfil del actor se presentan, indistintamente y en número similar, las relaciones de afinidad y las antagonicas. Otro caso clasificable dentro de esta categoría se da cuando el actor, a pesar de tener unos determinados intereses su comportamiento no se refleja y, en consecuencia, aparece como indiferente.
- En contra: Cuando en el perfil del actor predominan las relaciones de conflicto frente a la propuesta o el proyecto que se esté presentando.

b. Jerarquización del poder e influencia.

Se define como la capacidad del actor de limitar o facilitar las acciones que emprenda la entidad que realiza dicho análisis, a través de sus actuaciones o la influencia que ejerza sobre los demás actores. Se consideran los siguientes niveles de poder.

- Alto: predomina una alta influencia sobre los demás
- Medio: la influencia es medianamente aceptada
- Bajo: no tiene influencia sobre los demás actores

4 Elaboración de la matriz de actores.

Se elabora un cuadro de doble entrada, en donde cada fila (eje vertical) sea determinada por los tres grados de poder que puede ejercer cada actor (alto, medio, bajo) y cada columna (eje horizontal) por la posición de cada actor en cuanto al tipo de relación (a favor, indiferentes y opuestos).

Mediante la discusión entre los participantes, se procede a ubicar cada actor identificado en el cuadro, de acuerdo con el nivel de su posición y el grado de poder, de tal manera que se logre tejer el mapa de actores. (Carmona Maya, 2011)

Así, en el Manejo de Subcuencas o Subcuencas, cada uno de los actores tiene sus intereses, por ejemplo: Los agricultores, generalmente, pueden estar interesados en incrementar sus rendimientos en la producción agropecuaria, lograr mejores precios, resultados rápidos, bajos intereses en el crédito, bajar costos de producción, cultivar toda su extensión de terreno, lograr tenencia de la tierra, aplicar las técnicas más sencillas, intensificar el uso de la tierra.

En el mismo sentido la comunidad puede estar interesada en: tener el mejor servicio de agua potable en cantidad y calidad, menor contaminación del ambiente (quemados y agroquímicos), hidroelectricidad al menor costo, productos alimenticios a menor precio, productos del bosque de buena calidad y a bajo precio, lugares de esparcimiento o recreación, protección contra inundaciones. De otro lado las instituciones esperan: adopción de tecnologías, control de la presión social sobre los recursos naturales, organización de la comunidad y agricultores para adopción de los proyectos, concienciación sobre la conservación ambiental, mayores ingresos por divisas de la actividad agropecuaria.

Esta diferencia de intereses no debe representar un problema, es necesario concertar intereses y definir acciones integradas que permitan desarrollar actividades globalizantes de oportunidades flexibles para lograr resultados favorables a todos los actores. Esta discusión debe contemplarse, previamente al diseño y formulación de los planes de manejo de Subcuencas o acciones de intervención. (WORLD VISION, SF)



Capítulo 3

Caracterización Socioeconómica de la subcuenca del Río Cristóbal



CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

Este capítulo se desarrolló con el fin de generar información primaria dentro del proceso de la Propuesta de Uso del suelo en la Subcuenca del río Cristóbal, es de suma importancia el contenido del presente ya que hay información demográfica, socio productivo y socio ambiental, la cual se utilizó, posteriormente para el desarrollo de los siguientes capítulos. No es un estudio aislado sino sirvió para complementar la información necesaria para el desarrollo de la propuesta de Uso del Suelo.

Para la obtención de los datos se revisó la documentación disponible del área de la Subcuenca y de las instituciones existentes a nivel local. Además, a través de visitas de campo se entrevistaba a los representantes de las comunidades, hogares, e instituciones. Mediante la combinación de los diferentes métodos cualitativos y cuantitativos se logró obtener datos para realizar bases de los mismos, los cuáles han permitido hacer aproximaciones para caracterizar la situación socioeconómica y socioambiental del área de la Subcuenca y algunas tendencias de su desarrollo.

Se obtuvieron datos de habitantes por la Subcuenca, sus niveles de ingreso, educación, instituciones públicas y privadas, las actividades agrícolas que están presentes en el área y su posible expansión.

3.1 DEMOGRAFÍA

La Subcuenca del Río Cristóbal se encuentra ubicada dentro de dos departamentos de la República de Guatemala: Chimaltenango y Escuintla. En el Cuadro 3.1 se pueden observar los municipios dentro de los que se encuentra la Subcuenca. Estos municipios son los que serán el objeto de estudio de este trabajo, ya que en ellos se desarrollan las mayores actividades organizativas, económicas e industriales, factores que servirán para la elaboración de proyectos de desarrollo social, que tomen en cuenta las interacciones de la Subcuenca. También se presenta el mapa para ver la ubicación.

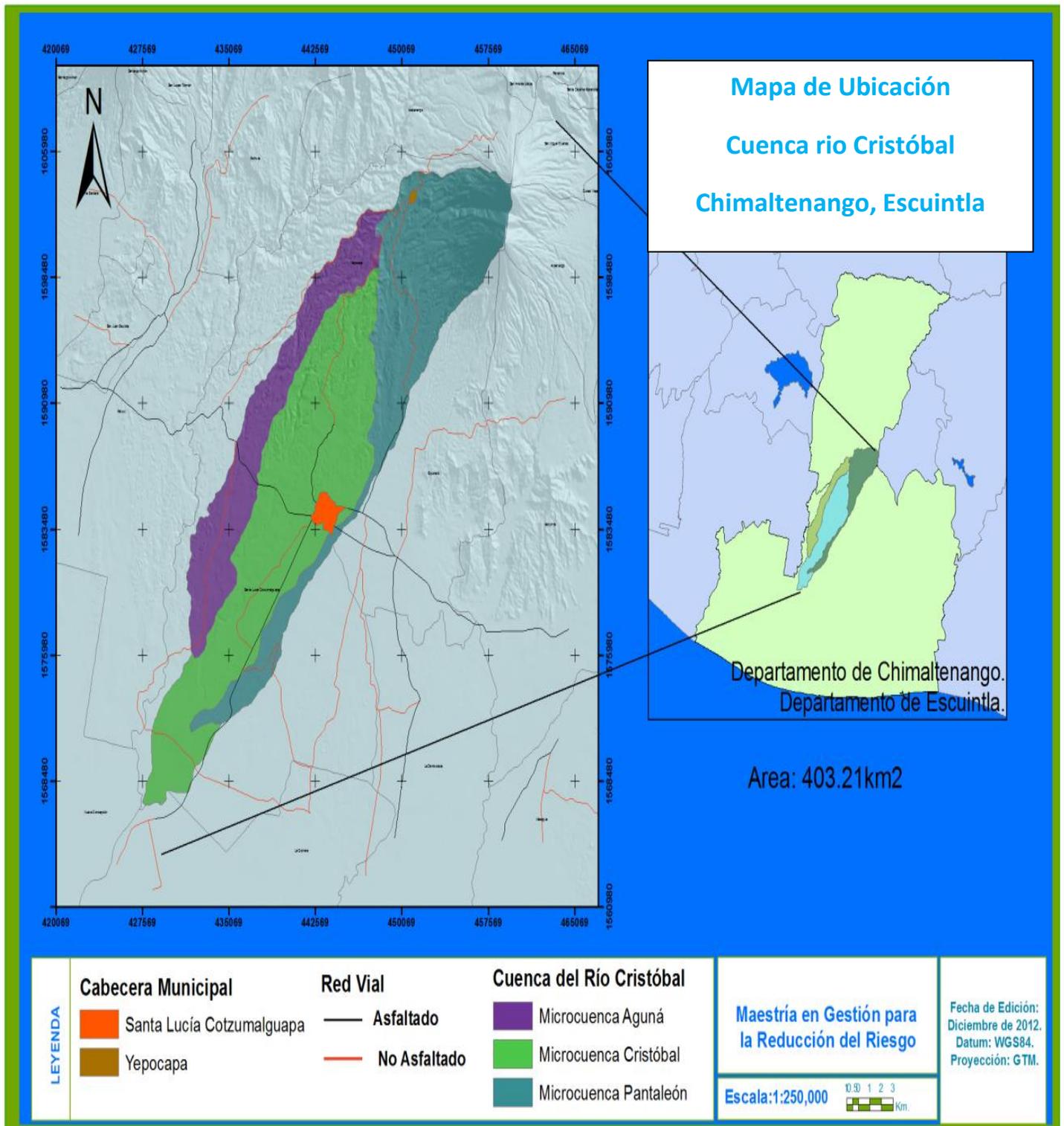


Figura 3.1 Mapa de ubicación y municipios

Cuadro 3.1: Departamentos y municipios de la Subcuenca río Cristóbal.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS
Chimaltenango	Yepocapa
Escuintla	Santa Lucía Cotzumalguapa y Siquinalá

Fuente: INE, 2002.

3.1.1 Población Total de la Subcuenca.

La Subcuenca del río Cristóbal, según proyecciones para el 2012 del Instituto Nacional de Estadística (Año base 2002), tiene una población total de 50,855 habitantes derivado de centros poblados de tres municipios de dos distintos departamentos: Escuintla y Chimaltenango. En la Figura 3.2 se muestran los centros poblados que están dentro de la Subcuenca del río Cristóbal, estos poblados van desde aldeas, fincas, caseríos, parcelamientos, colonias, granjas, haciendas entre otros, hasta grandes centros poblados. Para efectos de este estudio, se consideraron, únicamente, a los pobladores de los municipios de Yepocapa, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa.

Cuadro 3.2 Número de habitantes por municipio de la Subcuenca del río Cristóbal.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO	POBLACIÓN DENTRO DE LA SUBCUENCA	%
Santa Lucía Cotzumalguapa	129,341	35,829	27.78
Siquinalá	23,047	803	3.48
Yepocapa	32,085	14,223	44.33
TOTAL	184,473	50,855	100.00

Fuente: Proyecciones INE, 2012.

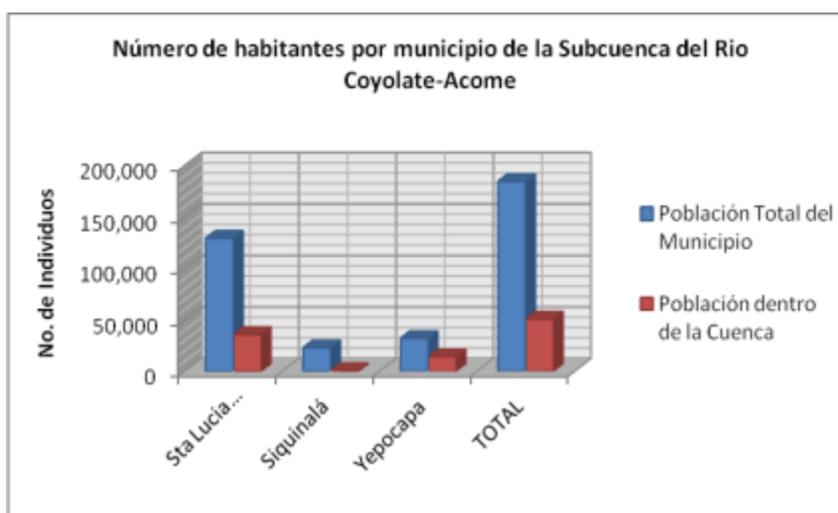


Figura 3.2 Numero de Habitantes por municipio de la Subcuenca del río Cristóbal

3.1.1.1 Población por Centro Poblado.

En el cuadro 3.3 se muestra la población en cada uno de los centros poblados que abarca la Subcuenca del río Cristóbal. Los datos del número de habitantes de cada poblado es una proyección hecha para 2012 con base en el censo poblacional del INE. (2002)

Cuadro 3.3. Población por centro poblado dentro de la Subcuenca en Chimaltenango.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CENTRO POBLADO	# HABITANTES
CHIMALTENANGO	YEPOCAPA	LA CRUZ	372
		CHICALVARIO	92
		SANTA ISABEL	6288
		SAN FRANCISCO	648
		MONTE DE LOS OLIVOS	817
		BUENA VISTA QUELEYA	405
		OJO DE AGUA	319
		EL AMPARO	244
		ARGELIA	10
		EL SENDERO	25
		EL RECREO	44
		SANGRE DE Cristo	32
		SANTA EMILIA EL COYOLAR	28
		CHINAJA	8
		KARICHEL	6
		EL PATRON	8
LAS VICTORIAS	55		
CASTAÑUELAS	8		

Cuadro 3.4 Población por centros poblados dentro de la Subcuenca del río Cristóbal en Escuintla.

DEPTO.	MUNICIPIO	CENTRO POBLADO	NO. HAB
ESCUINTLA	SIQUINALÁ	MONTE LEÓN	803
	STA. LUCÍA COTZUMALGUAPA	LA RECOMPENSA	294
		LOS SUJUYES	81
		LAS MERCEDES	61
		MONTAÑAS AZULES	136
		LOS TARROS	241
		LA FLORESTA	276
		SAN ISIDRO BUENA VISTA	94
		EL BAÚL	883
		EL CASTILLO	43
		AGUNÁ	39
		MAYA	991
		XATA	19
		EL CERRITO	53
		RIO SANTIAGO	3314
		SANTA CLARA	1
		SANTIAGUITO	16
		SAN JOSÉ BUENA VISTA O PALMIRA	511
		LA MARUCA	16
		SAN JUDAS	656
		SANTA RITA	22
		EL JORDÁN	49
		VISTA LINDA	2130
		MADRE TIERRA	50
		SAN ANTONIO LA PAZ	139
		COLONIA MANANTIAL	15200
		ADELINA	650
		COLONIA LAS ILUSIONES	110
		MARIRA	92
		LAS JOYAS	179
CRUZ DE LA ESPERANZA	402		
EL ROSARIO	1165		
CAÑAVERALES DEL SUR	527		
VICTORY	40		
FEGUA	180		

	CONCEPCIÓN BUENA VISTA	2
	SAN RAFAEL CHICALES	10
	ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL	56
	SAN SEBASTIAN BUENA VISTA	18
	LA LUCERNA	39
	MIRIAM	3184
	SAN JORGE	14
	SANTA ISABEL	33
	EL BARCO	113
	SAN PEDRITO	415
	MANACALES	21
	SAN FELIPE	5
	SANTIAGO BUENA VISTA	24
	BELÉN	171
	SAN IGNACIO	10
	SAN JUAN LA PROVIDENCIA	14
	XAYÁ	550
	LIMONES	5
	EL BRILLANTE	49
	SAN FRANCISCO	41
	SANTA ADELAIDA	7
	NARANJALES	58
	LAS MARÍAS	34
	LAS MORENAS	31
	EL HORIZONTE	241
	SAN LUIS	99
	TESALIA	36
	SAN ROMAN	555
	SAN CRISTÓBAL	75
	EL PILAR	15
	EL PILAR	15
	LAS FLORES	119
	LAS PLAYAS	1072
	FLORENCIA	38

Fuente: INE, 2002.

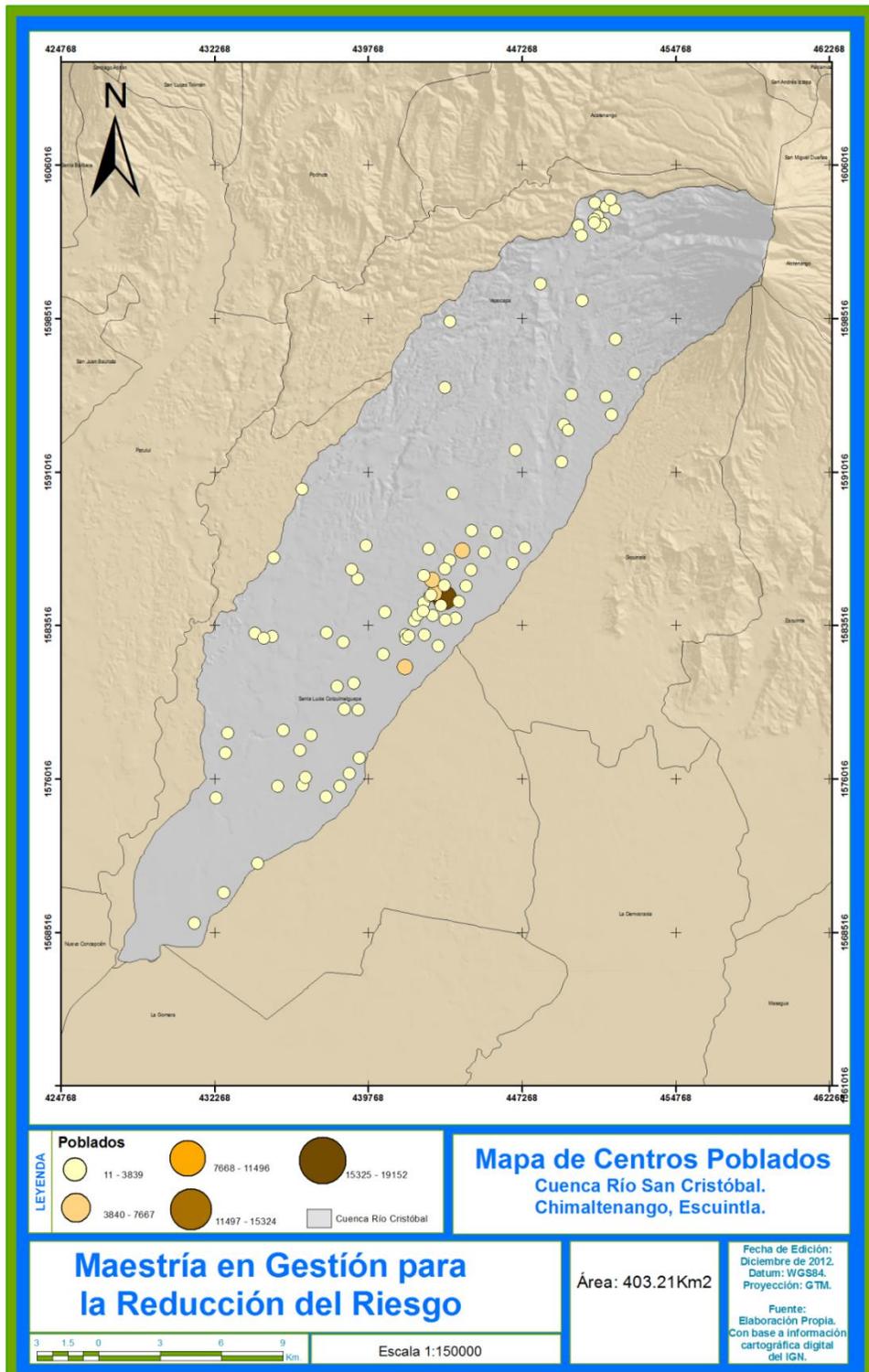


Figura 3.3 Mapa de centros poblados

3.1.1.2 Población dentro de la Subcuenca Proyectada para el 2020.

Los datos de la población proyectada para el año 2020 en el cuadro3. 5, toma en consideración la tasa de crecimiento anual de cada uno de los municipios, siendo para Santa Lucía Cotzumalguapa una tasa del 2.54%, para Siquinalá es de 2.75% y para Yepocapa se reporta una tasa de crecimiento del 2.03%. Pudiéndose observar que el mayor crecimiento de la población se da en el municipio de Siquinalá (figura3.2).

Cuadro3.5 Población dentro de la Subcuenca para año 2020.

MUNICIPIO	AÑO				
	2012	2014	2016	2018	2020
Sta Lucía	35829	41730	46359	51501	57213
Siquinalá	803	871	919	970	1025
Yepocapa	14223	14806	15106	15413	15726
Total	50855	57407	62384	67884	73964

Fuente. Proyecciones con datos INE, 2012.



Figura 3.4 Población dentro de la Subcuenca, proyectada para el 2020.

3.1.1.3 Población Económicamente Activa.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (Año 2002) la población total de la Subcuenca era de 184,473 habitantes de los cuales tiene una población económicamente activa de 35,614 habitantes, incluyendo mujeres y hombres que corresponden a un 28.65% de la población total dentro de la Subcuenca.

Cuadro 3.6 Población Económicamente Activa por municipio de la Subcuenca del río Cristóbal.

MUNICIPIO	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA		
	Hombres	Mujeres	Total
Santa Lucía Cotzumalguapa	19979	4921	24,900
Siquinalá	3247	818	4,065
Yepocapa	5700	949	6,649
TOTAL	28,926	6,688	35,614

Fuente: INE, 2002.

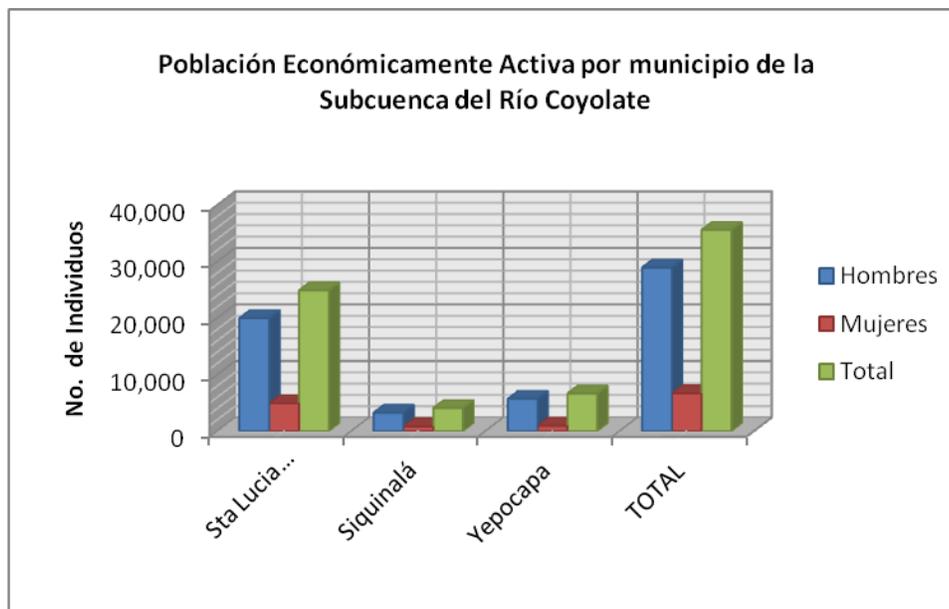


Figura 3.5 Población económicamente activa por municipio.

3.1.1.4 Densidad de la Población

El Área Total de la Subcuenca del río Cristóbal es de 403.21 km² en la cual se encuentran 50,855 habitantes con lo cual se obtiene una densidad de 481 habitantes por kilómetro cuadrado.

Densidad= (No. de habitantes/ km²)

Densidad= (50,855/403.21)= 126 habitantes/km²

3.1.1.5 Población por grupos de edad

En la Subcuenca del río Cristóbal, según datos del Instituto Nacional de Estadística (Año 2002) está integrada por una población que se encuentra en los siguientes rangos de edad: 0-9años, 10-24 años, 25-49 y más de 50. De los 124,276 habitantes que constituyen la totalidad de la población 41,393 se encuentran en el rango de 10-24 años, en función de la población total de cada municipio.

Cuadro3.7 Población por edades por municipio de la Subcuenca río Cristóbal.

MUNICIPIO	RANGOS DE EDAD (AÑOS)			
	0-9	10-24	25-49	Más de 50
Sta. Lucía Cotzumalguapa	23417	28867	23261	13689
Siquinalá	4198	4704	4158	1733
Yepocapa	7873	7822	5339	2475
TOTAL	35,488	41,393	32,758	17,897

Fuente: INE, 2002.

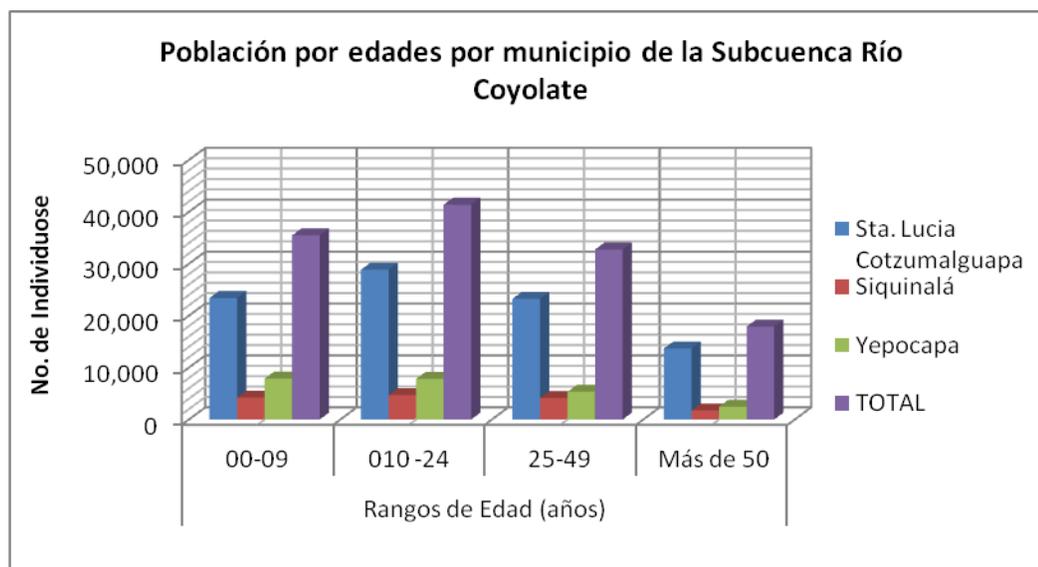


Figura 3.6 Población por grupos de edad de la Subcuenca del río Cristóbal

3.1.1.6 Población por género

En la Subcuenca del río Cristóbal, según datos del Instituto Nacional de Estadística (Año 2002) el 48.44% de la población total es femenina la cual corresponde al 89,364 y un 51.56% población masculina que corresponde a 95,109 por lo que no existe una diferencia significativa entre ambos géneros.

Cuadro 3.8 Población por género, por municipio de la Subcuenca del río Cristóbal.

MUNICIPIO	GÉNERO		TOTAL
	Masculino	Femenino	
Sta. Lucía Cotzumalguapa	66,617	62,724	129,341
Siquinalá	11,751	11,296	23,047
Yepocapa	16,741	15,344	32,085
TOTAL	95,109	89,364	184,473

Fuente: Proyecciones INE, 2012.

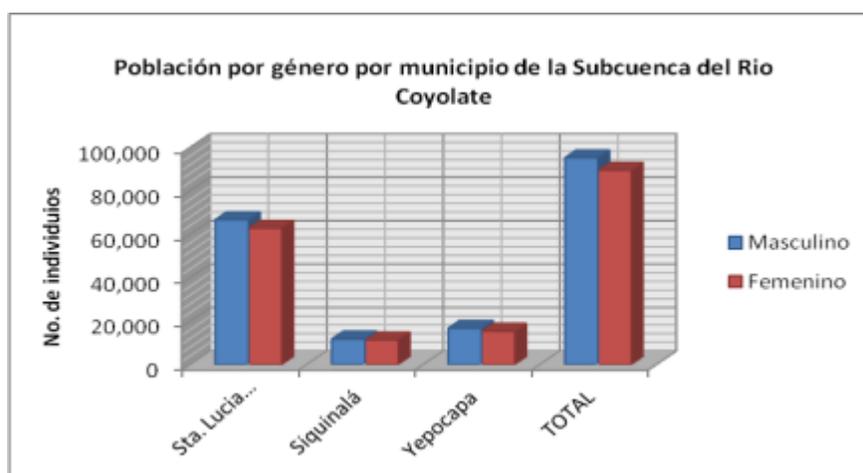


Figura3.7 Población por género, por municipio de la Subcuenca del río Cristóbal

3.2 NIVEL DE INGRESOS ECONÓMICOS

Éste varía en función de la actividad productiva a la que se dediquen los habitantes de la Subcuenca, ya sea por actividades formales e informales. Para tal efecto, se describió esta información para el área de Yepocapa en Chimaltenango y para el área de Santa Lucía Cotzumalguapa en Escuintla.

3.2.1 Salarios mínimos.

◆ Yepocapa.

Las principales actividades productivas del municipio de Yepocapa se basan en la agricultura. Donde un 98 % se basa en el cultivo de café, tanto en el área del casco urbano como en el área rural. Para actividades agrícolas de corte de café el salario mínimo es de cincuenta quetzales exactos (Q 50.00). El restante 2% de las actividades productivas se basa en el comercio de maíz, frijol, tomate, chile, petate, entre otras. No se definió una tasa de salario mínimo, éste se definió en un promedio de ventas diarias que tienen los comerciantes, dichas ventas oscilan entre los 20 y 30 quetzales diarios. Existen otras alternativas productivas tales como el comercio temporal de muebles y artesanías provenientes de otros departamentos del país.

Ahora bien, para actividades no agrícolas, en términos muy generales, las personas perciben ingresos mínimos de 33 quetzales diarios en actividades de mecánica, recolección de frutos, atención a negocios, entre otros.

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa.

En este municipio, la actividad económica-productiva predominante es aquella inherente al cultivo de la caña de azúcar, se realizó una entrevista a un supervisor de producción de una finca propiedad de uno de los Ingenios del área con el propósito de establecer los salarios pagados por actividades agrícolas de aquellas personas que trabajen para este Ingenio.

Se maneja el salario mínimo establecido en el Acuerdo Gubernativo 520-2011, vigente para el año en curso. En donde para actividades agrícolas, el monto diario debe ser de sesenta y ocho quetzales exactos (Q68.00). Utilizan el concepto de pago por tarea para los peones en función de la actividad a realizar (corte de semilla, siembra, limpiezas, entre otras). El monto también aplica para los cortadores de caña (en época de zafra). Ahora bien, los caporales de campo tienen un salario diario de setenta y nueve quetzales exactos (Q79.00), los trabajadores (peones y caporales) tienen prestaciones laborales, aún así, estén contratados temporal o permanentemente.

Ahora bien, para los encargados de cultivo y supervisores de producción, la tasa salarial varía en función del nivel académico que posean; estos van desde graduados de nivel medio, estudiantes en sus primeros años de universidad, profesionales con cierre de pensum hasta profesionales graduados. Los montos mensuales oscilan entre los tres mil quinientos quetzales (Q3500.00) hasta los ocho mil quinientos quetzales (Q.8500.00).

Tanto para los peones y caporales como para los profesionales graduados, los ingenios cubren los gastos de hospedaje (para aquellos que no son del área) y alimentación; para los supervisores de producción se cubren gastos de gasolina, seguro médico y de vida.

En lo referente a los trabajos no agrícolas (mecánicos, meseros, oficinistas, maestros de obras, albañiles o ayudantes de albañil) el salario mínimo es de Q50.00 diarios tomando en cuenta que la mayoría de estos trabajadores no tienen las prestaciones de ley, Ingresos promedio mensuales y anuales.

3.2.1.1 Ingreso familiar.

◆ SAN PEDRO YEPOCAPA

El ingreso familiar para personas que se dedican a actividades agrícolas y no agrícolas oscila entre Q 10,800 y 12,000 anuales. El salario mensual va de los 900 hasta los 1,000 quetzales promedio. Cabe resaltar la tendencia que existe entre los pobladores de Yepocapa, los cuales empiezan a trabajar desde los 12 años, sea hombre o mujer y dejan de hacerlo hasta una edad de, por lo menos, 70 años. (Ajú, 2009)

◆ SANTA LUCÍA COTZUMALGAPA

Para actividades agrícolas, del cultivo de azúcar, los ingresos familiares anuales son de alrededor de los treinta y cinco mil quetzales (Q35,000.00) con ingresos mensuales promedio de dos mil quinientos quetzales (Q2,500.00).

Para actividades no agrícolas, los ingresos familiares anuales son de alrededor de diez y ocho mil quetzales (Q18,000.00), con ingresos mensuales promedio de mil quinientos quetzales (Q1,500.00).

3.3 EDUCACIÓN

3.3.1 Alfabetismo.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en la Subcuenca del río Cristóbal el 38% de la población es alfabeto que corresponde a 19,218 habitantes de los cuales 15,470 habitantes corresponden al municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa debido a que dicho municipio es el que más incide en el área total de la Subcuenca.

Cuadro 3.9. Alfabetismo por municipio

MUNICIPIO	ALFABETISMO	
	Alfabeto	No Alfabeto
Sta. Lucía Cotzumalguapa	15,470	5,634
Siquinalá	237	197
Yepocapa	3,511	3,490
TOTAL	19,218	9,321

Fuente: INE, 2002

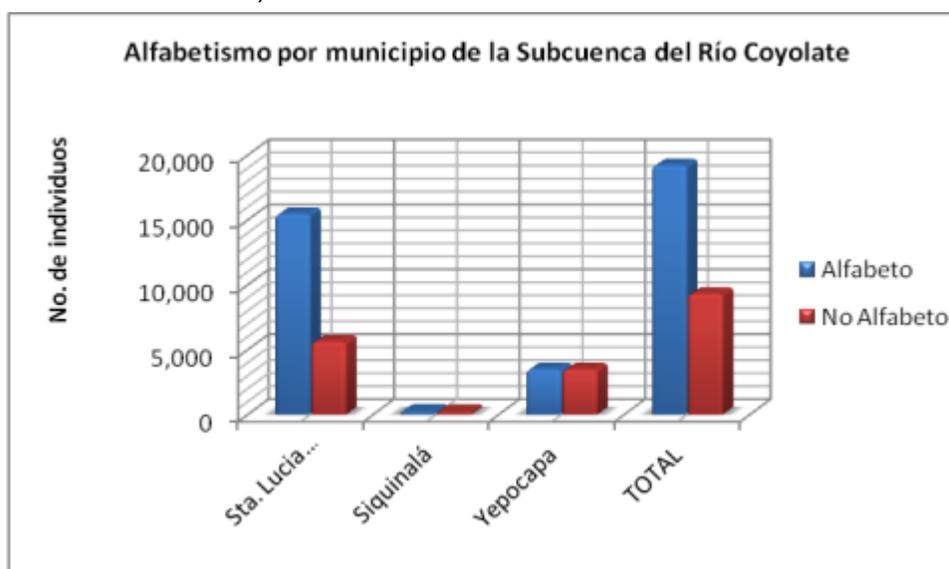


Figura 3.8 Alfabetismo por municipio dentro de la Subcuenca.

3.3.2 Nivel educativo por género y edad.

◆ San Pedro Yepocapa.

Según el informe del Coordinador Técnico Administrativo de Educación, establece que la población estudiantil comprendidos entre 7 y 12 años, asciende a 4356 niños. En relación al número de niños inscritos en programas de nivel primario, el número asciende a 3734 niños. Los resultados se presentan a continuación.

Cuadro 3.10. Nivel educativo primario por género.

POBLACIÓN 7-12 AÑOS			INSCRIPCIÓN 7-12 AÑOS		
Hombres	Mujeres	Total	Hombre	Mujeres	Total
2305	2060	4365	1987	1747	3734

Fuente: Coordinador Técnico Administrativo de Educación, 2008.

En el nivel básico, existe una población total aproximada de 1732 personas, aunque de éstos, únicamente se inscriben 1038 alumnos en el siguiente ciclo de educación: el Ciclo básico. Tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.11. Nivel educativo Básico por género.

POBLACIÓN 13-15 AÑOS			INSCRIPCIÓN 13-15 AÑOS		
Hombres	Mujeres	Total	Hombre	Mujeres	Total
877	855	1732	555	483	1038

Fuente: Coordinador Técnico Administrativo de Educación, 2008.

En el nivel diversificado, comprendido entre las edades de 15 a 18 años, existe una población total aproximada de 1,842 habitantes. De los cuales únicamente 70, se inscribieron en programas de educación media.

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa.

En el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa cuando se refiere a nivel de escolaridad, se puede observar que existe mucho más gente que año con año se inscriben para cursar un nivel Primario o Básico, teniendo un total de personas de 10,814 y 5,754, respectivamente. Y en cuanto al nivel Pre primario son únicamente 3,028 personas y en diversificado 2,932.

Cuadro 3.12. Grado de escolaridad por género en Santa Lucía Cotzumalguapa.

GRADO DE ESCOLARIDAD	GÉNERO		
	Hombres	Mujeres	Total
Pre primaria	1,538	1,490	3,028
Primaria	8,341	2,473	10,814
Básicos	3,312	2,442	5,754
Diversificado	1,584	1,348	2,932

Fuente. INE, 2002

Cuadro 3.13 Nivel educativo por grupos de edad en Santa Lucía Cotzumalguapa.

NIVEL DE EDUCACIÓN	RANGO DE EDAD	POBLACIÓN
Primaria	6-15 años	15785
Básico	12-21 años	5754
Diversificado	15-21 años	2932

Fuente. MINEDUC, 2005.

Para finales del 2005 según el Ministerio de educación, (INE, 2003) se determinó que la población estudiantil para el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa fue de 24471 alumnos de los cuales se concentraba la mayoría en el Nivel Primario con un total de 15785 alumnos seguido del Nivel Básico con 5754 alumnos y, finalmente el nivel diversificado con 2932 alumnos. Estos datos reflejan que solo un porcentaje de la población infantil y adolescente tiene acceso a la educación en cada nivel y que para el año 2005 solo 2932 alumnos culminaron el diversificado.

3.3.3 Analfabetismo en el área rural y urbana

◆ Yepocapa

El porcentaje de analfabetismo es del 30 % respecto de la población total, del cual 17 % vive en el área rural y el 13 % restante vive en el área urbana. Cabe mencionar que la mayoría de personas analfabetas son mujeres y niños.

Cuadro 3.14. Analfabetismo en Yepocapa.

ÁREA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Rural	3,997	17%
Urbana	3.056	13%
Totales	7,053	30%

Fuente: Coordinador Técnico Administrativo de Educación, 2008.

3.3.3 Analfabetismo por género.

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa.

En cuanto al tema de alfabetismo en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, podemos observar que las tasas de alfabetización por género oscilan entre 53.51% en el caso de los hombres y una tasa de alfabetización para las mujeres de 46.49%, como se muestra en el cuadro a continuación.

Cuadro 3.15. Alfabetización por género en Santa Lucía Cotzumalguapa.

GÉNERO	CANTIDAD	TASA DE ALFABETIZACIÓN
Hombres	27,357	53.51
Mujeres	23,770	46.49

Fuente. INE, 2002

De acuerdo con la encuesta nacional materno infantil 2,002 de cada 100 mujeres entre 15 y 24 años, 46 dejan de estudiar por razones económicas, 32 por malas calificaciones o por rechazo a la escuela, 5 porque se casaron o unieron, 2 por embarazo y sólo 7 de cada 100 terminan los estudios para llegar a la universidad.

3.4 IDIOMAS

3.4.1 ÁREA DE INFLUENCIA DE IDIOMAS MAYAS

El idioma que predomina en el municipio de Yepocapa es el idioma Maya Kaqchikel, aunque derivado de la inmigración de otras etnias también se habla Keqchí, Mam, entre otros. De igual manera, un alto porcentaje de la población domina el idioma castellano. (Saloj, 2012)

Ahora bien en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa alrededor del 90% habla castellano y el restante 10% habla Kakchiquel. (FUNDAZÚCAR, 2005)

3.5 GRUPOS ÉTNICOS

De los 50,855 que constituye la población total de la Subcuenca, el 74% corresponde a personas no indígenas correspondiendo a 37,499 habitantes. Entre la población indígena podemos distinguir en el caso de Santa Lucía Cotzumalguapa y Siquinalá predomina la población ladina y, en el caso de Yepocapa, la etnia que predomina es la Maya.

Cuadro 3.16. Grupos étnicos por municipio dentro de la Subcuenca.

MUNICIPIO	POBLACIÓN DENTRO DE LA SUBCUENCA	GRUPO ÉTNICO	
		Indígena	No Indígena
Santa Lucía Cotzumalguapa	35,829	3,183	31,709
Siquinalá	803	78	722
Yepocapa	14,223	8,903	5,068
TOTAL	50,855	12,164	37,499
%	100	24	74

Fuente. INE, 2002

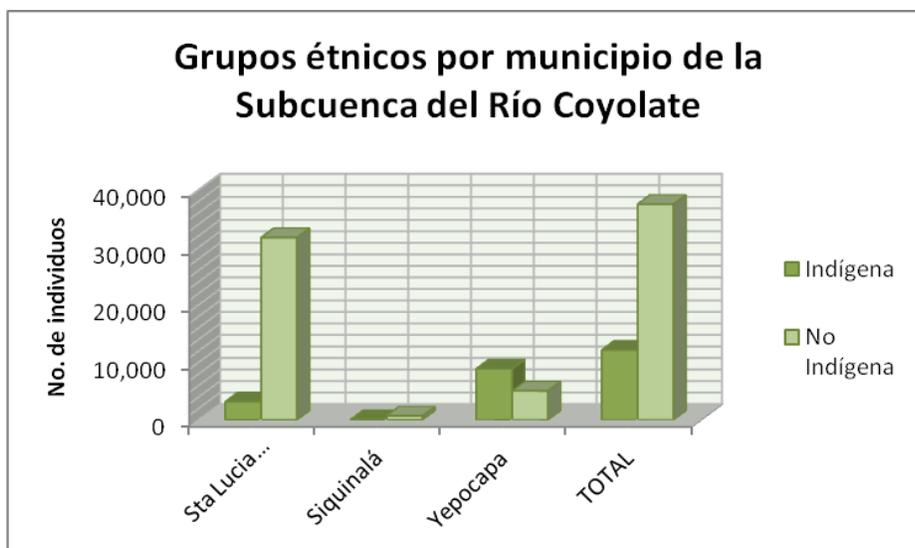


Figura 3.9 Grupos étnicos por municipio de la Subcuenca.

3.6 MIGRACIONES

La migración se refiere al traslado temporal o definitivo de vecindad y residencia, con fines de trabajo y/o por otras condiciones.

3.6.1 Inmigración

◆ SAN PEDRO YEPOCAPA

Este fenómeno ocurre, principalmente en la época de corta de café, que ocurre entre los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Así mismo, y en menor cantidad existen oportunidades de trabajo en actividades de construcción y albañilería. Ambas actividades atraen a trabajadores de Huehuetenango, San Marcos, Quiché, Jalapa, Jutiapa y Chimaltenango. (Saloj, 2012)

Existe otro pequeño porcentaje de inmigrantes comerciantes que proviene de Totonicapán, los cuales buscan vender sus artesanías (apastes, escudillas, entre otras) durante la época navideña.

◆ SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA

Este fenómeno tiene dos grandes causas: la necesidad de buscar empleo y de buscar una mejor educación. La primera ocurre en el período de zafra (corte y procesamiento de la caña de azúcar), dicha actividad busca la contratación de mano de obra para los ingenios aledaños lo cual hace que exista dinámica de movilidad social muy fuerte para esas etapas específicas. Tanto así que se han registrado hasta 35,000 fuentes de trabajo temporal (CENGICAÑA, 2012). Los inmigrantes que se dedican a esta actividad provienen del altiplano del país, los cuales descienden de sus tierras con el propósito de un trabajo temporal en la costa sur, durante el corte de la caña de azúcar y en menor medida el algodón.

Aunque no se tiene un dato específico de la cantidad de pobladores que realizan año con año esta actividad se tiene conocimiento que la economía del Municipio se beneficia de estas migraciones y a la vez se ve afectada con el uso de los servicios públicos, ya que en estudios anteriores ponen de manifiesto que las enfermedades se elevan durante la época. (Medrano, 1992), (FUNDAZUCAR, 2005)

A demás de migraciones temporales se dan migraciones permanentes. Es decir, migrantes que se han quedado a vivir permanentemente tal es el caso de los chimanes, que se establecen en Santa Lucía y han mantenido su religión tradicional y continúan realizando culto a sus dioses (FUNDAZUCAR, 2005) durante todo el año. Algunos de ellos son originarios de Joyabaj y Cunén, en el departamento de Quiché; son ellos, quienes tienen clientes ladinos a los cuales les realizan costumbres para lograr la protección y los beneficios del Dios Mundo. (Medrano, 1992)

Entre otros pobladores que llegan a establecerse en Santa Lucía se puede mencionar al municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez que aporta pobladores que han llegado con el propósito de buscar mejores oportunidades de empleo y se han quedado a habitar en el municipio.

3.6.2 EMIGRACIÓN

La emigración es un fenómeno que ocurre en dos direcciones en ambos municipios que abarca la Subcuenca: la primera forma de migración se da hacia la capital y la segunda a Estados Unidos de Norteamérica.

◆ SAN PEDRO YEPOCAPA

Esta ocurre, principalmente, por la falta de empleo del área, entre las principales fuentes de destino está su vecino Santa Lucía Cotzumalguapa, la cual constituye una atractiva opción durante la época de zafra. Según Saloj, existe emigración hacia la Ciudad Capital para trabajos de albañilería o, bien, mejores opciones que las que ofrece el municipio. En menor porcentaje (inferior al 5%), existen quienes emigran a la Ciudad Capital para continuar sus estudios universitarios.

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS, 2009), existe un flujo de migrantes de alrededor de 1487 personas que emigran hacia la cabecera departamental y ciudad capital.

◆ SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA

Al igual que en el municipio anterior, la principal causa de emigración la constituye la falta de empleo y oportunidades de acceder a una mejor calidad de vida. Tal como se mencionó previamente, los principales destinos son: los Estados Unidos de Norteamérica y la Ciudad Capital. (FUNDAZUCAR, 2005)

3.7 ORGANIZACIÓN

◆ San Pedro Yepocapa.

3.7.1 Gobierno Municipal.

La autoridad máxima es el Concejo Municipal, conformado por síndicos y concejales y el señor Alcalde Municipal, quien lo preside. En segundo lugar de importancia está el Alcalde Municipal, que si llegare a

tomar decisiones en solitario, siempre deberá de informar al Concejo Municipal de sus actividades. El Concejo Municipal trabaja a través de comisiones, tales como: Salud, ambiente, entre otras.

3.7.2 Dirección Municipal de Planificación.

La municipalidad cuenta con la DMP, que se encarga de la coordinación con los COCODES para la identificación de necesidades, realizar gestiones pertinentes para la ejecución de proyectos.

3.7.3 Oficina Municipal de la Mujer.

La oficina de la mujer de la municipalidad tiene diversos programas de apoyo para el género femenino. Estos programas corresponden a satisfacer las necesidades del género en el municipio, a continuación se presenta un listado con una breve descripción de los programas más relevantes que realiza la municipalidad en conjunto con los 19 grupos de mujeres organizadas del área urbana, dichos grupos suman alrededor de tres mil mujeres.

- Charlas motivacionales para la erradicación de la violencia en contra de la mujer
- Capacitaciones para la elaboración de manualidades, talleres de repostería y embutidos como medios alternativos para generación de ingresos (con el apoyo de la SOSEP, ONG's, entre otros)
- Proporcionar apoyo legal y psicológico a mujeres violentadas.
- Todos estos programas son gratuitos.

Así mismo, esta oficina proporciona asistencia al adulto mayor, en materia de gestión de trámites varios, tales como viajes a la cabecera departamental, entre otros.

◆ Organización Comunitaria

Respecto de los COCODES el municipio tiene un total de 34, estas organizaciones se encargan de promover proyectos de desarrollo rural, dentro de los cuales ya se han podido concretar y podemos mencionar: implementación de sistema de alcantarillado en la aldea Mojenes Castillo, adoquinamiento en la Aldea Nueva Victoria y construcción de escuela primaria en la aldea Santa Sofía.

Cada uno de los 34 COCODES en el municipio tiene un representante que, periódicamente, se reúne con la alcaldía para presentar nuevas propuestas.

◆ Organización Institucional.

Existe presencia de organizaciones gubernamentales, que tienen incidencia sobre ciertos sectores tales como: seguridad, salud, reducción de desastres, entre otros. En el cuadro 3'17 se listan las organizaciones que tienen presencia directa y continua en el municipio.

Cuadro 3.17 Organizaciones gubernamentales presentes en el municipio de San Pedro Yepocapa, Chimaltenango.

DEPENDENCIA	SECTOR
Policía Nacional Civil -PNC-	Seguridad
Juzgado de Paz	Seguridad
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS-	Salud
Comité Nacional de Alfabetización –CONALFA-	Educación
Coordinadora Nacional de Reducción de Desastres – CONRED-	Reducción de Desastres
Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA-	Fomento Económico
Fondo de Inversión Social –FIS-	Infraestructura
Fondo Nacional de la Paz -FONAPAZ-	Infraestructura

Fuente: PDM, 2010.

En el tema de desastres naturales , la presencia de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) es de vital importancia, ya que monitorea los eventos naturales que existen en el área derivados de la constante actividad volcánica a la cual se encuentra expuesto el municipio, concentrándose en las comunidades que quedan en el paso de las coladas de lava; es por esto que la CONRED tiene un puesto de control en la base del volcán con la cual se mantiene en contacto la alcaldía a través de radio con lo que emiten alertas de cualquier tipo y la necesidad de realizar algún tipo de evacuación.

También existen organizaciones no gubernamentales, las cuales han sido creadas por miembros de la sociedad civil que se agrupan ya que tienen un propósito específico en común. A continuación se presenta un listado de las más relevantes del municipio.

Cuadro 3.18 Organizaciones no gubernamentales presentes en el municipio de San Pedro Yepocapa, Chimaltenango.

INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN	SEDE	TEMÁTICA
Cooperativa Sampedrana	Colonia Santa Isabel	Comercialización de café y capacitación a productores
Empresas Campesinas. ECAS	Aldea Hermógenes. Caserío San José Chuachilil Aldea San Rafael Sumatán	Reactivación económica
Coordinadora Nacional Indígena Campesina. CONIC	Aldea Hermógenes. Caserío San José Chuachilil Caserío las Victorias. Caserío San Francisco, Sumatán	Defensa de los derechos de los campesinos.
Fundación Carroll Behrhorst	Casco Urbano	Salud.

Fuente: PDM, 2010.

Entre este tipo de organizaciones cabe resaltar la participación de los productores de café dentro del municipio, los cuales están organizados a través de la Cooperativa Sampedrana, en la cual están asociados 46 pequeños productores; que alcanzan una superficie de 110 manzanas cultivadas. De las cuales 72 manzanas están registradas en ANACAFE; esta organización de caficultores poseen distintas certificaciones dentro de las cuales podemos mencionar: certificación de ANACAFE, Coffee Practice y FLO, estas certificaciones las han obtenido debido a las prácticas tanto de conservación de suelos, manejo integrado de plagas y aplicación de pesticidas en general que se le dan al cultivo.

◆ SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA

a. Gobierno Municipal.

La autoridad máxima es el Concejo Municipal está conformado por síndicos, concejales y el señor Alcalde Municipal. En segundo lugar de importancia también actúa el señor Alcalde, quien de llegar a tomar decisiones en solitario, debe reportar sus actividades al Concejo Municipal. Las autoridades municipales cuentan con la estructura comunitaria a través de Alcaldes Auxiliares, COCODES y comités de mujeres. (SEGEPLAN, 2010)

b. Organización Comunitaria.

En el caso particular de este municipio se trabaja a través de la integración de la población por medio de Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES) legalmente inscritos en el Ministerio de Gobernación. Cada comunidad dentro del municipio cuenta con su respectivo COCODE; cada uno de ellos está integrado por una junta directiva de 13 personas. (Chapa, 2012). En la actual administración municipal (2012-2016) se trabaja con Alcaldes comunitarios, los cuales cumplen con las mismas obligaciones que los anteriores llamados COCODES.

En el municipio existen dos instancias de mujeres, una denominada Asociación de Mujeres Lucianas, la otra es la Comisión de Derechos de la Mujer, organización que funciona dentro de los COCODES. Estas figuras, son invitadas a participar en el COMUDE cuando la naturaleza de su formación esté vinculada a algún problema y/o proceso de trabajo que tenga que ver con las competencias municipales. (SEGEPLAN, 2010)

Dentro del municipio también existen empresas asociativas campesinas, organizaciones pro derechos humanos, asociaciones pro tierras, asociaciones pro vivienda, asociaciones de la mujer, asociaciones laicas y religiosas, cooperativas, solidaristas, deportivas, culturales y de jóvenes.

c. Organización Institucional.

En Santa Lucía Cotzumalguapa también existe la presencia de entidades gubernamentales que llevan a cabo distintas actividades en diferentes sectores como: educación, salud, seguridad, económico, entre otros; en el siguiente cuadro se pueden observar las distintas instituciones presentes en el municipio y el sector que interviene.

Cuadro 3.19. Presencia de instituciones gubernamentales en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.

DEPENDENCIA	SECTOR
Supervisión Educativa	Educación
CONALFA	Educación
IGSS	Salud
Policía Nacional Civil	Seguridad
Policia Municipal de Tránsito	Seguridad
Procuraduría de los Derechos Humanos	Derechos Humanos
Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación	Fomento Económico
CONRED	Prevención de desastres
Fondo de Inversión Social	Infraestructura
Fondo Nacional de la Paz	Infraestructura

Fuente. Oficina Municipal de Planificación, 2012.

También dentro del municipio se puede apreciar la presencia de instituciones no gubernamentales, las cuales han contribuido en gran manera al desarrollo del municipio basándose en la cooperación a las comunidades ubicadas, tanto en el área urbana como rural. En el siguiente cuadro se presenta el listado de las instituciones privadas existentes en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa.

Cuadro 3.20 Presencia de Instituciones no gubernamentales en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

DEPENDENCIA	SECTOR
Asociación Pro Salud Familiar APROFAM	Salud
Fundación Guillermo Toriello	Descentralización y Participación Ciudadana
Fundación del Azúcar	Descentralización, participación ciudadana
Fundación Barcelona	Salud
Iniciativa Civil para la Democracia	Participación ciudadana, planificación de desarrollo, fortalecimiento municipal
CENGICAÑA	Investigación

Fuente. Oficina Municipal de Planificación, 2012.

3.8 TENENCIA DE LA TIERRA

Según la FAO (2003), la tenencia de la tierra se describe como la relación, definida en términos legales o consuetudinarios, entre personas, sean individuos o grupos, con respecto de la tierra y los recursos naturales asociados. Las normas sobre la tenencia definen de qué manera deben asignarse dentro de las sociedades los derechos de propiedad de la tierra. Los sistemas de tenencia de la tierra determinan quién puede utilizar los recursos y cuáles son los recursos que se pueden utilizar, durante cuánto tiempo y en qué condiciones.

Para la determinación del tamaño promedio de las unidades productivas y la forma de tenencia de la tierra, se utilizó como referencia bibliográfica el IV Censo Nacional Agropecuario del 2004. Se tomaron en cuenta las fincas que en las que los productores fueron censados, para el municipio de San Pedro Yepocapa se censó al 72 % de los productores y en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa también se censó al 72 % de los productores.

3.8.1 Tamaño promedio de unidades productivas en Yepocapa y Santa Lucía Cotzumalguapa.

En el siguiente cuadro, se lista el número de fincas así como la superficie total (dada en manzanas, es decir 7000 metros cuadrados), de las mismas en función del régimen de la condición jurídica de los productores para los municipios de Yepocapa y Santa Lucía Cotzumalguapa. Cabe resaltar que la condición jurídica hace referencia a la forma bajo la cual el productor trabaja la unidad agropecuaria y según el Instituto Nacional de Estadística (2004), estos son: Persona individual, cooperativa, sociedad de hecho, sociedad de derecho, comunal, estatal y otra (iglesias, universidades, municipalidades, etc.).

Cuadro 3.21 Tamaño de unidades productivas

Municipio	Total		Condición Jurídica del Productor													
			Persona Individual		Sociedad de Hecho		Cooperativa		Sociedad de derecho		Comunal		Estatal		Otra	
	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie
San Pedro Yepocapa	1578	15185.45	1506	9923.53	3	24.6	6	55.4	8	3561.6	47	722	3	724	5	174.32
Santa Lucía Cotzumalguapa	1476	22973.22	1428	9814.91	1	2.14	24	61.87	16	12759.04	6	332.18	-	-	1	3.08

Fuente: IV censo Agropecuario nacional 2004

A partir del cuadro anterior podemos inferir que para el municipio de San Pedro Yepocapa, la superficie promedio de las unidades productivas en general, es de 9.62 manzanas. El área promedio de las fincas productivas de las personas individuales es de 6.85 manzanas; la superficie promedio de las fincas de las sociedades de hecho es de 8.2 manzanas; el tamaño promedio de la superficie de las unidades productivas de las cooperativas es de 9.23 manzanas; para las sociedades de derecho el área promedio corresponde a 445.2 manzanas; las áreas comunales tienen una superficie productiva promedio de 15.36 manzanas; las estatales de 241.3 manzanas y las restantes aunque no son superficies productivas como tal, poseen una superficie promedio de 34.86 manzanas. Según la entrevista realizada al personal de la cooperativa San Pedro, el promedio de área de terreno de cada productor asociado es de 2 manzanas, son pocos los productores que tienen 15 o más manzanas, en éste último caso, el área destinada a la producción es, aproximadamente, un 60%.

Ahora bien en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, la superficie productiva promedio es de 15.56 manzanas. Donde el área productiva promedio de las fincas de las personas individuales es de 68.73 manzanas; para las sociedades de hecho es de 2.14 manzanas; en lo que respecta a las cooperativas el tamaño promedio de las unidades productivas es de 2.57 manzanas; para las sociedades de derecho esta corresponde a 797.44 manzanas; la superficie productiva promedio comunal es de 55.36 manzanas; no se registraron fincas estatales y finalmente las restantes aunque no son superficies productivas como tal, pero poseen una superficie promedio de 3.08 manzanas.

3.8.1.1 Forma de tenencia

En el cuadro 3.21, se listan los regímenes de tenencia de la tierra así como la superficie total (en manzanas), para los municipios de San Pedro Yepocapa y Santa Lucía Cotzumalguapa.

Se puede apreciar en el cuadro 3.21 que en ambos municipios predomina el régimen de tenencia propia o a modo de propietario; seguido de la forma “en arrendamiento”. Vale la pena mencionar que en Santa Lucía existen fincas ocupadas, lo cual pone en evidencia la concentración de las tierras en pocas manos.

Cuadro 3.22 Forma de Tenencia de la tierra por municipio, dentro de la Subcuenca del Río Cristóbal

Municipio	Total		Régimen de Tenencia											
			Propia o a modo de propietario		En arrendamiento		En colonato		En usufructo		Ocupada		Otra	
	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie	Fincas	Superficie
San Pedro Yepocapa	1461	14659.41	1390	14529.03	27	24.84	5	3.04	4	12.88	-	-	35	89.62
Santa Lucía Cotzumalguapa	1252	21813	807	20776.35	296	893.46	1	0.48	135	40.55	11	99.84	2	2.76

Fuente: IV Censo Agropecuario Nacional 2004

3.9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

3.9.1 Agricultura

◆ San Pedro Yepocapa

La agricultura es la actividad económica-productiva que predomina entre los pobladores que habitan este municipio y la población es netamente cafetalera. El café es el principal y más fuerte cultivo de la población de Yepocapa, cabe resaltar que es uno de los municipios más fuertes en producción y exportación del grano de oro en el departamento de Chimaltenango. La mayor extensión territorial está en poder de latifundistas, terratenientes no oriundos del lugar. Las variedades que más se cultivan son: Bourbon, caturra, Catimor y Catuaí. De igual forma existe la producción de hortalizas tales como: el maíz, el frijol, Chile, Petate, verduras, y también se cosecha banano en menor escala. (Ajú, 2009)

El mercado para el café lo constituyen algunos consumidores locales y nacionales, pero se exporta la mayoría, los otros cultivos son consumidos por los locales o habitantes de la región ya sea en Chimaltenango o en Santa Lucía Cotzumalguapa.



Figura 3.10 Comercialización de productos locales dentro del mercado de San Pedro Yepocapa, Chimaltenango.

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

En este municipio predomina el cultivo de la caña de azúcar, este cultivo cubre alrededor del 80 % de la superficie del municipio, el área restante está cubierta por centros poblados y en algunos casos por pequeños remanentes boscosos en las orillas del cauce del Río Cristóbal. Cabe mencionar que nuestro país exporta alrededor del 72% de su producción total, siendo los principales mercados de exportación para el azúcar crudo: Estados Unidos 18.0%, Corea del Sur 9.8%, México 9.5%, y Chile 8.4%. (SIB, 2012)



Figura 3.11 Cultivo de caña de azúcar, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

3.9.2 Ganadería

◆ San Pedro Yepocapa

Alrededor del 90 % de familias acostumbran a criar animales domésticos tales como: Gallinas, patos, perros, gatos, chompipes, conejos y otros. La crianza de estos animales contribuye a la economía doméstica, ya que son vendidos en el mercado municipal. Hay un porcentaje de familias que se dedican a la ganadería en pequeña escala. Las razas de ganado existentes en el municipio están: Holstein: Ganado lechero, Criollo: Ganado de crianza y lechero, Brown: Ganado lechero, Hindú cebú y Cebú rojo: Ganado de crianza, Jersey: Ganado lechero, Angus Brown: Ganado para engorde. Este ganado y los productos derivados de sus beneficios son consumidas por la población local. (Ajú, 2009)

En cuanto a números, de acuerdo al IV Censo Nacional Agropecuario en el 2003 se criaban 46813 aves, 2936 cabezas de ganado bovino, 415 cabezas de ganado porcino, 22 cabezas de ganado caprino y 77 cabezas de ganado ovino. Nuevamente, se recalca el hecho que la crianza de estos animales satisface las necesidades de autoconsumo familiar así como para venta local.

Según SEGEPLAN (2009), la producción pecuaria ocurre, principalmente, en las fincas privadas dentro de las cuales se puede mencionar: El Rosario, Palo Verde, San José la Unión, Finca Montserrat, así mismo en estas fincas también se produce ganado de engorde.

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

La producción porcina del municipio se encuentra ubicada en la Finca Santa Adelaida, Finca Tumapán, Aldea el Transito y Finca el Recuerdo. Mientras que la producción equina se concentra en las Fincas: Constanza, Tesalia, Santa Teresa y Santa Rita. La producción de vacunos y bovinos se realiza en las fincas: Tesalia, Aguná, Monacales, el Cortijo y la Esperanza. (FUNDAZUCAR, 2005).

Cabe resaltar que según el IV Censo Nacional Agropecuario, en el año 2003 se criaban 3, 720,382 aves, 8818 cabezas de ganado bovino, 1456 cabezas de ganado porcino y 13 cabezas de ganado caprino.

3.9.3 Industria

◆ San Pedro Yepocapa

La actividad industrial es la referente al proceso de beneficio húmedo del café en el municipio de Yepocapa, el cual se realiza en la planta propiedad de la Cooperativa San Pedro y que en términos muy generales se realiza de la siguiente manera: recepción y clasificación del fruto, posteriormente se despulpa, acto seguido se fermenta (con la remoción del mucílago), se lava y se vuelve a clasificar el grano, se seca y finalmente, se almacena para ser vendido fuera de nuestras fronteras. (Zelada, 2012)

Las diferentes certificaciones que tiene la Cooperativa San Pedro la obliga a tener un manejo de los desechos generados durante el procesamiento de café, esto incluye la pulpa y otros residuos orgánicos, y el agua utilizada durante el proceso mecanizado de despulpe. Para los primeros, se transforma en abono orgánico, el cual es procesado y vendido dentro de la cooperativa. En materia del tratamiento de agua, se pasa por una fase de sedimentación en una laguna artesanal de oxidación la cual después es drenada hacia el río.



Figura 3.12 Beneficio de café de la Cooperativa Sampedrana

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

La producción industrial del municipio se centra en el procesamiento de caña de azúcar. Actualmente existen dos ingenios productores de azúcar en el área, siendo estos: Corporación Pantaleón y La Unión.

El proceso industrial inicia con la recepción de la caña, para lo cual intervienen dos subprocesos:

- Pesaje: en el cual se determina el peso bruto de la unidad de transporte y se le resta el peso de la tara.
- Muestreo y análisis: de acuerdo con el tamaño de los pantes, en el programa de básculas se fijan la frecuencia y las unidades que tienen que a pesar a muestreo al laboratorio de caña

3.9.4 Artesanía

◆ San Pedro Yepocapa

La producción de artesanías en Yepocapa, se basa en la elaboración de petates, sopladores, tejidos, güipiles, fajas, producción de diferentes bordados, elaboración de canastos para el corte de café, hamacas, morrales de hilo o amueblados de sala artesanales. Los que participan en esta actividad son las personas adultas que fomentan la tradición en la familia para seguir produciendo a nivel de familia. La producción de estas artesanías regularmente es en pequeña cantidad. Hay temporadas que sube la producción principalmente cuando durante el corte del café. Sin embargo, estas artesanías se encuentran amenazadas por la industria de canastos de plástico. La venta de los productos artesanales se realiza, acudiendo a la casa de los productores, algunas veces exhiben estos productos en el mercado municipal o se llevan a otros mercados de municipios vecinos.

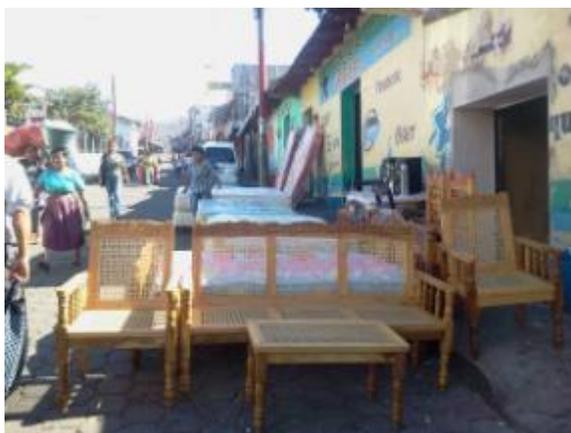


Figura 3.13. Venta de muebles artesanales en el mercado de San Pedro Yepocapa.

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa.

En el municipio se desarrollan actividades productivas de tipo artesanal, especialmente, en el área de la carpintería, fabricación de muebles de mimbre y de mangle, bordados eclesiásticos que se utilizan en las imágenes procesionales del país. Dichas actividades económicas funcionan a nivel micro empresarial, especialmente, como empresas familiares y no se tiene cuantificado el nivel de producción y la generación de empleo. (FUNDAZUCAR, 2005)

3.10 INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y SERVICIOS

◆ Yepocapa

Uno de los problemas encontrados es el acceso al municipio, ya que es uno de los municipios del departamento de Chimaltenango que aun no cuenta con carretera asfaltada, a pesar de tener cuatro vías de acceso, todas son de Terracería. En el municipio de Yepocapa la educación académica de la población es considerable en los niveles primario, básico y diversificado; sin embargo esto no sucede así con el nivel universitario debido a los escasos recursos económicos y la distancia que hay entre la cabecera municipal y otros departamentos donde actúan diversas extensiones universitarias del país por lo que, son pocas las personas que continúan con este nivel. Cabe destacar que otro problema que afecta a la población de Yepocapa es que actualmente solo cuentan con un solo establecimiento a nivel diversificado con la única carrera de Magisterio. La cobertura a nivel educativo se menciona a continuación:

- 13 escuelas a nivel PRE-PRIMARIO
- 18 escuelas a nivel PRIMARIO
- 8 institutos a nivel BÁSICO
- 1 centro educativo A NIVEL DIVERSIFICADO
- 1 INSTITUTO NACIONAL

Todas las escuelas e institutos cuentan con infraestructura adecuada para poder impartir educación a los niños y jóvenes, tanto, en área urbana como en el área rural, aunque no todos cuentan con recursos suficientes. (PDM, 2010)

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

En este municipio existe la cobertura de educación en los cuatro niveles: pre-primaria, primaria, básico y diversificado. La infraestructura educativa en el nivel primario y pre-primario, tiene deficiencia, no reúne las condiciones de higiene física y mental que se necesita para formar niños, en el nivel medio no se tiene la capacidad para recibir la cantidad de niños que obtienen su diploma de primaria y desean continuar sus estudios. No existe oferta accesible para los jóvenes, en su mayoría de escasos recursos para estudiar. Con relación a la infraestructura educativa se menciona que existen:

- 91 escuela oficiales urbanas
- 39 colegios
- 1 escuela por cooperativa
- 1 escuela municipal,
- 2 institutos oficiales, y,
- 3 universidades,

Los establecimientos municipales están enmarcados dentro de una política municipal de apoyo a la ampliación de la cobertura en la educación secundaria, mediante los programas de telesecundaria. (PDM, 2010)

Los centros educativos privados se encuentran todos en el área de influencia del casco urbano. En el nivel diversificado y cursos técnicos de la municipalidad tiene contratados 22 maestros, que imparten las carreras de Bachillerato por Madurez, Secretariado Comercial, Corte y Confección, Belleza y Pintura. (PDM, 2010)

Dentro de la educación no formal, en el municipio existen 13 academias privadas de mecanografía, 7 academias de computación privadas y una pública, 1 centro educativo tecnológico y 1 biblioteca públicos, 1 sede de INTECAP y 1 centro digital de negocios privados. (PDM, 2010)

La municipalidad tiene a su cargo la única biblioteca donada por el Banco de Guatemala, esta biblioteca atiende a un aproximado de 4,500 alumnos al mes, cubriendo un área de influencia de 5 municipios que son Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá, La Democracia, La Gomera, Patulul y Nueva Concepción. Por lo tanto, en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa existen aproximadamente un total de 296 docentes y 10,282 alumnos. Es decir, la relación es de 34.73 alumnos por cada docente. (PDM, 2010)

3.11 VIVIENDA

◆ San Pedro Yepocapa.

Las condiciones de vivienda del municipio de acuerdo a los datos de la Encuesta Nacional del INE (2002), el total de viviendas es de 4,484. La condición de ocupación se da de la siguiente manera: propiedad 3,079, cedido o prestado 903, alquiler 95, otros 48. El promedio de personas por dormitorio 3.76.

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

En el municipio existen 18,683 viviendas, de estas el 85.44% corresponde a casas formales, 3.36% son apartamentos y 4.3% son palomares, al relacionarlo con la población, se refleja un promedio de 4.72 personas por local de habitación en el área urbana y 4.78 en el área rural. (PDM, 2010)

El mayor problema habitacional se da en los locales habitacionales denominados palomares, en los que la población vive en condiciones de hacinamiento. Del total de locales destinados para ser usados como habitación, el 70.44% son utilizados por sus propietarios, 16.20% están en condiciones de alquiler, 9.90% son cedidos o prestados, mientras que el resto lo utiliza por otras condiciones. La municipalidad en la actualidad impulsa un programa de vivienda a través del Fondo Guatemalteco de Vivienda (FOGUAVI) en cooperación con la Fundación Guillermo Toriello. (PDM, 2010)

3.12 SERVICIO DE AGUA

◆ Yepocapa.

El municipio cuenta con abundante agua y tiene numerosos nacimientos que abastecen del vital líquido al casco urbano y aldeas circunvecinas con 5 horas de servicio al día. Para brindar este servicio la municipalidad en coordinación con el centro de salud realizan la purificación del agua a través de la cloración para evitar enfermedades gastrointestinales. (PDM, 2010)

Actualmente, cada vivienda del casco urbano cuenta con el servicio de agua domiciliar, gracias a que la población cuenta con dos nacimientos de agua potable siendo éstos el de la CRUZ y el NACIMIENTO con lo que se ha cubierto casi en su totalidad de este vital servicio.

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

En el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa se ha logrado cubrir el 76% de la demanda domiciliar de agua potable (urbano 85% y rural 65%), el 24% restante se abastece por otras fuentes, como pozos artesanales, ríos, arroyos y nacimientos. El MSPAS estima que existen 7,069 pozos artesanales en el municipio. El casco urbano se abastece a través de 2 sistemas de agua, mientras que en el área rural, las comunidades que cuentan con un sistema de agua son los parcelamientos Tierra Nueva, El Naranjo, El Jabalí, Velazquitos y Rancho Fortaleza, así como las aldeas Xajá, El Rosario, Miriam II y la lotificación Buenos Aires. (PDM, 2010)

El tratamiento que recibe el agua en el área urbana, es a base de cloro elemental, lo que permite alcanzar un nivel adecuado de calidad y se distribuye por un sistema de gravedad, a diferencia del área rural, donde se realiza por medio de bombeo de pozos mecánicos. Los pozos se encuentran contaminados por causas naturales, provocadas por el azolvamiento y erosión de los ríos en tiempos de invierno y por ausencia de planificación y regulación en la construcción de los servicios básicos, como letrinas de pozo perforado cercana a los pozos artesanales para consumo humano. El municipio reporta cantidad de 7,069 pozos artesanales, de los cuales es la principal fuente de abastecimiento de agua por parte de la población, ubicados uno por vivienda. (PDM, 2010)

3.13 SERVICIO SANITARIO

◆ Yepocapa

De 4125 viviendas los hogares que disponen de servicio sanitario son 3832 unidades, para uso exclusivo del hogar 3498, compartido entre varios hogares 334, hogares que no disponen de servicios 293. (INE, 2002)

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

El servicio de disposición de aguas servidas se presta a la totalidad de viviendas del área urbana y no así en las colonias suburbanas y el área rural. Este servicio se encuentra en condiciones obsoletas por el tiempo de vida útil de la tubería de cemento, por lo tanto se puede determinar que existe un mal manejo en la conducción de las aguas servidas, estas se mezclan. (PDM, 2010)

3.14 ALUMBRADO

◆ Yepocapa

El acceso a la red eléctrica por comunidad con servicio es del 84.76% y el restante 15.24% no tienen servicio. El total de hogares por tipo de alumbrado es: eléctrico (3583 hogares), paneles solares (19 hogares), gas corriente (101 hogares), candela (421 hogares). (INE, 2002)

Este servicio está cubierto en el área urbana en un 95% y el 60% en el área rural. En este último sector, hay algunas fincas y aldeas que no han gestionado este servicio. El servicio de electricidad es de calidad aunque en ocasiones sufre interrupciones ocasionadas por tormentas eléctricas. (PDM, 2010)

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

En lo que se refiere, a energía eléctrica, en el municipio aun se tiene una brecha del 18.8% que es el porcentaje de hogares que aun no cuentan con este servicio. (PDM, 2010)

Centros de Salud

◆ Yepocapa

El municipio de Yepocapa cuenta con varios puestos de salud en el área rural, y en el área urbana; se cuenta con el servicio de un centro de salud el cual por disposición del gobierno ingeniero Álvaro Colom a partir del 2 de marzo del 2,009 fue ascendido a la categoría de centro de salud tipo “A” y a partir de esa fecha se atiende las 24 horas, además se puso a disposición de la población una ambulancia para trasladar de emergencia a los centros hospitalarios a las personas que ameriten ser atendidas por alguna gravedad, ya que este municipio no contaba con este servicio por lo que era muy difícil atender casos muy especiales debido a la distancia en que se encuentra de los lugares donde se ubican los hospitales o clínicas médicas, al extremo que varias personas han fallecido por no contar con atención inmediata. Este avance logrado en el área de salud ha sido posible gracias a las gestiones del alcalde municipal Samuel Ajín ya que dentro de su plan de trabajo está contemplado su apoyo en atender las necesidades más urgentes.

- San Pedro Yepocapa, Centro De Salud Tipo “A”
- Puesto De Salud De Morelia (Auxiliar De Enfermería)
- Puesto De Salud San Rafael Sumatán (Auxiliar De Enfermería)
- Unidad Mínima De Montellano (Promotor De Salud)
- Unidad Mínima De Nueva Victoria (Promotor De Salud)
- Unidad Mínima Paraíso El Xab (Promotor De Salud)

Servicios que prestan a la comunidad:

- Inmune prevenibles
- Materno Perinatal
- Infecciones Respiratorias Agudas
- Enfermedades Transmitidas Por Vectores
- Saneamiento Ambiental Básico
- Enfermedades De Transmisión Sexual (VIH-SIDA)
- Accidentes y Violencia
- Desnutrición
- Enfermedades De Origen Bucodental
- Salud Reproductiva. (Métodos De Planificación Familiar)
- Toma De Muestra De Agua Para Análisis Bacteriológico
- Atención De Partos

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

El municipio cuenta con tres líneas de intervención en salud, una se refiere a la que presta el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), otra que proviene del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), y una tercera que se da como una gestión de la municipalidad en coordinación con el MSPAS. (PDM, 2010)

Además existen servicios de salud ofertados por la agroindustria azucarera, como parte de los beneficios que se les ofrece a quienes laboran en las empresas. Los servicios también son ofertados al público en general, principalmente para quienes tienen capacidad de pago de los servicios profesionales.

El Distrito de Salud de Santa Lucía Cotzumalguapa, en el primer nivel de atención tiene 2 Puestos de Salud, ubicados en los parcelamientos El Cajón (2,000 habitantes) y el Jabalí (2,000 habitantes). En el segundo nivel de atención, se cuenta con un Centro de Atención Médica Permanente (CAP), ubicado en el casco urbano de la cabecera municipal que da la cobertura al 100% de la población urbana y las referencias que se hacen en el área rural, cuenta con disponibilidad de encamamiento para la atención materno-infantil no complicada, lo cual permite dar permanentemente este servicio, ya que está dotado con 30 camas.

El IGSS cuenta con un hospital en el área urbana y la municipalidad con 3 puestos de salud ubicados en la aldea Las Playas, en el microparciamiento El Naranjo y otro en Tierra Linda, la población beneficiaria asciende al 26 %. Además, existen servicios de hospitales y clínicas privadas que atienden a un estimado del 5% de la población. La infraestructura no responde a la demanda existente, ya que esta requiere de atención con mayor accesibilidad, dentro de los principales problemas se pueden mencionar son los físicos y equipamientos, daños en el sistema de distribución de agua, especialmente en las pilas, lavamanos, baños, bombas de agua, plomería.

3.15 TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN

3.15.1 Caña de azúcar

3.15.1.1 Labranza

Las labores necesarias para una adecuada preparación de suelos y su secuencia dependen de las características del suelo que será renovado. Estas se pueden conocer a través de la observación y descripción del perfil en una calicata (1m*1m*1m) o cajuela (0.6m*0.6m*0.6m) representativa del lote en cuestión. Las principales características a observar en el perfil son la secuencia de los horizontes presentes, su espesor, profundidad, textura y estructura, también habrá que detectar capas compactadas y presencia de piedras u otro factor limitante. Adicionalmente, en varios puntos representativos del lote se mide la compactación con algún instrumento de campo, como el penetrómetro y la medición de la humedad actual. Debido a la variabilidad de suelos existentes en la zona cañera y la variación en el manejo del cultivo por parte de los ingenios, las labores y secuencia son variables, pero de manera general en la siguiente figura se muestra una secuencia típica de las labores de preparación y labranza. (CENGICAÑA, 2012)

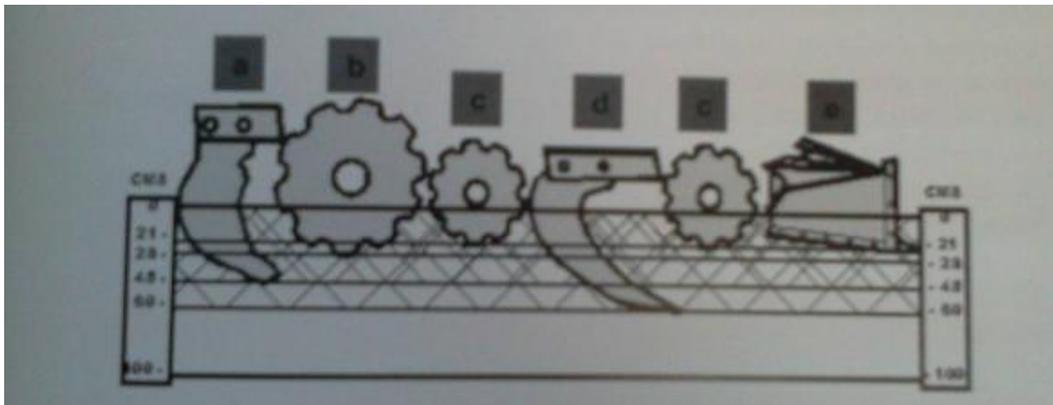


Figura 3.14 Labores (implementos) utilizados en una secuencia de forma general. A) Arado (arado de cincel), b) Volteo (rastrador), c) Pulido (rastra), d) Subsulado (subsolador), e) Surcado (surcador).

Fuente: CENGICAÑA, 2012.

3.15.2 Uso de fertilizantes.

3.16.2.1 Fertilizantes químicos.

Las plantas como la caña de azúcar requieren para su crecimiento y desarrollo 16 elementos denominados esenciales. Estos nutrientes son carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl). Adicionalmente debe incluirse el sílice (Si), aunque no se le considera esencial es importante y es un elemento benéfico en la nutrición del cultivo de caña de azúcar. (CENGICAÑA, 2012)

El requerimiento de nutrientes para la caña de azúcar varía según la variedad, el suelo, condiciones climáticas y manejo del cultivo. A partir de 1993 se realizó el “Estudio Semidetallado de Suelos de la Zona Cañera de Guatemala” y el estudio de “Grupos de manejo de suelos”, así mismo un trabajo sistemático de investigación científica-tecnológica que permitió determinar estrategias para la optimización de fertilizante nitrogenado y recomendaciones económicas para el uso y manejo de fertilizante fosforado. (CENGICAÑA, 2012)

Los fertilizantes son aplicados por grupos de manejo de suelos, de acuerdo con los requerimientos, análisis de suelos y rendimiento potencial. Se han especificado recomendaciones para nitrógeno y fósforo tal como se observa en los siguientes cuadros.

Cuadro 3.23. Recomendación de dosis de nitrógeno (kg N/ha) para el cultivo de caña de azúcar en suelos derivado de ceniza volcánica.

CATEGORÍA DE MO (%)	CAÑA PLANTÍA (KG N/HA)	CAÑA SOCA		
		¹ Rel N:TC	Dosis mínima	Dosis máxima
			Kg de N/ha	
Baja (< 3.0)	80	1.14	100	150
Media (3.0-5.0)	70	1.00	90	130
Alta (> 5.0)	60	0.90	80	120

Fuente: CENGICAÑA, 2012

Cuadro 3.24. Recomendaciones de dosis de fósforo, según P del suelo, ciclo de cultivo y tipo de suelo.

CATEGORÍA DE P	CAÑA PLANTÍA		CAÑA SOCA	
	Andisoles	Otros suelos	Andisoles	Otros suelos
Baja (< 10 ppm)	80	60	40	25
Media (10-30 ppm)	60	40	0	0
Alta (> 30 ppm)	0	0	0	0

Fuente: CENGICAÑA, 2012.

Cada plantía. Hace referencia a la caña de azúcar que será de primer corte, es decir después de 11 o 12 meses de haber sido sembrada. Caña soca. Hace referencia a la caña de azúcar de 2 o más cortes.

3.16.2.3 Fuentes alternas de fertilizantes

Cachaza. La cachaza es un residuo en forma de sedimento que resulta de la clarificación del jugo de caña en la fabricación del azúcar. Por cada tonelada de caña molida en la fábrica se producen alrededor de 34 kg de cachaza. La cachaza tiene altos contenidos de C orgánico, fósforo, calcio y en menores cantidades nitrógeno, de tal manera que es un material utilizado en la fertilización y mejoramiento de los suelos agrícolas. (CENGICAÑA, 2012)

3.16.2.4 Uso de plaguicidas

En Guatemala se utilizan dos métodos de control de malezas en el cultivo de caña de azúcar: a) control mecánico y b) control químico.

3.16.2.4.1 Control mecánico: Se refiere al paso de diferentes implementos como parte de las diferentes labores mecánicas que se realizan en el cultivo. Entre las labores mecánicas esta el paso de cultivadora (botado de mesa) cuyo objetivo es nivelar el surco o camellón entre las hileras de caña de azúcar en caña plantía. Esta labor se hace a los 40 ó 50 días después de la siembra o corte, dando un control aproximado de

15 días, según condiciones de infestación; opcionalmente puede hacerse un segundo paso de cultivadora entre 55 y 65 días después del corte, logrando un manejo integral con el control químico.

En caña soca el paso del ferticultivo, será a los 45 días después del corte ó, decir después de la aplicación pre- emergente de malezas. Un segundo control mecánico se puede realizar con el cultivo a los 60 días después del corte.

3.16.2.4.2 Control químico: Consiste en la aplicación de herbicidas. Este método es de amplio y fácil uso en el cultivo de la caña de azúcar y con buenos resultados de control. Para lograr un período más amplio de días control se hace una combinación de los dos métodos indicados. La aplicación de herbicidas se puede hacer de tres maneras: a) mecanizada, b) manual y c) aérea.

3.15.3 CAFÉ

3.16.3.1 Labranza

El café prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado. Los limos volcánicos son ideales. (Damatta et al, 1997). Por lo que las actividades de labranza juegan un papel importante en el buen desarrollo de este cultivo, según los agricultores de la cooperativa sampedrana, las actividades de labranza son mínimas y se hacen de forma manual revolviendo el suelo utilizando piochas y azadones.

3.16.3.2 Uso de fertilizantes

El uso de fertilizantes busca mejorar la productividad del cultivo, se maneja la fertilización foliar ya que esta tiene innegables ventajas sobre la aplicación de fertilizante al suelo. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, no inferior al 90%. Por el contrario los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en un 50% o más, por diferentes motivos. Otras ventajas de la fertilización foliar es que se pueden aplicar fungicidas en la misma solución. Las aplicaciones más comunes son de uno por ciento de urea y de medio por ciento de Manzate, u otro fungicida similar, en aspersiones quincenales en almácigos o siembras recientes en el campo, para la fertilización nitrogenada y, al mismo tiempo el control de la mancha de hierro, enfermedad fungosa de gran difusión en las plantaciones de cafetos al sol. (INFOAGRO, 2012)

Dicho uso se combina con incorporación de materiales orgánicos o fertilizantes naturales producidos por los pobladores de Yepocapa.

3.16.3.3Uso de plaguicidas

La incidencia de plagas en el cafeto es muy variada, las palomillas, escamas y nematodos atacan el sistema radicular; los cortadores y taladradores, el tallo y las ramas; los cortadores y chupadores, las hojas y la broca, algunos frutos. Estas plagas presentan muchos rangos de variación. La edad de la planta tiene su influencia, las plantas jóvenes posiblemente son más susceptibles a las escamas que las adultas.

Otra relación son las características varietales; así, los arábicos compactos son más susceptibles a las escamas, áfidos, palomillas y nematodos, mientras que Canephora ha demostrado cierta tolerancia a plagas del sistema radical. La amenaza de la broca demandará una mayor eficiencia y tecnificación de las plantaciones, haciendo que el cultivo sea más rentable, de tal manera que permita cubrir los gastos ocasionados por el control fitosanitario. (INFOAGRO, 2012)

Dentro de las enfermedades las más importantes, por la severidad de las infecciones son: la roya, cercóspora, llaga negra, antracnosis, phoma y otras como ojo de gallo y mal de hilachas que están ligadas a las condiciones ambientales. (INFOAGRO, 2012)

Conviene indicar que el uso de productos químicos en los controles fitosanitarios rompe el equilibrio biológico del medio-ambiente. Existen microorganismos e insectos benéficos que contribuyen al control natural, procurando hacer un uso mínimo de productos químicos. (INFOAGRO, 2012)

En el caso de los productores de la Cooperativa Sampedrana, el mayor problema está en la incidencia de roya en sus cafetales, lo cual disminuye la producción. Esta situación se controla con la aplicación de fungicidas de 1 a 3 veces durante el año (según los medios económicos lo permitan). Entre los más utilizados están Duett, Alto 10 y Caporal.

3.16 SALUD Y SANIDAD PÚBLICA

3.16.1 Principales enfermedades

◆ San Pedro Yepocapa

La incidencia de enfermedades es provocada por las condiciones sociales tales como: enfermedades respiratorias y gastrointestinales que están relacionadas con las condiciones de vivienda, servicios de saneamiento y acceso a agua potable y que afectan especialmente al área rural del municipio. Entre las principales enfermedades están: gripes, neumonía, infecciones gastrointestinales (parasitoides y amebianas) (PDM, 2010)

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

En este municipio prevalecen las enfermedades de las vías respiratorias, ya sean por neumonías, gripes, bronquitis; así como enfermedades diarreicas provocadas por parásitos tales como la Entamoeba histolytica (Centro de Salud, 2012)

3.16.2 Índices de mortalidad

◆ San Pedro Yepocapa

La tasa de mortalidad general es de 2.52 (MSPAS, 2009). La mortalidad se relacionan con las causas de morbilidad y condiciones sociales. Sobresale la cirrosis hepática alcohólica que afecta principalmente a los hombres, seguida de la neumonía o bronconeumonía que predomina en las mujeres. Otras de las causas de

mortalidad que representan un porcentaje significativo son: diabetes mellitas, infarto agudo al miocardio e insuficiencia cardiaca congestiva (PDM, 2010)

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

Según datos oficiales del MSPAS para el año 2009, las principales tasas de mortalidad del municipio están por debajo de los indicadores departamentales y nacionales. Sin embargo, dentro de las causas de muerte en menores de 1 año prevalecen las infecciones respiratorias y las enfermedades diarreicas, causantes del 50% y 32%, respectivamente, y los fallecimientos en niños de 1-4 años de edad y 60% y 22%, respectivamente; muertes que pudieron ser evitables, sin embargo persiste el problema de demoras en la atención, provocada por desconocimiento de signos de peligro, búsqueda tardía de atención media, retraso en la toma de decisiones y acceso limitado a la red de servicios de salud, así como por la limitada capacidad de resolución institucional.

En la mortalidad general también prevalecen las muertes por infecciones respiratorias (24%), pero es necesario resaltar que la tercera causa son las muertes provocadas por heridas de arma de fuego, donde la prevalencia es el género masculino en un 78%, que esto va íntimamente relacionado con los índices de violencia e inseguridad que se reportan para el municipio, el resto de causas se distribuyen en trastornos cardiovasculares, desnutrición, enfermedades crónicas y degenerativas, así como diversos tipos de accidentes.

Cuadro 3.25. Tasa de mortalidad infantil.

TASA DE MORTALIDAD DE LA NIÑEZ 2009 SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA.		
Niveles	Tasa	
	< año	< 5 años
Municipal	11.75	21.36
Departamental	25	31
Nacional	30	42

Fuentes: SIGSA, 2009.

Cuadro 3.26 Casos de muerte materna en Santa Lucía Cotzumalguapa

Descripción	Casos/ Razón Mortalidad Materna
Casos reportados a nivel municipal (2009)	1
Razón de mortalidad materna por departamento (2005)	100
Razón de mortalidad materna nacional (2005)	134

Fuente: SIGSA, 2009/ SEGEPLAN 2010.

3.16.3 Índices de morbilidad

◆ San Pedro Yepocapa

Las causas generales de la morbilidad prioritaria están relacionadas con las condiciones socioeconómicas de la población. Especialmente las relacionadas con la falta de acceso a servicios básicos. Las causas que presentan mayor porcentaje son: infecciones respiratorias, diarreas, neumonías, amebiasis, entre otras (DPM, 2010)

◆ Santa Lucía Cotzumalguapa

Las diez causas de morbilidad que se reportaron para el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa en el año 2008, se representan en el cuadro 13, en el que se puede analizar la incidencia por género y el total de casos ocurridos, como podrá notarse, las causas son diversas pero están muy asociadas a problemas de contaminación ambiental y falta de prevención, así como descuido de normas higiénicas.

Cuadro 3.27. Principales causas de morbilidad en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

CAUSAS	MASCULINO	%	FEMENINO	%	TOTAL
Rinofaringitis aguda	3,293	45.01	4,023	54.99	7,316
Amigdalitis aguda	1,266	45.02	1,546	54.98	2,812
Parasitosis intestinal	1,048	42.90	1,395	57.10	2,443
Anemia de tipo no especificado	657	27.76	1,710	72.24	2,367
Neumonías y Bronconeumonías	1103	46.64	1,262	53.36	2,365
Caries dental no especificada	837	37.63	1,387	62.37	2,224
Diarreas	964	44.88	1,184	55.12	2,148
Amebiasis, no especificada	777	40.83	1,126	59.17	1,903
Infección de vías urinarias	399	25.11	1,190	74.89	1,589
Desnutrición proteico calórica	467	36.92	798	63.08	1,265

Fuente: MSPAS, 2008

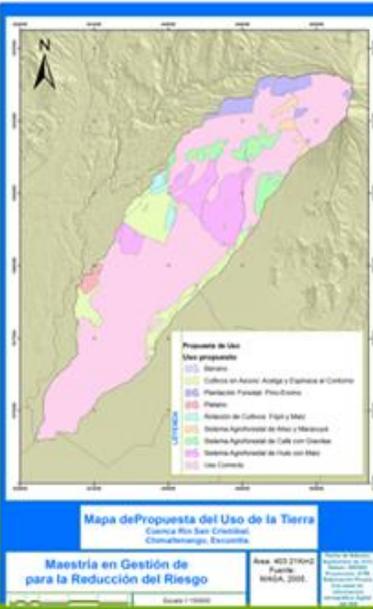
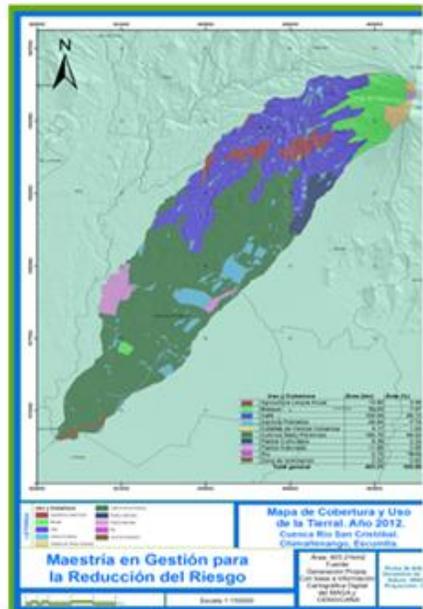
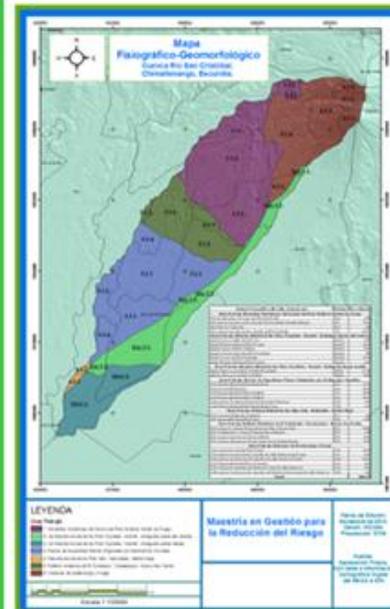
Otro de los factores importantes es que el inicio de la zafra coincide con los cambios climáticos y época de vientos, por lo tanto la contaminación provocada por la erosión del trabajo agrícola y el traslado bacteriológico que producen los vientos son factores importantes en el análisis. Las estadísticas sitúan a las infecciones respiratorias agudas y a la amigdalitis como las primeras causas de morbilidad en el municipio, de cada 100 enfermos que se reportan, 62 son mujeres, lo que confirma que este sector aun es el más vulnerable.

3.17 CONCLUSIÓN

La caracterización socio demográfica permitió obtener suficiente información, que aunada a la información que se va a presentar en el siguiente capítulo ayudaron a generar la Propuesta de uso de la tierra, que va incluida dentro el Plan de manejo Integral de la Subcuenca del Río Cristóbal.

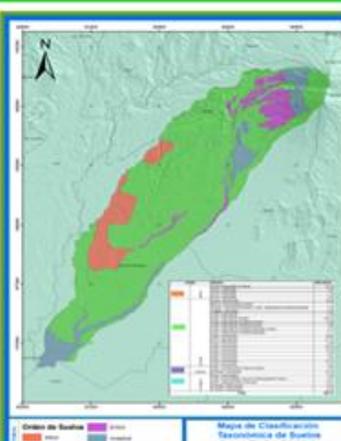
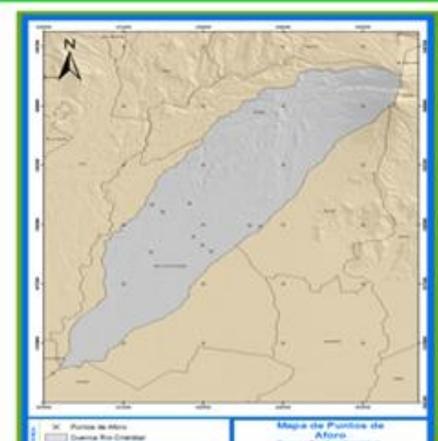
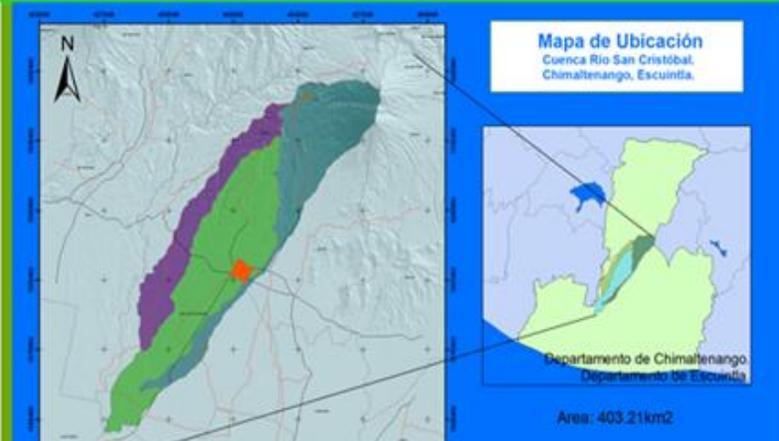
La información se utilizó para definir y medir las variables relacionadas con el desarrollo, los niveles de vida y las condiciones sociales y económicas. Así la caracterización socio demográfica sirvió para identificar la calidad de vida, las condiciones sociales y económicas de las poblaciones que viven en la Subcuenca, es un estudio que permitió ver las relaciones existentes entre los diferentes actores, las instituciones presentes, los problemas existentes en el área. Así también identificar los factores que están generando riesgo, a manera de que el Plan Integral esté basado en los elementos de amenaza y vulnerabilidad.

Es de suma importancia realizar estudios socioeconómicos cuando se realizan planes, proyectos o propuestas de desarrollo, ambientales ya que se está integrando el elemento base para lo cual se está dirigiendo tal proyecto.



Capítulo 4

Caracterización Biofísica de la Subcuenca del Río Cristóbal



CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL, GUATEMALA

El presente capítulo tiene como objetivo presentar características físicas y biofísicas (fisiográfico, hidrográfico, uso actual del suelo, etc) de la Subcuenca que permiten se dé las interrelaciones con el medio ambiente y por ende con los Recursos Naturales. Se inició igual que en el capítulo anterior de información primaria sitios web, libros, documentos relacionados al área de la Subcuenca, luego con entrevistas en el lugar a los habitantes, instituciones tanto públicas como privadas, haciendo recorridos de campo a lo largo del área de la Subcuenca.

El área de la Subcuenca es de 403.21 kilómetros cuadrados, se obtuvieron datos de temperatura, precipitaciones mensuales, humedad, etc., de 3 Estaciones Meteorológicas privadas (Cengicaña, El Bálsamo, Tehuantepec) y de 1 estación del INSIVUMEH, las cuales están distribuidas en la parte media y baja de la Subcuenca.

Las áreas medias y altas de la Subcuenca dedicadas a actividades agropecuarias y forestales presentan un grave deterioro, el cual se manifiesta de diferentes formas; entre las que se encuentran: la pérdida de la vegetación. En la parte baja de la Subcuenca el avance del cultivo de la caña y la industrialización del azúcar conlleva a la disminución del área boscosa, mermando en gran escala la diversidad biológica.

Existen problemas ambientales en la Subcuenca, los cuáles se potencializan en el momento de presentarse un fenómeno hidrometeorológico, especialmente en la parte baja de la Subcuenca donde los impactos han provocado severos daños a la agricultura, la infraestructura y sobre todo a la integridad humana, mismos que han contribuido a la degradación de los Recursos Naturales, así como la afectación de la economía.

Para la realización y análisis de los elementos descritos anteriormente se utilizó el software de Arc Gis, Arc View, Excel Word, material digital de IGN como son las ortofotos, modelos de elevación a escala 1:50:000, capas vectoriales de información e imágenes de satélite. Después de creados los mapas, se calcularon las superficies de cada característica, se tabularon y analizaron los datos.

4.1. CLIMA

Se obtuvieron datos de temperatura y precipitación mensual de estaciones privadas y del INSIVUMEH que se ubican dentro de la Subcuenca y en sus alrededores. Los datos se arreglaron en un período de 12 años el cual comprende de 1999 a 2011 y se comprobó su confiabilidad mediante análisis de doble masa. La precipitación pluvial y temperatura se arreglaron en datos anuales. La ETP fue calculada mediante el Método de Hargreaves, haciendo uso de interpolación de las tablas establecidas para la latitud norte, Zona 15 y la ubicación de la Subcuenca. Las isoyetas e isotermas fueron hechas a mano y digitalizadas con ayuda del software ArcGIS 9.3. Se utilizaron datos de 7 y 4 estaciones respectivamente. Además se construyeron los climadiagramas para las 4 estaciones con disponibilidad de datos. 2 de estas estaciones se ubican dentro de la Subcuenca (Cengicaña y Camantulul) y las otras 2 en sus alrededores (Tehuantepec y El Bálsamo).

La Subcuenca del Río Cristóbal cuenta con 4 estaciones meteorológicas distribuidas en la parte media y baja de la Subcuenca, en la parte alta no se encuentra ninguna estación meteorológica. De las 4 estaciones presentes, 3 de ellas son privadas y 1 pertenece al INSIVUMEH. En el Cuadro 4.1 se presenta la localización y altura de las estaciones.

Dentro de la Subcuenca se da una alta variabilidad en precipitación y temperatura, esto altamente ligado a la variabilidad altitudinal que se da dentro de la Subcuenca, la cual va desde los 50 msnm hasta sobrepasar los 3,000 msnm. El comportamiento en los factores climáticos se puede observar en los mapas de isotermas (Figura 4.6) e isoyetas (Figura 4.5).

Cuadro 4.1 Datos de las estaciones meteorológicas utilizadas

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTURA (MSNM)
Cengicaña	91°3'36	14°19'47	300
El Bálsamo	91°0'0	14°16'48	280
Tehuantepec	91°6'0	14°10'12	60
Camantulul	91°03'03	14°19'30	280

Fuente: www.cengicaña.org

4.1.1 Climadiagramas

Estación Cengicaña.

Para la estación Cengicaña se puede observar un déficit hídrico durante 6 meses al año. La estación lluviosa comprende de mayo a octubre, observándose la “canícula” durante el mes de agosto. Las temperaturas promedios anuales se registran desde 24°C hasta los 26.7°C, dando un promedio de 26°C anual, siendo el mes de abril el más caliente. El régimen de precipitación llega a sus puntos máximos durante los meses de junio y septiembre y punto mínimo durante enero. La ETP se sitúa entre los 1664mm anuales, teniendo sus mayores registros durante los meses de mayo a septiembre.



Figura 4.1 Climadiagrama Estación Cengicaña.

☀ Estación Camantulul.

La estación Camantulul registra temperaturas promedio anuales desde 24.7°C hasta 27.8°C, siendo el promedio anual de 26.16°C. Abril es el mes con mayor temperatura y durante el año se registra una variación de menos de 2°C entre el mes más frío (Enero) y el más cálido. La precipitación anual promedio es de 3944mm, con junio y septiembre como sus meses de mayor precipitación. La ETP está en los 1700mm anuales. Presenta déficit hídrico 4 meses al año, de diciembre a marzo.

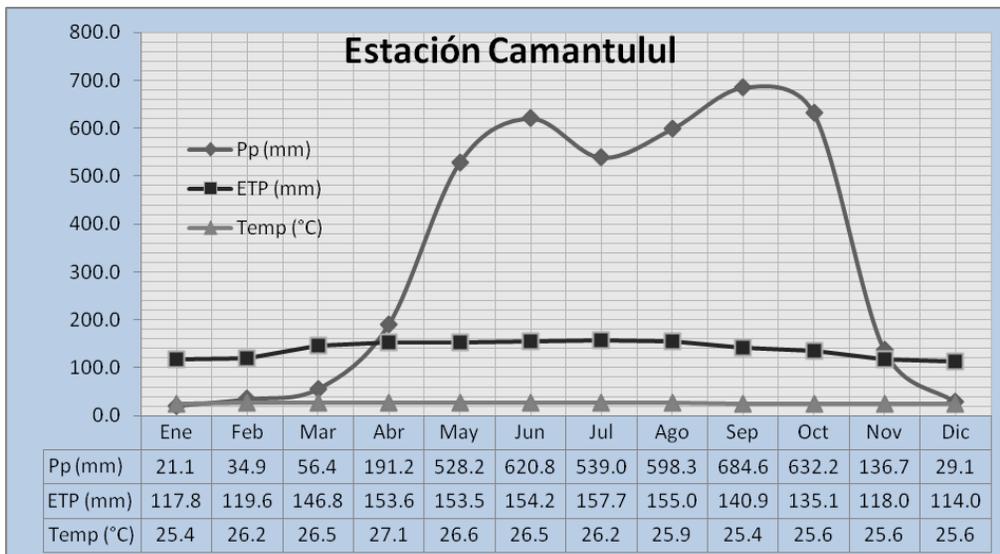


Figura 4.2 Climadiagrama estación Camantulul

☀ Estación El Bálsamo.

La estación Bálsamo registra temperaturas medias anuales entre los 22°C y los 26.3°C, con un promedio anual de 25 °C, siendo abril el mes con mayor temperatura. La precipitación anual promedio es de 5085mm, siendo mayo y septiembre los meses de mayor precipitación. La ETP es de 1657mm anuales y se registra déficit hídrico de diciembre a marzo.

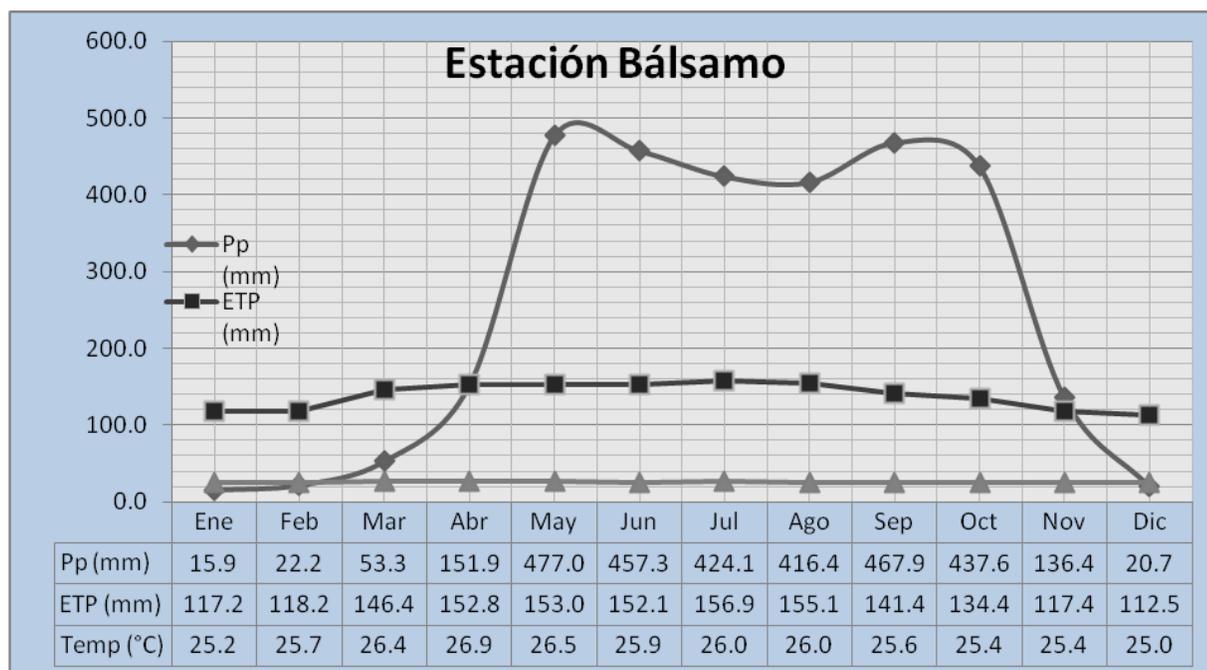


Figura 4.3 Estación El Bálsamo

Las anteriores estaciones se sitúan en el estrato medio de la Subcuenca, y se puede observar una tendencia en temperatura, precipitación y ETP ligada a su altura sobre el nivel del mar.

☀ Estación Tehuantepec.

En esta estación se registra temperaturas medias anuales desde 26.3°C hasta 27.7°C, siendo la promedio anual de 27.25°C, con abril y mayo como los meses que registran mayor temperatura, situándose estos en los 28°C. La precipitación media anual se sitúa en los 3700mm, siendo junio y septiembre los de mayor precipitación. La ETP es de 1713mm anuales, y presenta 6 meses de déficit hídrico. La estación Tehuantepec es la única situada en el estrato bajo de la Subcuenca y se puede observar una diferencia en la tendencia de temperatura, ETP y precipitación. Dentro de la Subcuenca, es el estrato que para fines de cultivo, tiene mayor necesidad de riego.

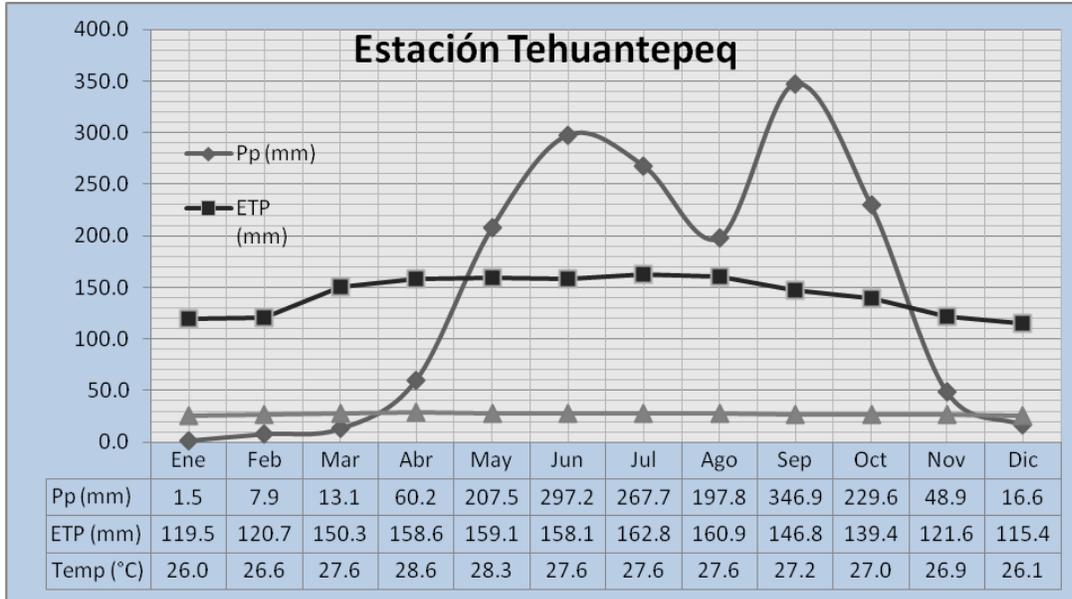


Figura 4.4 Estación Tehuantepec

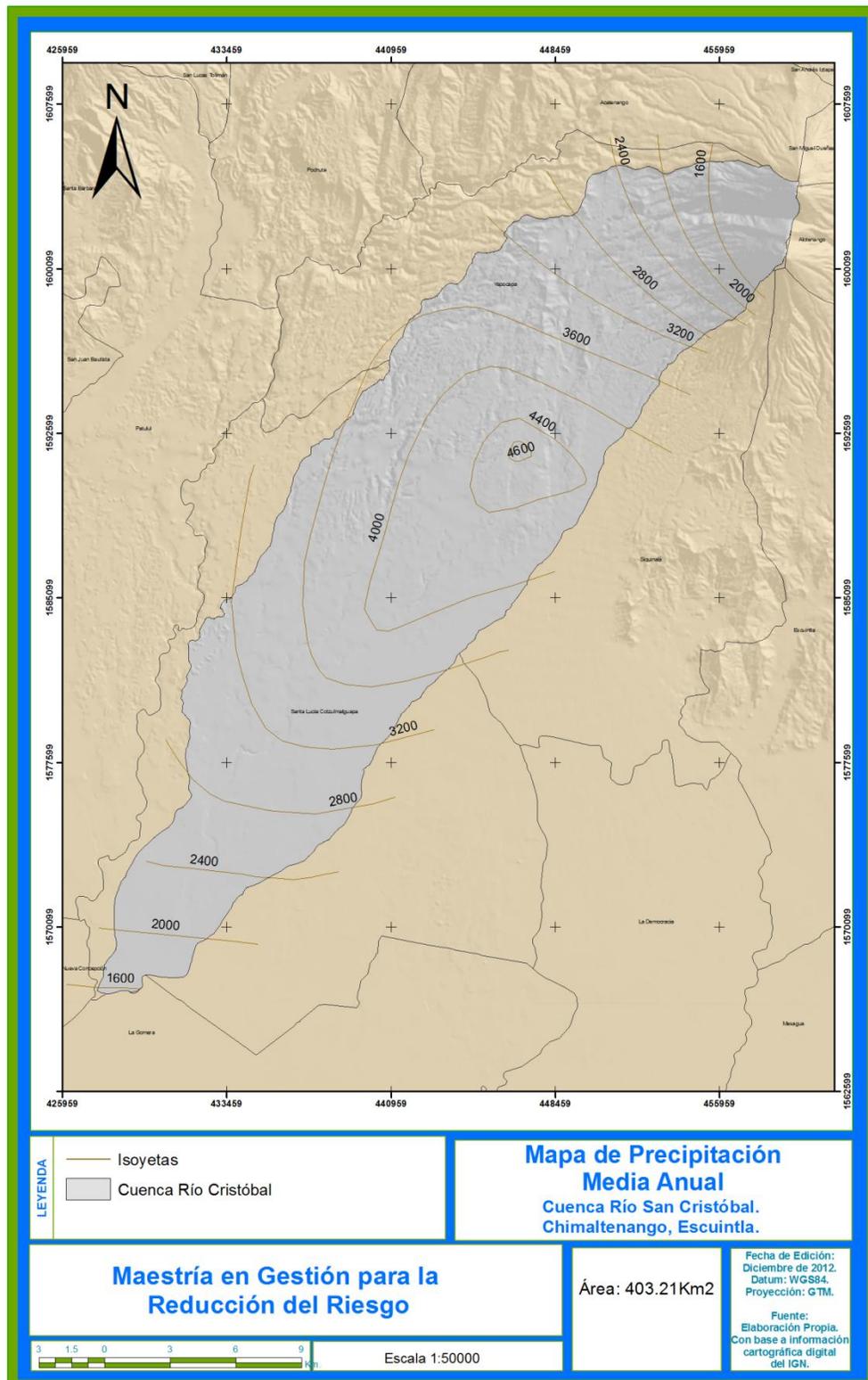


Figura 4.5 Mapa de Isoyetas

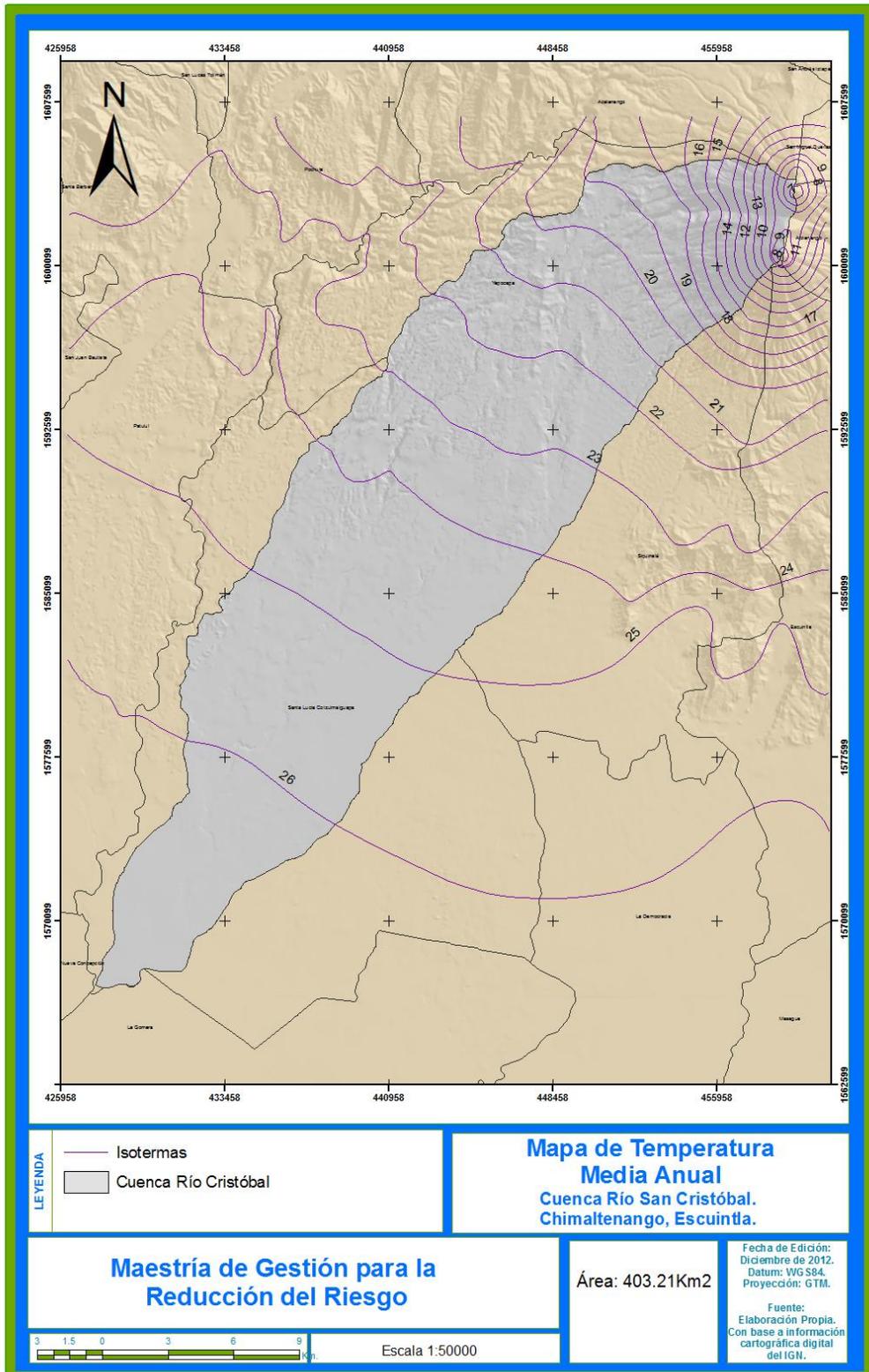


Figura 4.6 Mapa de Isotermas

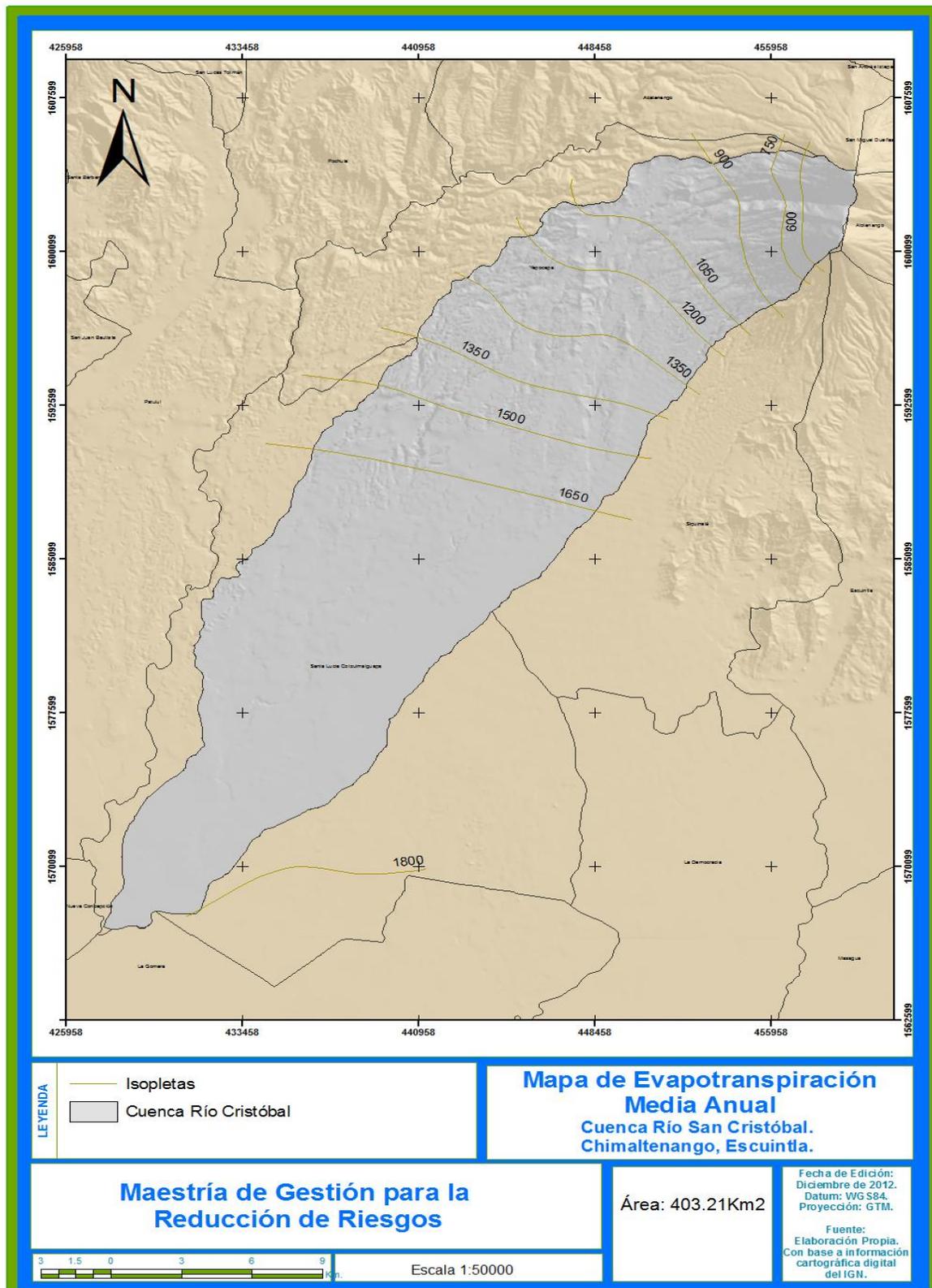


Figura 4.7 Mapa de Isopletas

El mapa de Isotermas (Figura 4.6) nos muestra como la temperatura va disminuyendo conforme la altura va incrementando, siendo el área de los volcanes la que manifiesta las temperaturas más bajas dentro de la Subcuenca. Ya que la evapotranspiración está ligada a la temperatura, su comportamiento es muy similar al de ésta, lo cual se observa en la Figura 10, en el mapa de isopleas. En el caso de la precipitación pluvial se puede observar que ésta incrementa conforme a la altura, pero aproximadamente a los 700 msnm, en donde se encuentra el último punto de registro confiable (Estación Los Tarros), se produce la máxima precipitación dentro de la Subcuenca. Después de este punto el comportamiento de la lluvia empieza una tendencia descendente, siendo el área de los volcanes muy similar al que se registra en la parte baja de la Subcuenca, en términos de precipitación pluvial, a pesar de tener más de 2500 metros de diferencia en altitud. Debido a que este registro es único en toda el área de estudio, en el mapa de isoyetas se observa una circunferencia, en donde el centro está ocupado por la estación Los Tarros, el cual se muestra en la Figura 4.5.

4.2 ZONAS DE VIDA

En la Subcuenca del río Cristóbal se lograron ubicar tres zonas de vida según el sistema de Clasificación de Holdridge y modificado por De la Cruz, se ubicaron en la parte alta de la Subcuenca las zonas de vida correspondientes al Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical; en la parte media y baja de la Subcuenca es ubica la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido), correspondiendo a las siguientes áreas:

Cuadro 4.2 Zonas de Vida

ZONAS	ZONA DE VIDA	ÁREA (KM2)	ÁREA (%)
bh-MB	Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical	25.76	6.39
bmh-MB	Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical	12.19	3.02
bmh-S(c)	Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)	365.26	90.59
Totales		403.21	100.00

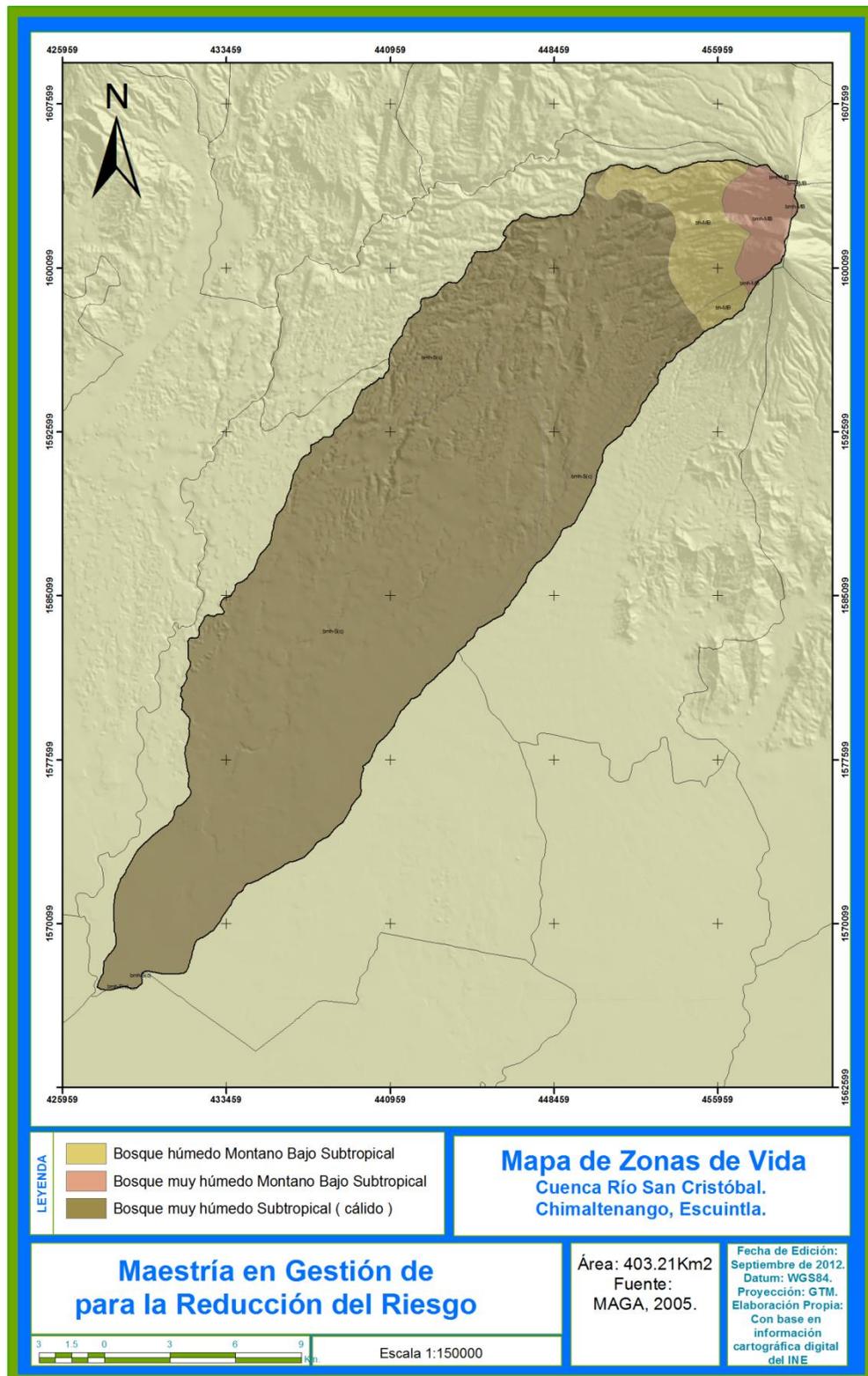


Figura 4.8 Zonas de Vida

4.3 Recurso Hídrico

4.3.1 Agua Superficial.

4.3.1.1 Hidrografía.

El principal río de la Subcuenca, es el Pantaleón. Este río tiene una longitud de alrededor de 45km, desde su nacimiento en el cono del Volcán de Fuego hasta que tributa con el río Cristóbal, cercana a la Aldea Las Playas.

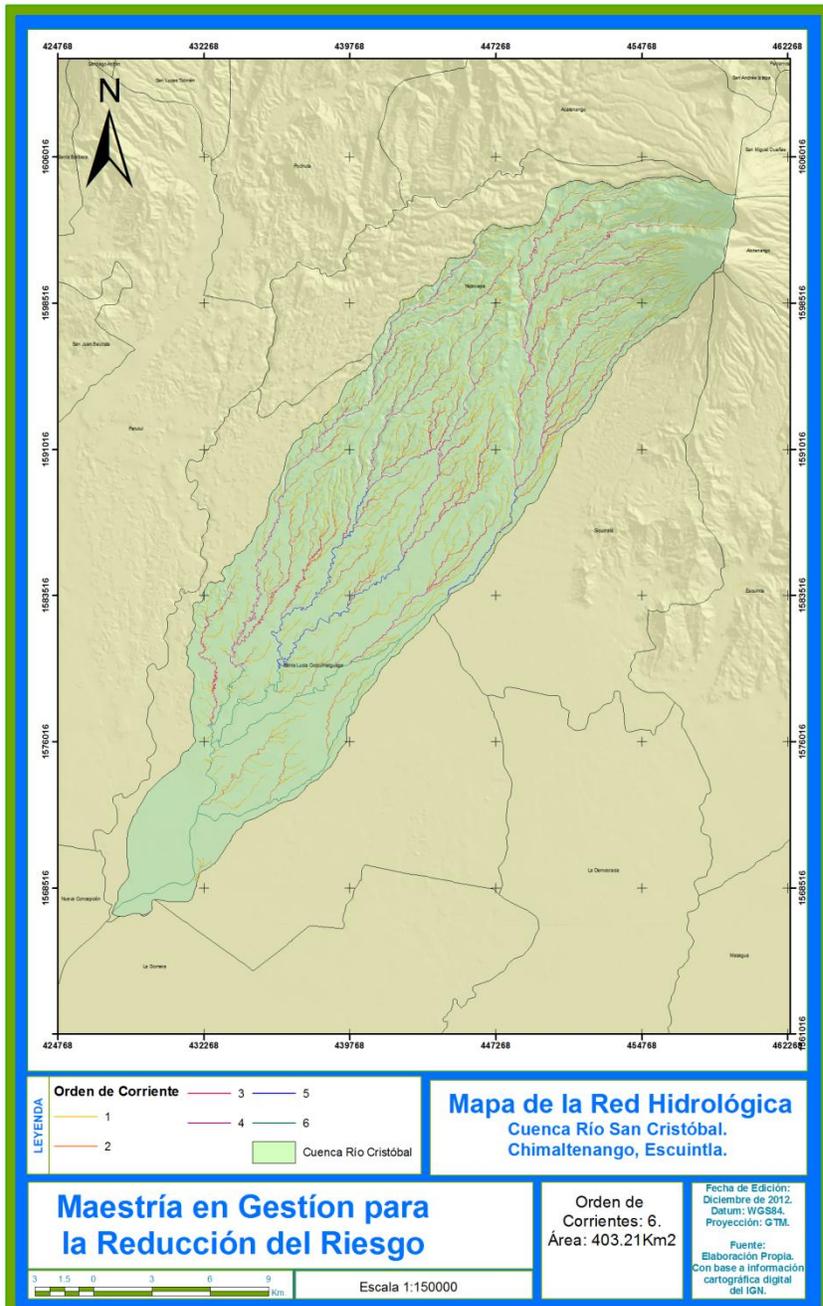


Figura 4.9 Red Hidrológica Subcuenca del Río Cristóbal

4.3.1.1.1 Características Morfométricas de la Subcuenca del río Cristóbal.

Parte del análisis hidrológico de la Subcuenca lo constituyen los datos morfométricos, puesto que reflejan características físicas y así como características de drenaje, las cuales son el punto de partida para establecer comparaciones entre Subcuencas y con ello tomar decisiones que permitan manejar sosteniblemente los recursos naturales que en ella o ellas existan. A continuación se listan las características de la Subcuenca del Río Cristóbal, se realizó el análisis para la Subcuenca como tal y para las Subcuenca que integran la Subcuenca.

4.3.1.1.2 Aspectos Lineales

En el Cuadro 4.3 se aprecian los aspectos lineales por Subcuenca y de toda la Subcuenca, a nivel de Subcuenca el perímetro de la misma es de 113.468km, donde la Subcuenca con mayor perímetro es la del Río Pantaleón mientras que la que tiene menor perímetro es la del Río Aguná. Esta Subcuenca presenta muchas corrientes intermitentes y efímeras, así como permanentes, que inician en el cono del Volcán de Fuego y finalizan en el punto de aforo que se ubica cuando el Río San Cristóbal alcanza el Río Cristóbal a la altura de la Aldea Las Playas.

Cuadro 4.3 Listado de aspectos Lineales por Subcuenca

SUBCUENCA	PERÍMETRO (KM)		NÚMERO DE CORRIENTES	RADIO DE BIFURCACIÓN MEDIO	LONGITUD MEDIA DE CORRIENTES (KM)
Subcuenca río Aguná	74.555	4	198	4.475	1.168
Subcuenca río Cristóbal	93.324	6	355	2.623	1.37
Subcuenca río Pantaleón	104.778	5	281	3.272	1.498
Subcuenca río Cristóbal	113.468	6	834	3.065	1.36

De acuerdo al número de orden, es una Subcuenca de tipo 6, con 864 corrientes y una longitud acumulada de 1,138.128 kms. Lo cual coloca en evidencia que esta Subcuenca, tiene un orden de corrientes alto y posee un alto número de afluentes o corrientes.

Ahora bien, el radio de bifurcación define el cociente entre el número de cauces de cualquier orden y el número de corrientes del siguiente orden superior, donde las relaciones de bifurcación varían entre 2.0 y 4.0 con valores promedio de 3.5 (Salguero, 2010). Los valores altos, son esperados en regiones muy montañosas y rocosas, así como en Subcuencas alargadas o de órdenes mayores; mientras que valores bajos hacen referencia a escenarios opuestos. Para esta Subcuenca, la relación de bifurcación es de 3.065 para la

Subcuenca; en las Subcuencas se observan datos que oscilan entre los valores promedio propuestos. Esto reafirma el hecho, que la Subcuenca es de orden alto y que topográficamente tiene comportamiento muy variable entre cada Subcuenca, aunque a nivel de Subcuenca esta comparación no es sensible.

La longitud media de la Subcuenca es de 1.36km, dato a partir del cual podemos inferir que esta Subcuenca tiene pendientes relativamente pronunciadas puesto que sus cauces son un tanto cortos. Para las corrientes de orden uno, bajo el escenario de la Subcuenca, la longitud media de de 0.93km, y en la de orden 6 es de 21.332km, la amplitud que existe entre ambos datos reafirma la premisa que en la Subcuenca del Río Cristóbal existen pendientes escarpadas.

4.3.1.1.3 Aspectos de superficie.

Con respecto de los aspectos de superficie, podría decirse que es una Subcuenca de tamaño sensiblemente grande, 403.21km². Según Salguero (2010), en cuanto a la forma para un círculo el valor debiera ser de 0.73; para un cuadrado en función de la salida de la red los valores pueden ser de 1.0 o de 0.5; generalmente las Subcuencas ovaladas tienen valores alrededor de 0.4 0.5 y en las Subcuencas largas tienen relaciones de forma menores de 0.3. Por lo tanto, en el caso de las Subcuencas, así como de la Subcuenca en general, se puede afirmar que son forma extremadamente alargadas, con un valor a nivel de Subcuenca de 0.102, lo cual puede observarse en el Cuadro 20. Este dato indica que la Subcuenca tiene menos tendencias a concentrar determinadas intensidades de lluvia y que es menos vulnerable a crecidas.

Cuadro 4.4 Listado de aspectos de superficie por Subcuenca.

SUBCUENCA	ÁREA (KM ²)	RELACIÓN DE FORMA (ADIMENSIONAL)	DENSIDAD DE DRENAJE (KM/KM ²)	DENSIDAD DE CORRIENTES (CAUCES/KM ₂)
Subcuenca río Aguná	76.084	0.037	3.04	2.602
Subcuenca río Cristóbal	171.518	0.067	2.832	2.07
Subcuenca río Pantaleón	135.26	0.047	3.112	2.007
Subcuenca río San Cristóbal	403.21	0.102	2.973	2.178

Fuente Elaboración propia

Su densidad de drenaje es de 2.973km/km², lo cual indica que es una Subcuenca que tiene alta resistencia a la erosión, es muy permeable y que tiene una topografía de bajo relieve. La eficiencia de drenaje es media, ya que la frecuencia de corrientes es de 2.178cauces/km², lo cual valida la densidad de drenaje puesto que implica que la Subcuenca responde lentamente al flujo superficial, por lo que tiene una respuesta hidrológica baja a media.

4.3.1.1.4 Aspectos de relieve.

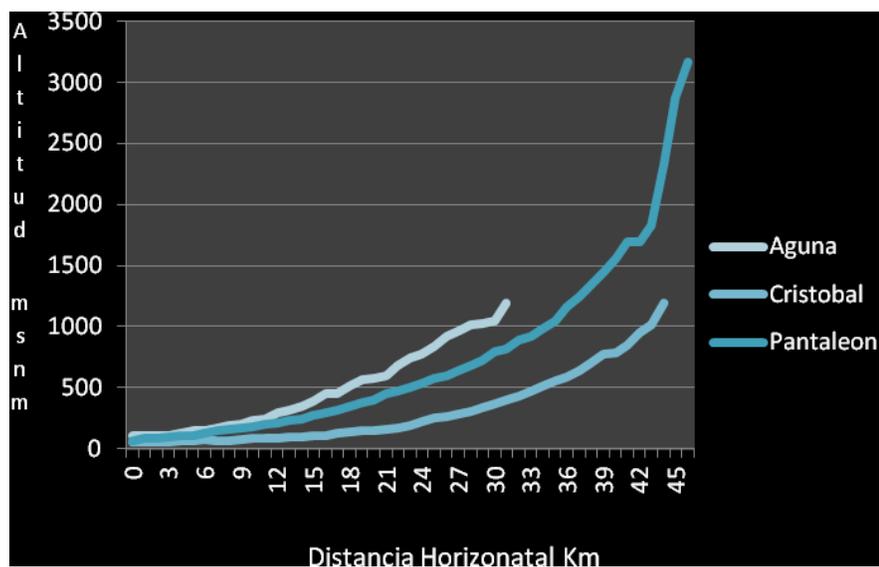
La pendiente promedio de la Subcuenca se calculó con el método de Alvord y dio como resultado un valor de 19%, donde la Subcuenca del Río Pantaleón posee las mayores pendientes de alrededor de 29% y la Subcuenca del Río Cristóbal 11%, estos valores se pueden observar en el Cuadro 4.5. La pendiente del cauce principal es de igual forma baja 6%. En la Figura 13, se ilustran los perfiles de los cauces principales, a partir de la cual se puede apreciar el comportamiento del relieve entre cada Subcuenca.

Cuadro 4.5. Listado de aspectos de relieve por Subcuenca.

SUBCUENCA	PENDIENTE MEDIA (%)	PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL (%)
Subcuenca río Aguná	19.438	2.843
Subcuenca río Cristóbal	11.282	2.15
Subcuenca río Pantaleón	29.06	5.97
Subcuenca río San Cristóbal	19.229	6.344

Fuente: Elaboración Propia.

Perfil Longitudinal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.10 Perfiles longitudinales por Subcuenca.

En el perfil longitudinal de los tres ríos se puede observar que el de mayor longitud es el río Pantaleón el que también presenta un inicio arriba de los 3200 metros mientras que el río Aguná inicia a una altura de 1200 metros y el río Cristóbal a 1190 aun cuando posee una longitud similar al río Pantaleón pero su descenso es lento. A lo largo del perfil del río Pantaleón se puede observar que su comportamiento ascendente de normal hasta que sobrepasa el Km. 30 cuando el cambio altitudinal es más pronunciado, mientras los otros ríos tienen un comportamiento constante a lo largo de su longitud con un leve pronunciamiento al final (ascendente).

4.3.1.2 Hidrometría.

La hidrometría permite conocer los datos de caudales y volúmenes en forma oportuna y veraz. La información hidrométrica también permite lograr una mayor eficiencia en la programación, ejecución y evaluación del manejo del agua en un sistema de riego o en nuestro caso para la prevención de riesgo a inundación.

En cuanto a la hidrometría de la Subcuenca, esta se trabajó de dos formas: la primera consistió en la determinación del promedio de los caudales observados a partir de registros que se han llevado durante los últimos siete años, dichos datos fueron proporcionados por el Instituto Privado de Cambio Climático (ICC). Y la segunda forma consistió en la determinación de caudales máximos generados con la metodología del método racional.

4.3.1.2.1 Caudales observados.

Según los aforos proporcionados por el ICC, muestran el comportamiento de los caudales en los últimos 7 años (del 2004 al 2011) en el mes de noviembre en época de lluvia el monitoreo de la ocupación aérea de los ríos (Aguná, Cristóbal y Pantaleón) en situaciones de inundación, esto puede ser llevado a cabo con la ayuda de imágenes satelitales de distintas fechas, herramienta adecuada en la gestión de los recursos naturales, sobre todo cuando el objetivo es la planificación del uso del territorio con fines producción sustentable y con miras a la disminución de los riesgos a inundación a que la población o la actividad productiva puede estar afectada.

El cuadro 4.6 muestra los caudales observados durante los últimos 7 años en algunas corrientes hídricas de la Subcuenca Cristóbal, se puede apreciar que el Río Pantaleón presenta un caudal promedio mayor a los demás con $16.94 \text{ m}^3/\text{s}$ siendo el que presenta mayor problemas a inundación afectando la producción de los cultivos y centros poblados “aguas abajo” en el área. En el punto de aforo de la Subcuenca, se observa que en promedio durante el mes de noviembre la Subcuenca tiene un caudal de $48.19 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que para el mes de febrero el caudal reduce considerablemente a $7.70 \text{ m}^3/\text{s}$, no está de más recalcar el hecho que para este mes no existen datos para el período 2004-2005.

Así mismo, es evidente que los caudales observados han variado a través de los años. Registrándose caudales tan altos como $153 \text{ m}^3/\text{s}$, y tan bajos como $21 \text{ m}^3/\text{s}$ para un mismo mes (Noviembre). Realizando un promedio entre los meses bajo estudio, el caudal promedio del río es de $27.95 \text{ m}^3/\text{s}$. En la figura 14, se

muestran los puntos de referencia, donde se han realizado los aforos a partir de los cuales se generó la información.

Cuadro 4.6 Caudales observados para los meses de noviembre y abril en la Subcuenca del Río Cristóbal.

Río	Datos	Caudales (m ³ /seg)							
		2004- 2005	2005- 2006	2006- 2007	2007- 2008	2008- 2009	2009- 2010	2010- 2011	Caudal Promedio (m ³ /seg)
Aguná	Noviembre	1.93	3.16	12.32	2.72	5.56	4.6	2.26	4.65
	Febrero	0	0.44	0.85	0.22	0	0.13	0.6	0.32
Ajaxá	Noviembre	0.49	0.32	1.77	0.64	0.64	1.77	0.41	0.86
	Febrero	0	0.2	0.43	0.34	0.2	0.1	0.28	0.22
Chisme	Noviembre	0.83	0.21	1.77	0.44	0.56	1.68	0.62	0.87
	Febrero	0	0.07	0.04	0.1	0.09	0.05	0.04	0.06
Cristóbal	Noviembre	11.18	10.71	42.34	2.85	3.07	7.59	2.69	11.49
	Febrero	0	2.34	7.53	0.7	0.98	0.23	0.5	1.75
Mapan	Noviembre	3.78	3.78	13.3	0	0	0	0	2.98
	Febrero	0	1.37	1.21	0	0	0	0	0.37
Pantaleón	Noviembre	8.43	12.88	52.61	8.37	9.03	14.13	13.1	16.94
	Febrero	0	4.81	9.18	1	3.69	1.19	4.53	3.49
Petayá	Noviembre	1.54	2.03	5.36	2.56	2.91	3.18	1.7	2.75
	Febrero	0	1.23	0.82	1.46	1.14	0.73	0.8	0.88
Xatá	Noviembre	0.71	0.64	23.95	4.31	4.66	13.64	5.62	7.65
	Febrero	0	0.28	0.9	0.51	0.68	0.53	1.37	0.61
Caudal Anual de Noviembre		28.89	33.73	153.42	21.89	26.43	46.59	26.4	48.19
Caudal Anual de Febrero		0	10.74	20.96	4.33	6.78	2.96	8.12	7.70

Fuente: Elaboración propia

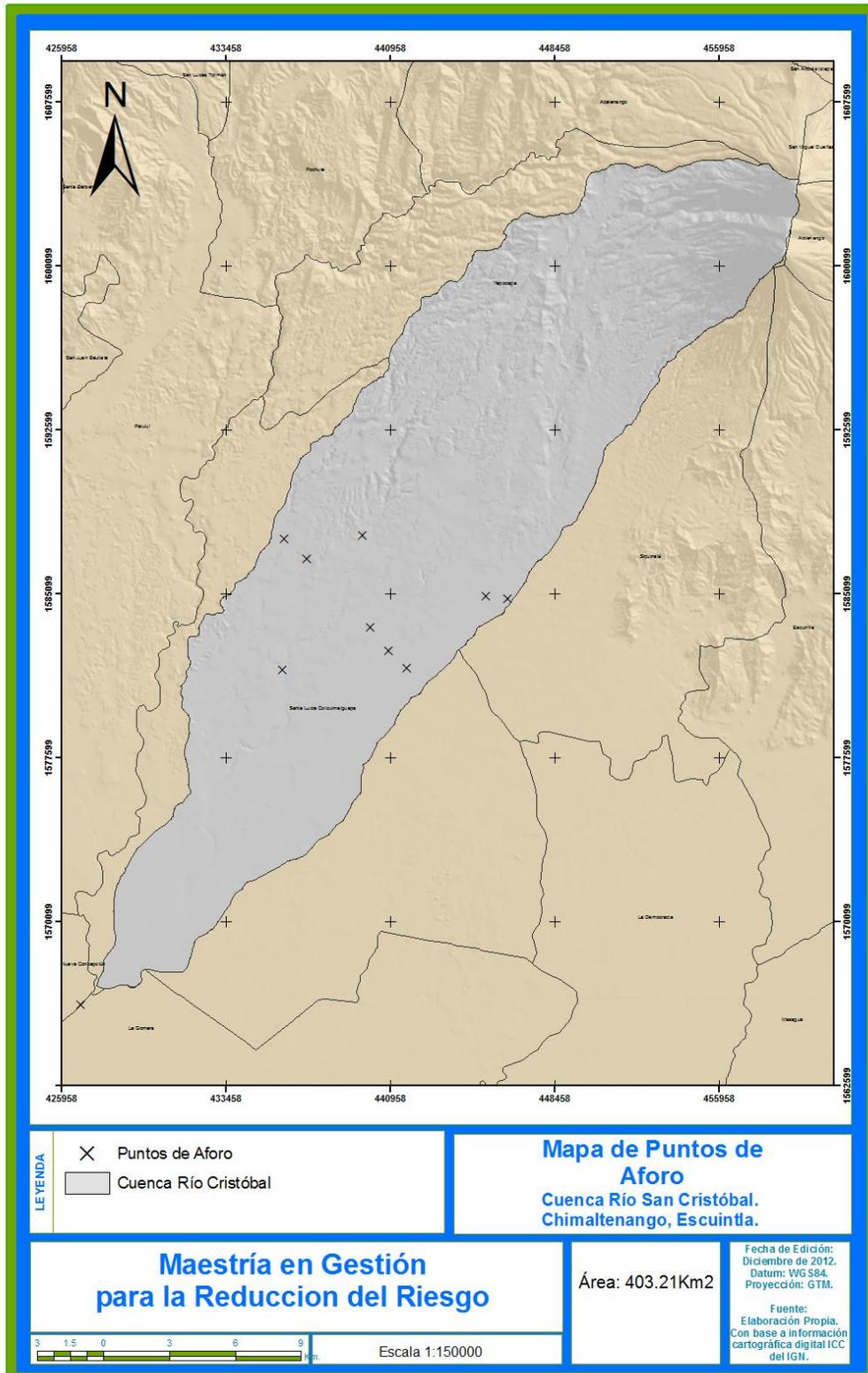


Figura 4.11 Mapa de Puntos de Aforo

4.3.1.2.2 Caudales máximos

Los caudales máximos se determinaron de la siguiente forma: Se tomó información generada a partir de la caracterización, esta correspondió a los siguientes aspectos: cobertura y uso, pendiente, textura y el área de la Subcuenca. Seguidamente, se asignó el coeficiente (C) que se obtuvo con la información previamente generada. Posteriormente, se procedió de la forma siguiente:

- ✿ Cálculo de la longitud máxima al punto de interés, generada con la capa de la red hidrológica existente.
- ✿ Determinación del desnivel del cauce. Es el desnivel que existe entre el punto más alto y el punto de interés. Se obtuvo a partir de la capa de curvas a nivel.
- ✿ Obtención del tiempo de concentración con la longitud máxima y el desnivel del cauce:

$$T_c = \frac{3 L^{1.15}}{154 H^{0.38}}$$

Donde:

L: Longitud máxima del punto de interés.

H: Desnivel del cauce.

Tc: Tiempo de concentración.

- ✿ Sustitución del tiempo de concentración en la fórmula de intensidad (de varios periodos de retorno) para diferentes periodos de lluvia.

$$I_{tr} = \frac{A}{(B + t_c)^n}$$

Donde:

A, B, n: Son constantes cambian según el Periodo de Retorno

I (tr): Intensidad de precipitación, duración igual a t_c.

Se obtuvieron diferentes intensidades de lluvias para el tiempo de concentración. Los parámetros para “A”, “B” y “n” utilizados en la fórmula, fueron los establecidos por el Instituto Nacional de Sismología, Hidrología, Vulcanología y Meteorología (INSIVUMEH), los cuales se listan a continuación:

Cuadro 4.7 Parámetros del INSIVUMEH para A, B y n.

TR	A	B	N
2	226.260	80	1,654
5	42.560	70	1,284
10	27.420	65	1,187
20	15.540	40	1,1
25	10.590	35	1,029
30	10.580	35	1,028
50	10.300	35	1,02
100	10.110	35	1,014

- Obtención del caudal para diferentes periodos, con el coeficiente C, Intensidad de lluvia Tr (5,10.....100 años) y el área.

$$Q = \frac{C I A}{3.6}$$

Donde:

C: Cubierta vegetal

A: Área según la cubierta vegetal

Q: Caudal

Este procedimiento, se realizó para cada Subcuenca (Río Cristóbal, Río Aguná y Río Pantaleón), así como para la Subcuenca. Los resultados se presentan a continuación:

Cuadro 4.8 Caudales máximos calculados.

PERIODO DE RETORNO (TR)	AGUNÁ (m ³ /s)	PANTALEÓN (m ³ /s)	CRISTÓBAL (m ³ /s)	TOTAL (m ³ /s)
2	147.92	369.49	318.15	841.52
5	261.64	618.10	579.19	1467.30
10	304.64	709.98	679.29	1702.47
20	311.94	726.91	696.34	1743.34
25	327.03	754.27	733.98	1822.94
30	328.64	757.83	737.49	1831.78
50	335.25	771.92	753.07	1867.96
100	340.78	783.81	766.02	1898.38

En el cuadro 4.8 se puede apreciar el caudal que es transportado por esta Subcuenca, así como las Subcuencas que la conforman. Al igual que en los caudales observados, el Río Pantaleón, es el río que mayor volumen de agua transporta en todos los períodos de retorno evaluados. Cabe destacar, que según pobladores de Santa Lucía Cotzumalguapa, cuando este río une su descarga al caudal del Río Cristóbal un par de kilómetros “aguas abajo” a la altura de la Aldea “Las Playas” es cuando se desborda.

Por lo tanto, cualquier estrategia de planificación debiera ir enfocada a reducir el caudal que este río conduce, de igual forma valdría la pena evaluar que tanto ha sido modificado el cauce natural de este río por prácticas de conducción de agua para el cultivo de la caña de azúcar. Ya que durante la época seca, el caudal que el río debiera conducir, se reduce puesto que este se utiliza para actividades riego del cultivo antes mencionado; mientras que en época lluviosa tales desvíos dejan de funcionar. Esto, aunado a las características de morfometría, las condiciones climáticas imperantes en la Subcuenca, pone en evidencia que debe de existir una adecuada planificación de las actividades agrícola-productivas existentes en el área.

4.3.1.2.3 Balances Hídricos de Suelos

El balance hídrico de la Subcuenca, se calculó para cada orden en función del perfil modal predominante. La tasa de infiltración básica fue determinada usando el software SPAW (Soil-Plant-Air-Water. Field & Pond

En la figura 4.12 puede apreciarse el balance hídrico para los Alfisoles, los cuales ocupan un área de 21.47km² correspondiente al 5.32% del área total, en estos suelos existe una lámina de recarga potencial de 1961mm anuales. Esto en función de las características del suelo, así como las condiciones climáticas presentes en el área. El volumen de agua que se recarga en este orden es de 42,117.7m³ al año.

b. Andisoles

BALANCE HÍDRICO DE SUELOS													
Andisoles													
Zona de Estudio:	Subcuenca Río Cristóbal												
Fecha:	23 de noviembre de 2012												
Textura de Suelo:	Franco Arenoso												
Simbología													
fc: Capacidad de Infiltración.							P: Precipitación Media Mensual.						
I: Infiltración.							Pi: Precipitación que infiltra.						
CC: Capacidad de Campo.							ESC: Escorrentía Superficial						
PM: Punto de Marchitez.							ETP: Evapotranspiración Potencial.						
PR: Profundidad de Raíces.							ETR: Evapotranspiración Real.						
(CC-PM): Rango de Agua Disponible.							HSi: Humedad de Suelo Inicial.						
DS: Densidad de Suelo.							HD: Humedad Disponible						
C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR							HSf: Humedad de Suelo Final.						
C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR							DCC: Déficit de Capacidad de Campo.						
Kp: Factor por pendiente (ver léame)							Rp: Recarga Potencial						
Kv: Factor por vegetación (ver léame)							NR: Necesidad de Riego.						
Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración							Ret: Retención de lluvia						
fc [mm/d]	2000.16												
Kp [0.01%]	0.06												
Kv [0.01%]	0.18												
Kfc [0.01%]	1												
I [0.01%]	1												
DS (g/cm ³):	1.37												
PR (mm)	1000.00												
HSi (mm)	261.46												
Nº de mes con que inicia HSi;1,2,3...12?	4												
Lluvia retenida [0.01%] : Bosques=0.2, otros=	0.12												
	Por peso												
							(%)	(mm)					
							CC	19.09 261.46					
							PM	14.95 204.82					
							(CC-PM)	4.14 56.65					
Concepto	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
P (mm)	229.60	48.90	16.60	1.50	7.90	13.10	60.20	207.50	297.20	267.70	197.80	346.90	1694.90
Ret [mm]	27.55	5.87	5.00	1.50	5.00	5.00	7.22	24.90	35.66	32.12	23.74	41.63	215.20
Pi (mm)	202.05	43.03	11.60	0.00	2.90	8.10	52.98	182.60	261.54	235.58	174.06	305.27	1479.70
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	139.40	121.60	115.40	119.50	120.70	150.30	158.60	159.10	159.10	162.80	160.90	146.80	1714.20
HSi (mm)	261.46	261.46	243.70	261.46	204.82	204.82	204.82	204.82	261.46	261.46	261.46	261.46	261.46
HD (mm)	258.70	99.68	50.48	56.65	2.90	8.10	52.98	182.60	318.19	292.23	230.71	361.92	361.92
ETR (mm)	139.40	60.80	50.48	56.65	2.90	8.10	52.98	112.55	159.10	162.80	160.90	146.80	1113.46
HSf (mm)	261.46	243.70	204.82	204.82	204.82	204.82	204.82	261.46	261.46	261.46	261.46	261.46	261.46
DCC (mm)	0.00	17.77	56.65	56.65	56.65	56.65	56.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rp (mm)	62.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.40	102.44	72.78	13.16	158.47	422.90
NR (mm)	0.00	78.57	121.57	119.50	174.45	198.85	162.27	46.55	0.00	0.00	0.00	0.00	901.76

Figura 4.13 Balance hídrico de Andisoles.

En la figura anterior se puede apreciar el balance hídrico para los Andisoles, los cuales ocupan un área de 271.94km² correspondiente al 67.44% del área total, en estos suelos existe una lámina de recarga potencial

de 422.90mm anuales. Esto en función de las características del suelo, así como las condiciones climáticas presentes en el área. El volumen de agua que se recarga en este orden es de 115,003.4m³ al año.

c. Inceptisoles

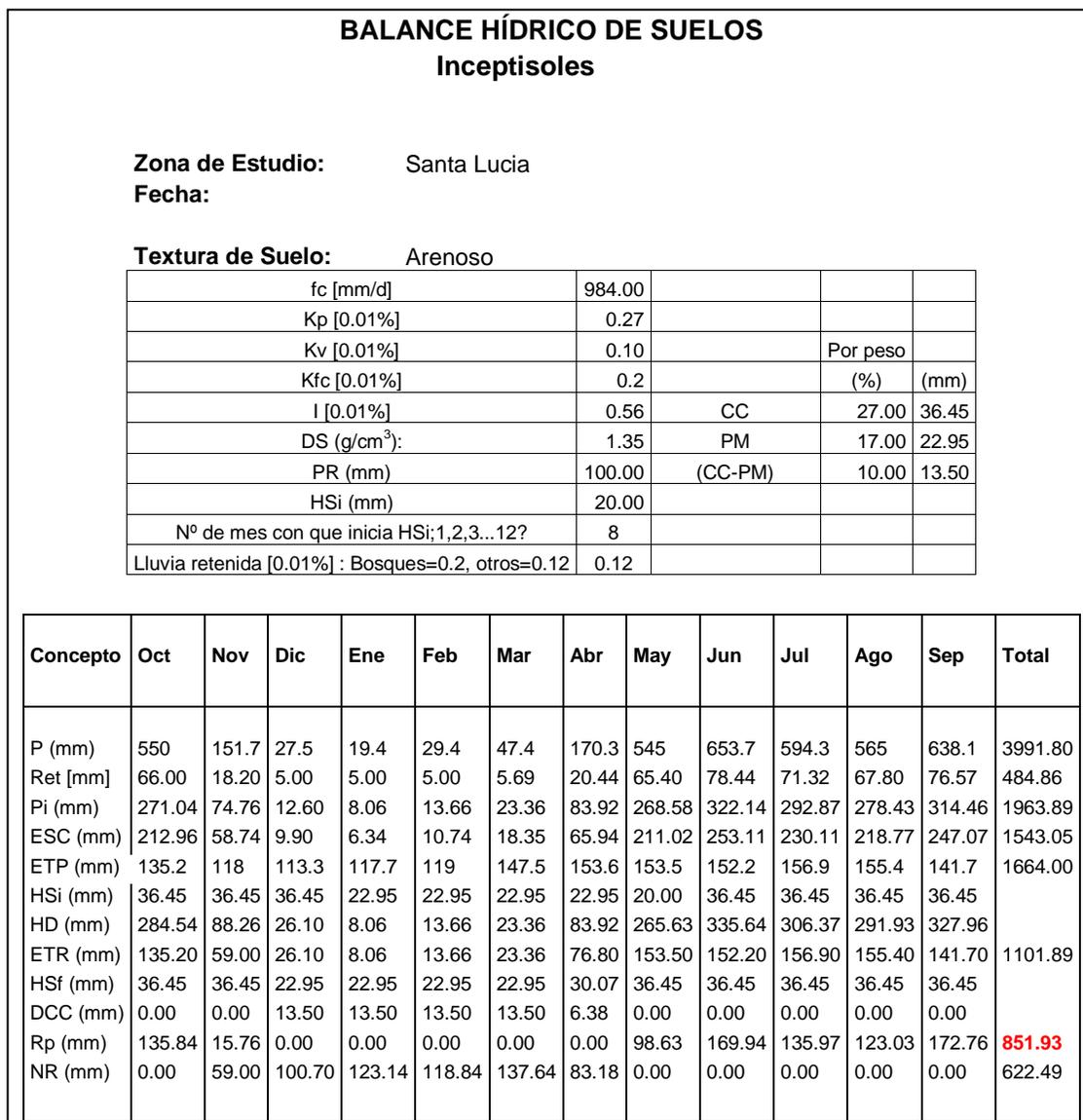


Figura 4.14 Balance hídrico de Inceptisoles

En la figura anterior se puede apreciar el balance hídrico para los Inceptisoles, los cuales ocupan un área de 84.66km² correspondiente al 20.99% del área total, en estos suelos existe una lámina de recarga potencial de 851.93mm anuales. Esto en función de las características del suelo, así como las condiciones climáticas presentes en el área. El volumen de agua que se recarga en este orden es de 72,124.4m³ al año.

de 1502.92mm anuales. Esto en función de las características del suelo, así como las condiciones climáticas presentes en el área. El volumen de agua que se recarga en este orden es de 37,738.3m³ al año.

4.3.1.2.4 Balance Hidrológico.

Éste se calculó en función de las entradas menos las salidas de agua del sistema de la Subcuenca; las entradas dadas por la precipitación y las salidas por la evapotranspiración real y el caudal medio anual (expresado en lámina), la diferencia de estos factores es el almacenamiento. Se calculó la precipitación media anual de la Subcuenca, así como la evapotranspiración media real de la Subcuenca a través del método de isoyetas. Los resultados se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 4.9 Cálculo de precipitación media anual de la Subcuenca

Precipitación (mm)	Precipitación media (Pi)	Área (km ²)	Pi*A
< 1600	1600	17.13	27411.55
1600-2000	1800	18.27	32878.66
2000-2400	2200	28.02	61644.26
2400-2800	2600	39.48	102644.93
2800-3200	3000	55.00	164990.46
3200-3600	3400	71.68	243705.27
3600-4000	3800	88.74	337212.08
4000-4400	4200	69.21	290674.94
4400-4600	4500	14.97	67343.94
4600	4700	0.72	3404.77
Totales		403.21	1331910.87
Precipitación Promedio (mm/km ²)			3303.27

Cuadro 4.10 Cálculo de evapotranspiración media real anual de la Subcuenca

ETP (mm)	ETP media (Ei)	Area (km ²)	Ei*A
>1800	1800	0.06	112.5
1800-1650	1725	199.15	343539.443
1650-1500	1575	38.27	60282.81
1500-1350	1425	26.42	37641.945
1350-1050	1200	84.23	101077.2
1050-900	975	26.62	25959.18
900-750	825	13.50	11136.0975
750-600	675	5.81	3923.7075
< 600	600	9.13	5480.7
Totales		403.21	589153.58
ETP promedio (mm/km ²)			1461.16722

Caudal promedio en punto de aforo: 27.95 m³/s, este dato se transformó en lámina de escurrimiento durante un período de un año, por lo que el resultado es el siguiente: 2,186.03mm.

Por lo tanto el balance queda de la siguiente forma:

$$\text{Balance Hidrológico} = \text{Entradas} - \text{Salidas}$$

$$\text{Balance Hidrológico} = 3303.27\text{mm} - (2186\text{mm} + 1461.16\text{mm})$$

$$\text{Balance Hidrológico} = -343.90\text{mm}$$

A partir de este resultado, podemos inferir que no existe recarga hídrica o almacenamiento del agua subterráneas, puesto que el agua que ingresa al sistema por acción de la lluvia, se pierde en forma de escorrentía superficial y evapotranspiración real. Vale la pena recalcar que este método si bien es cierto proporciona un dato fácil, no siempre refleja las condiciones de la Subcuenca, ya que no considera características del suelo tales como la tasa de infiltración, así como la relación que existe entre el tipo de cobertura y la lámina de agua que se infiltra, sin embargo, es un método práctico y bastante sencillo de usar. Así mismo, los registros de caudales utilizados para nutrir el análisis tienen vacíos o bien son muy variables unos respecto de otros.

Calidad Bacteriológica

San Pedro Yepocapa

El Departamento de Saneamiento Ambiental del Centro de Salud de la cabecera municipal de Yepocapa, realizan análisis bacteriológicos cada 6 meses, en los 18 tanques de captación de agua, propiedad de la municipalidad de Yepocapa. Estos tanques de captación, suministran agua potable a los pobladores del municipio. Los resultados de los análisis son proporcionados a los presidentes de los COCODES, a los alcaldes auxiliares, y a las autoridades municipales de tal forma que estén enterados de la calidad del agua que utilizan para uso doméstico o bien para beber.

Utilizan el método de la membrana filtrante para establecer el conteo coliformes totales. La interpretación de los análisis se realiza de la siguiente forma: el agua está contaminada con coliformes si la tableta que contiene la muestra de agua presenta manchas en la misma; y no está contaminada si la tableta no contiene manchas tal como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 4.16 Agua no contaminada (izquierda) y agua contaminada (derecha) con coliformes fecales.

Fuente: Centro de Salud de Yepocapa, 2012.

Santa Lucía Cotzumalguapa.

Fuentes de Contaminación.

En ambos municipios, las principales fuentes de contaminación las constituyen el mal manejo de los desechos sólidos y aguas servidas; ya que muchos pobladores no pagan por el servicio de recolección de basura y la tiran en las riveras de los ríos. De igual forma, no existe un sistema de tratamiento de aguas para el sistema de colección de aguas negras y residuales, estos canales de colección vierten sus aguas en el cauce de los ríos, riachuelos y quebradas incrementando así la contaminación de este recurso. Los productos agroquímicos que son aplicados a los cultivos, también son fuente de contaminación del agua superficial de la Subcuenca.



Figura 4.17 Fuentes de contaminación del agua superficial. a) y b) sistemas de colección de aguas negras y residuales en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla; c) desechos sólidos en riveras del río Cristóbal, San Pedro Yepocapa, Chimaltenango.

4.3.1.6 Usos del Agua Superficial.

El uso predominante es de consumo doméstico en la parte alta, aunque también se utiliza en el beneficiado del café y para el riego de cultivos de ciclos cortos. En la parte baja, el uso fundamentalmente, es para el riego del cultivo de caña de azúcar, principalmente en época seca, tanto así que algunos ingenios han creado estructuras que utilizan para desviar los ríos.

En el casco urbano de Santa Lucía, los pobladores se abastecen en un 75 % de aguas superficiales. En término de costos se cree que es más rentable abastecer a la población por medio de aguas superficiales ya que desde el nacimiento hasta la distribución el agua se conduce por gravedad lo que reduce sus costos, mientras que el establecimiento de un pozo se debe perforar por lo mínimo a 800 a metros e introducir cableado trifásico, y el transporte de tipo mecánico el cual eleva los costos. Partiendo de esta comparativa la municipalidad de Santa Lucía ya no tiene proyectos para implementación de pozos y, actualmente, se tiene un proyecto para abastecer a más pobladores de agua superficial.

Los terrenos donde se encuentran los nacimientos que abastecen de agua a los pobladores, son propiedad de la municipalidad de Santa Lucía ya que se alcanzaron acuerdos con administraciones anteriores.

En estos terrenos se están trabajando conjuntamente con el ICC, para la implementación de un vivero municipal frutal, forestal, el cual se inaugurará en febrero de 2013, el cual cuenta con especies de la región para reforestar todas las áreas de captación, nacimientos, la red de distribución y conducción con el fin de garantizar la recarga hídrica. Además se está ejecutando un nuevo proyecto que nace de un convenio entre Ingenio Los Tarros, La Unión y la Municipalidad de Santa Lucía el cuales logro obtener las tierras administradas por estos dos ingenios donde se encuentran nacimientos, y la municipalidad estará encargada de reforestar estas áreas que aproximadamente son 20 Ha.

La distribución de agua para el área urbana de Santa Lucía es a través de nacimientos de dos proyectos. El sistema de agua potable a través de aguas superficiales funciona de la siguiente manera: donde están los nacimientos se encuentran los tanques de captación para reducir su contaminación, estos se conducen a los unificadores y se trasladan a los tanques de almacenamientos (20Km de tubería).

El área urbana cuenta con dos redes. La red alta el cual cuenta con tanques de almacenamiento de 3000 metros cúbicos el que se llena en 1 hora 30 minutos, esta red se abastece de la aldea Panimache 2 del municipio de San Pedro Yepocapa. Los tanques de la red baja tienen una capacidad de 1000 metros cúbicos el que se llena en 5 horas. La tarifa por el servicio de agua es de Q. 12.00 /r 1000 m³

Para el beneficiado de café de la Cooperativa Sampredana se utilizan 4,000 m³ diarios para el proceso de lavado del café. Esto se da durante la época de cosecha y el agua utilizada pasa por una fase de tratamiento, la cual consiste en una laguna de oxidación. Cuando la cosecha es abundante y existe la necesidad de aumentar el gasto de agua, se cuenta con una segunda laguna, conectada a la primera, para el tratamiento del agua utilizada. Cabe mencionar que estas lagunas carecen de sistemas de protección al suelo en donde están ubicadas y al momento de la visita había una gran cantidad de mosquitos volando encima de la misma.



Figura4.18 Laguna de oxidación del beneficio de café.

En términos generales las aguas superficiales de uso doméstico no están contaminadas ya que su captación inicia desde el lugar del nacimiento, se ha identificado que los pocos problemas que han tenido de contaminación es directamente de personas que con el propósito de perjudicar a la administración afectan el sistema de conducción.

El monitoreo del agua potable del que se abastece la población cumple con los requerimientos establecidos por el centro de salud el cual tiene la tarea de toma de muestras cada mes o cada vez que ellos creen convenientes y estas son trasladadas a un laboratorio ubicado en el municipio de Mixco para realizar un informe.

4.3.2 Agua Subterránea.

Las aguas subterráneas se extraen de muchas formaciones geológicas: 1) de los poros de depósitos aluviales (arrastrados por las aguas), glaciales o eolianos (arrastrados por los vientos) de materiales granulares no consolidados, tales como arena y grava y de materiales consolidados como arenisca; 2) de los pasajes, cavernas y planos de fractura de soluciones en rocas sedimentarias, tales como piedra caliza, pizarra y esquisto; 3) de las fracturas y fisuras de rocas ígneas; y 4) de combinaciones de estas formaciones geológicas consolidadas y no consolidadas. Las fuentes subterráneas también tiene una área de toma o captación, pero la alimentación o recarga se produce por infiltración a las aberturas del suelo, en lugar de por escurrimiento sobre su superficie.

4.3.2.2 Usos del Agua Subterránea

El principal uso que se le da al agua subterránea es de tipo agrícola e industrial y en un 25 % se usa para abastecer de agua a la población de Santa Lucía.

4.4 FISIOGRAFÍA

4.4.1.1 Clasificación fisiográfica del terreno de la Subcuenca del río Cristóbal

Para la elaboración de la fisiografía de la Subcuenca, se realizó la superposición de las siguientes capas:

- I.** Regiones Naturales del país
- II.** Zonas de Vida de Holdridge
- III.** Geología
- IV.** Provincias Fisiográficas

A partir de dicha información, se trabajó hasta alcanzar el detalle que proporciona la unidad fisiográfica descrita en el subpaisaje. Dicha unidad fisiográfica se identificó con un código, a partir del cual se elaboró el mapa fisiográfico, en el que se muestran los paisajes y subpaisajes que conforman el territorio de la Subcuenca.

I. Regiones naturales

El territorio ocupado por la Subcuenca está conformado por las siguientes regiones naturales.

- Tierras Altas Volcánicas.
- Tierras de la Llanura Costera del Pacífico.
- Tierras Volcánicas de la Bocacosta

a. Unidad climática

La unidad climática que se tomó como referencia es la dada por la distribución de Zonas de Vida de Holdridge y de La Cruz. Las zonas de vida encontradas en el área cubierta por la Subcuenca son las listadas a continuación.

- Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical
- Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical
- Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)

b. Pendientes

Se realizó diferenciación de las pendientes a partir de los siguientes porcentajes:

Cuadro 4.11 Rangos de Pendiente e identificación de relieve.

PENDIENTES (%)	RELIEVE
0-3	Planicies
3-7	Ligeramente Plano
7-12	Pendiente Moderada
12-25	Ondulaciones y Cimas
25-50	Ligeramente escarpado
50-75	Escarpes
>75	Fuertemente escarpado

Se identificaron seis unidades de terreno que conforman grandes paisajes, tal como se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.12 Listado del gran paisaje

GRAN PAISAJE	CÓDIGO	ÁREA (KM ²)	ÁREA (%)
Montañas Volcánicas del Centro del País-Sureste Volcán de Fuego.	1	102.78	25.49
Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice).	2. (a)	48.27	11.97
Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte media).	2. (b)	35.50	8.80
Restos de superficies planas originadas por sedimentos fluviales.	3	95.22	23.61
Planicie Aluvial de los Ríos Icán-Nahualate-Madre Vieja.	4	2.26	0.56
Relleno Volcánico de El Tumbador-Coatepeque-Nuevo San Carlos.	5	45.13	11.19
Volcanes de Fuego y Acatenango.	6	74.02	18.35

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se hace la descripción de cada gran paisaje con sus correspondientes paisajes y subpaisajes:

Montañas Volcánicas del Centro del País-Sureste Volcán de Fuego

Este gran paisaje ocupa una extensión de 102.78km², que constituye el 25% de la superficie de la Subcuenca. Se extiende por la sección Sur del Complejo Volcánico Central del país, el cual fue formado posiblemente en el período Cuaternario producto de actividad volcánica del Cinturón de Fuego. Está comprendido entre los 1500 y 600msnm, entre las zonas de vida del bosque húmedo montano bajo subtropical y el bosque muy húmedo montano subtropical (cálido).

Conformado a partir cenizas volcánicas, lahares máficos y lodos volcánicos existe amplia variedad de texturas, que van desde finas hasta gruesas. En cuanto a la geología, esta se caracteriza por estar conformada por rocas ígneas y metamórficas.

- Lomerío Volcano erosional Sección Sureste del Volcán de Fuego. Dicho paisaje está formado por estribaciones ubicadas en las laderas del Volcán de Fuego. La diferenciación que se hizo a partir de la pendiente dio lugar al subpaisaje de las Laderas ligeramente escarpadas Río Pantaleón-Cristóbal-Aguná.
- Montaña Volcano erosional: ubicada al oeste del Volcán de Fuego y Acatenango. Se caracteriza por tener relieves cimosos. El subpaisaje definido fue el de la Cima de Yepocapa, ubicado en el Centro Poblado de Yepocapa.
- Piedemonte Hidrovolcánico: ubicado al oeste del Volcán de Fuego y Acatenango. Se caracteriza por tener relieves escarpados y estribaciones con pendiente variable. Los subpaisajes definidos fueron

los siguientes: Laderas ligeramente escarpadas del Río Santiago y las estribaciones de Yepocapa-Río San Pedro.

Abanico Aluvial de los ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice). Este gran paisaje ocupa una extensión de 48.27km², que constituye el 11.97% de la superficie de la Subcuenca. Se ubica en la región este de la Subcuenca, fue originado por el inicio del desprendimiento cercano a la montaña (es por esto que constituye la parte del vértice) de partículas arrastradas por aguas de las quebradas y ríos Cristóbal, Acomé y Achiguate, desde la zona montañosa hasta el piedemonte; durante el período Cuaternario. Esta comprendido entre alturas que van desde los 150 hasta los 1500msnm, entre la zona de vida del bosque muy húmedo subtropical (cálido).

Conformado a partir de tobas, lodos volcánicos, lahares máficos, aluviones, flujos lodosos y otros materiales volcánicos producto de sedimentación. Tienen suelos con texturas predominantemente medias, aunque existen texturas muy gruesas; así como muy finas. Geológicamente, existen rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

♣ Paisajes y subpaisajes.

■ Piedemonte Hidrovolcánico.

Ubicado al oeste del Volcán de Fuego y Acatenango, más o menos cerca en el centro de la Subcuenca. Se caracteriza por tener relieves relativamente escarpados, producto del efecto de la hidrología de la Subcuenca. Los subpaisajes definidos fueron los siguientes: Cauce Zanjón Santa María y Cauce del río Taniluyá.

■ Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte

Este conforma la mayor parte de dicho paisaje, su relieve es plano, con pendientes poco pronunciadas, donde la erosión es poco representativa, pero son las zonas donde existe mayor sedimentación derivada de la fisiografía del terreno. Los subpaisajes definidos son: Planicie aluvial del río Patayá, Planicie Aluvial del río Pantaleón y Cauce del río Pantaleón.

Abanico Aluvial de los ríos Cristóbal –Acomé-Achiguate (parte media).

Este gran paisaje ocupa una extensión de 35.50km², que constituye el 8.8% de la superficie de la Subcuenca. Se ubica en la región este de la Subcuenca, fue originado por la sedimentación de partículas arrastradas por aguas de las quebradas y Ríos Cristóbal, Acomé y Achiguate en el área del piedemonte; durante el período Cuaternario. Esta comprendido entre alturas menores a los 150msnm, entre la zona de vida del bosque muy húmedo subtropical (cálido).

♣ Paisajes y Subpaisajes.

■ Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte.

Este conforma único paisaje. El cual se caracteriza por tener un relieve plano, con pendientes poco pronunciadas, donde la erosión es prácticamente inexistente, pero es la zona donde existe mayor sedimentación derivada de la fisiografía del terreno. Los subpaisajes definidos son: Sobrevega del río Pantaleón y Sobrevega del río Cristóbal-Pantaleón.

Restos de superficies planas originadas por sedimentos fluviales

Este gran paisaje ocupa una extensión de 95.22km², que constituye el 23.61% de la superficie de la Subcuenca. Se extiende por la parte media baja de la Subcuenca, el cual fue formado posiblemente en el período Cuaternario producto Aluviones. Está comprendido entre los 1000 y 240msnm, entre la zona de vida del bosque muy húmedo subtropical (cálido).

Conformado a partir de cenizas volcánicas, ceniza volcánica pomácea, flujo lodoso, materiales máficos y lodos volcánicos existen texturas medias y moderadamente, finas. En cuanto a la geología, esta se caracteriza por estar conformada por rocas sedimentarias.

♣ Paisajes y subpaisajes

■ Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte.

Este conforma único paisaje. El cual se caracteriza por tener un relieve plano en su mayoría, puesto que existe una pequeña área con pendientes poco pronunciadas. La erosión es poca o prácticamente inexistente, pero es la zona donde existe mayor sedimentación derivada de la fisiografía del terreno. Los subpaisajes definidos son: Planicie Aluvial del río Aguná-Xatá, Vega del Río Aguná, Planicie Aluvial del río Cristóbal, Laderas Pendiente Moderada Quebrada Platanares y la Planicie Aluvial del río Aguná-Agua Zarca.

Planicie Aluvial de los ríos Icán-Nahualate-Madre Vieja.

Este gran paisaje ocupa una extensión de 2.26km², que constituye el 0.56% de la superficie de la Subcuenca. Se ubica en la región sur de la Subcuenca, fue originado por los depósitos de material aluvial transportado por los Ríos Icán-Nahualate-Madre Vieja; durante el período Cuaternario. Esta comprendido entre alturas menores a los 150msnm, entre la zona de vida del bosque muy húmedo subtropical (cálido).

♣ Paisajes y subpaisajes.

■ Llanura Aluvial de los Ríos Icán-Nahualate-Madre Vieja

Este relieve se extiende a continuación del piedemonte Hidrovolcánico, es generalmente inundable en periodos lluviosos donde el caudal de los río varía considerablemente. A esta unidad pertenecen los subpaisajes: Vega del Zanjón Los Achiotes, Llanura Aluvial del Río Aguná.

Relleno Volcánico de El Tumbador-Coatepeque-Nuevo San Carlos.

Este gran paisaje ocupa una extensión de 45.13km², que constituye el 11.19% de la superficie de la Subcuenca. Se extiende por la sección central de la Subcuenca, el cual fue formado posiblemente en el período Cuaternario producto de actividad volcánica del Cinturón de Fuego. Está comprendido entre los 1500 y 250msnm, entre la zona de vida del bosque muy húmedo subtropical (cálido).

Conformado a partir de cenizas volcánicas, lodos volcánicos, materiales máficos y materiales volcánicos. Tienen suelos con texturas medias y moderadamente medias. Geológicamente, existen rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, producto de aluviones cuaternarios, así como de actividad volcánica.

♣ Paisajes y subpaisajes

■ Estribaciones del Volcán de Fuego Sección Sureste.

Dicho paisaje está formado por estribaciones ubicadas en las laderas del Volcán de Fuego. La diferenciación que se hizo a partir de la pendiente dio lugar al subpaisaje de las Laderas Pendiente Moderada de los Ríos Chisme-Xatá y Laderas Ligeramente Planas El Baúl.

■ Piedemonte Hidrovolcánico.

Ubicado al oeste del Volcán de Fuego y Acatenango, más o menos cerca en el centro de la Subcuenca. Se caracteriza por tener relieves relativamente escarpados, producto del efecto de la hidrología de la Subcuenca. El subpaisaje definido fue el de Laderas Ligeramente Planas de Santa Lucía Cotzumalguapa.

Volcanes de Fuego y Acatenango.

Este gran paisaje ocupa una extensión de 78.02km², que constituye el 18.05% de la superficie de la Subcuenca. Se ubica en las secciones Este de los conos de los volcanes antes mencionados. Está comprendido entre las alturas 1500 hasta arriba de los 3500msnm.

Conformado por cenizas volcánicas, predominan suelos con texturas finas o, moderadamente finas. Geológicamente, está conformado por rocas ígneas y metamórficas del Cuaternario y Terciario.

♣ Paisajes y subpaisajes.

■ Montaña Volcano Erosional.

Ubicada al Oeste y Suroeste del Volcán de Fuego y Acatenango. Se caracteriza por tener relieves escarpados y fuertemente escarpados. Los subpaisajes definidos son: Laderas Escarpadas Río Cuxuyá, Laderas Fuertemente Escarpadas Sección Acatenango-Fuego, Laderas Escarpadas del Volcán de Fuego Sección Noreste, Laderas Fuertemente Escarpadas del Volcán de Acatenango Sección Sureste, Laderas Fuertemente Escarpadas Sección Sangre de Cristo.

■ Planicie Aluvial.

Se caracteriza por tener un relieve plano, con pendientes poco pronunciadas, posee un único subpaisaje: Planicie Aluvial del Río La Castaña.

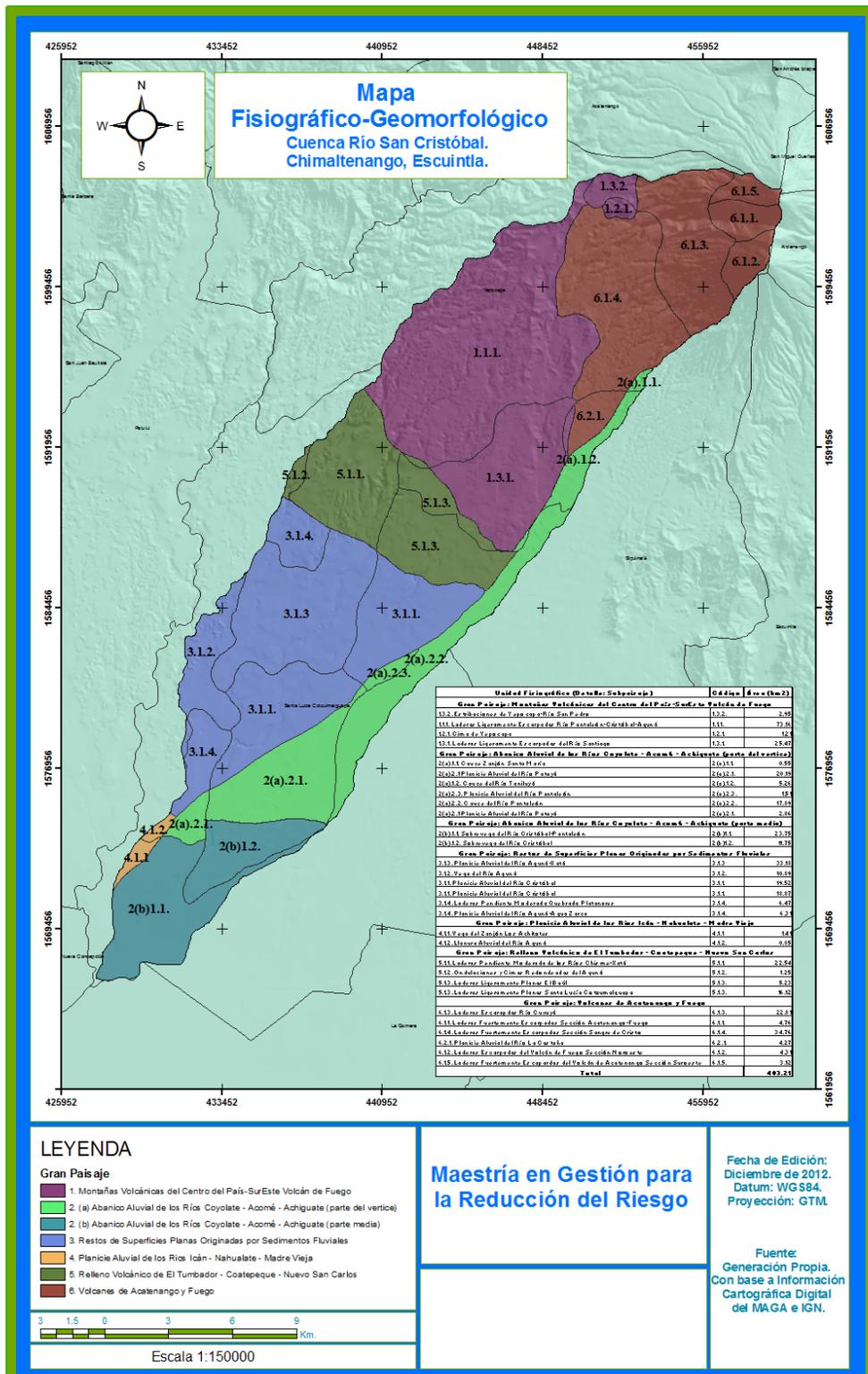


Figura 4.19 Mapa de Regiones Fisiográfica de la Subcuenca Del río Cristóbal

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

Cuadro 4.13 Fisiografía

REGIONES NATURALES	ZONA DE VIDA		MATERIAL ORIGINAL	GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	CÓDIGO	ÁREA (KM ²)
Tierras Altas Volcánicas	bh-MB	Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical	Ceniza Volcánica	1. Montañas Volcánicas del Centro del País Sureste Volcán de Fuego	1.3. Piedemonte Hidrovolcánico	1.3.2. Estribaciones de Yepocapa-Río San Pedro	1.3.2.	2.95
	bmh-S(c)	Bosque húmedo muy subtropical (cálido)	Ceniza Volcánica	1. Montañas Volcánicas del Centro del País Sureste Volcán de Fuego	1.1. Lomerío Volcanoerosional Sección Sureste del Volcán de Fuego	1.1.1. Laderas Ligeramente Escarpadas Río Pantaleón-Cristóbal-Aguná	1.1.1.	7.26
			Ceniza Volcánica	1. Montañas Volcánicas del Centro del País Sureste Volcán de Fuego	1.2. Montaña Volcano Erosional	1.2.1. Cima de Yepocapa	1.2.1.	1.08
	bh-MB	Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical	Ceniza Volcánica	6. Volcanes de Acatenango y Fuego	6.1. Montaña Volcano Erosional	6.1.3. Laderas Escarpadas Río Cuxuyá	6.1.3.	14.92
	bmh-MB	Bosque húmedo muy Montano Bajo Subtropical	Ceniza Volcánica	6. Volcanes de Acatenango y Fuego	6.1. Montaña Volcano Erosional	6.1.1. Laderas Fuertemente Escarpadas Sección Acatenango-Fuego	6.1.1.	4.76
			Ceniza Volcánica	6. Volcanes de Acatenango y Fuego	6.1. Montaña Volcano Erosional	6.1.2. Laderas Escarpadas del Volcán de Fuego Sección Noroeste	6.1.2.	4.31
			Ceniza Volcánica	6. Volcanes de Acatenango y Fuego	6.1. Montaña Volcano Erosional	6.1.5. Laderas Fuertemente Escarpadas del Volcán de Acatenango Sección Suroeste	6.1.5.	3.12
bmh-S(c)	Bosque húmedo muy subtropical (cálido)	Ceniza Volcánica	6. Volcanes de Acatenango y Fuego	6.1. Montaña Volcano Erosional	6.1.4. Laderas Fuertemente Escarpadas Sección Sangre de Cristo	6.1.4.	3.18	
Tierras de la Llanura Costera del Pacífico	bmh-S(c)	Bosque húmedo muy subtropical (cálido)	Ceniza Volcánica	3. Restos de Superficies Planas Originadas por Sedimentos Fluviales	3.1. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	3.1.3. Planicie Aluvial del Río Aguná-Xatá	3.1.3	33.18
			Ceniza Volcánica	5. Relleno Volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	5.1. Estribaciones Volcán de Fuego Sección Sureste	5.1.1. Laderas Pendiente Moderada de los Ríos Chisme-Xatá	5.1.1.	10.83
			Ceniza Volcánica Pomácea	3. Restos de Superficies Planas Originadas por Sedimentos Fluviales	3.1. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	3.1.2. Vega del Río Aguná	3.1.2.	10.89
			Ceniza Volcánica Pomácea	5. Relleno Volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	5.1. Estribaciones Volcán de Fuego Sección Sureste	5.1.2. Ondulaciones y Cimas Redondeadas del Aguná	5.1.2.	1.25
			Depósitos Marinos Aluviales	2. (b) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte media)	2(b).1. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	2(b).1.1. Sobrevega del Río Cristóbal-Pantaleón	2(b) 1.1.	23.75

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

			Depósitos Marinos Aluviales	4. Planicie Aluvial de los Ríos Icán - Nahualate - Madre Vieja	4.1. Llanura Aluvial de los Ríos Icán - Nahualate - Madre Vieja	4.1.1. Vega del Zanjón Los Achiotés	4.1.1	1.41
			Flujo Lodoso	2. (a) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	2(a).2. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	2(a).2.1 Planicie Aluvial del Río Patayá	2(a).2.1.	20.19
			Flujo Lodoso	2. (b) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte media)	2(b).1. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	2(b).1.2. Sobrevega del Río Cristóbal	2(b) 1.2.	11.75
			Flujo Lodoso	3. Restos de Superficies Planas Originadas por Sedimentos Fluviales	3.1. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	3.1.1. Planicie Aluvial del Río Cristóbal	3.1.1.	19.52
			Lahar Máfico	2. (a) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	2(a).1. Piedemonte Hidrovolcánico	2(a).1.2. Cauce del Río Taniluyá	2(a).1.2.	0.14
			Lodo Volcánico	2. (a) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	2(a).2. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	2(a).2.3. Planicie Aluvial del Río Pantaleón	2(a).2.3.	1.51
			Lodo Volcánico	3. Restos de Superficies Planas Originadas por Sedimentos Fluviales	3.1. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	3.1.1. Planicie Aluvial del Río Cristóbal	3.1.1.	18.87
			Lodo Volcánico	5. Relleno Volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	5.1. Estructuras Volcán de Fuego Sección Sureste	5.1.3. Laderas Ligeramente Planas El Baúl	5.1.3.	0.18
			Lodo Volcánico	5. Relleno Volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	5.2. Piedemonte Hidrovolcánico	5.2.1. Laderas Ligeramente Planas Santa Lucía Cotzumalguapa	5.2.1	15.54
			Material Máfico	2. (a) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	2(a).2. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	2(a).2.2. Cauce del Río Pantaleón	2(a).2.2.	17.35
			Material Volcánico	2. (a) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	2(a).2. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	2(a).2.1 Planicie Aluvial del Río Patayá	2(a).2.1.	2.86
			Material Volcánico	3. Restos de Superficies Planas Originadas por Sedimentos Fluviales	3.1. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	3.1.4. Laderas Pendiente Moderada Quebrada Platanares	3.1.4.	6.47
			Material Volcánico	3. Restos de Superficies Planas Originadas por Sedimentos Fluviales	3.1. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	3.1.4. Planicie Aluvial del Río Aguná-Agua Zarca	3.1.4.	6.31
Material Volcánico	4. Planicie Aluvial de los Ríos Icán - Nahualate - Madre Vieja	4.1. Llanura Aluvial de los Ríos Icán - Nahualate - Madre Vieja	4.1.2. Llanura Aluvial del Río Aguná	4.1.2.	0.85			
Tierras Volcánicas de la Bocacosta	bmh-S(c)	Bosque muy húmedo subtropical (cálido)	Ceniza Volcánica	1. Montañas Volcánicas del Centro del País Sureste Volcán de Fuego	1.1. Lomerío Volcanoerosional Sección Sureste del Volcán de Fuego	1.1.1. Laderas Ligeramente Escarpadas Río Pantaleón-Cristóbal-Aguná	1.1.1.	65.90
			Ceniza Volcánica	1. Montañas Volcánicas del Centro del País Sureste Volcán de Fuego	1.2. Montaña VolcanoErosional	1.2.1. Cima de Yepocapa	1.2.1.	0.13
			Ceniza Volcánica	2. (a) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	2(a).1. Piedemonte Hidrovolcánico	2(a).1.1. Cauce Zanjón Santa María	2(a).1.1.	0.55

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

			Ceniza Volcánica	5. Relleno Volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	5.1. Estribaciones Volcán de Fuego Sección Sureste	5.1.1. Laderas Pendiente Moderada de los Ríos Chisme-Xatá	5.1.1.	11.72
	bh-MB	Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical	Ceniza Volcánica	6. Volcanes de Acatenango y Fuego	6.1. Montaña Volcano Erosional	6.1.3. Laderas Escarpadas Río Cuxuyá	6.1.3.	7.89
	bmh-S(c)	Bosque húmedo muy subtropical (cálido)	Ceniza Volcánica	6. Volcanes de Acatenango y Fuego	6.1. Montaña Volcano Erosional	6.1.4. Laderas Fuertemente Escarpadas Sección Sangre de Cristo	6.1.4.	31.58
Lahar Máfico			2. (a) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	2(a).1. Piedemonte Hidrovolcánico	2(a).1.2. Cauce del Río Taniluyá	2(a).1.2.	5.12	
Lahar Máfico			6. Volcanes de Acatenango y Fuego	6.2. Planicie Aluvial	6.2.1. Planicie Aluvial del Río La Castaña	6.2.1.	4.27	
Lodo Volcánico			1. Montañas Volcánicas del Centro del País Sureste Volcán de Fuego	1.3. Piedemonte Hidrovolcánico	1.3.1. Laderas Ligeramente Escarpadas del Río Santiago	1.3.1.	25.47	
Lodo Volcánico			5. Relleno Volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	5.1. Estribaciones Volcán de Fuego Sección Sureste	5.1.3. Laderas Ligeramente Planas El Baúl	5.1.3.	5.04	
Lodo Volcánico			5. Relleno Volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	5.2. Piedemonte Hidrovolcánico	5.2.1. Laderas Ligeramente Planas Santa Lucía Cotzumalguapa	5.2.1	0.58	
Material Máfico			2. (a) Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice)	2(a).2. Planicie Fluvio-Volcánica de Piedemonte	2(a).2.2. Cauce del Río Pantaleón	2(a).2.2.	0.54	

4.5 Suelos

En la Subcuenca del río Cristóbal se lograron ubicar cinco tipos de suelo, según el sistema de Clasificación Taxonómica de suelos del USDA, Soil Survey Staff.

Cuadro 4.14 Suelos en la Subcuenca del río Cristóbal

ORDEN	ÁREA (KM ²)	ÁREA (%)
Alfisol	21.47	5.32
Andisol	271.94	67.44
Entisol	25.11	6.22
Inceptisol	84.66	20.99
Total	403.21	100.00

Alfisoles

Este orden ocupa una superficie de 21.470km², equivalentes al 5.32% del área total de la Subcuenca. Se desarrollan, predominantemente en zonas templadas, húmedas y subhúmedas de regiones tropicales y subtropicales, sobre superficies terrestres jóvenes que han sido estables y que se han visto relativamente libres de perturbaciones edafológicas y de erosión.

Andisoles

El orden de los Andisoles ocupa 271.94km², lo que significa un 67.44% de la superficie de la Subcuenca y por ende es el orden más importante por la superficie que abarca. Tiene una amplia distribución geográfica que va desde los alrededores de los volcanes de Fuego y Acatenango hasta las cercanías del punto de aforo ubicado en la Aldea Las Playas.

Entre las características más resaltantes de los Andisoles de la Subcuenca, están las siguientes: Algunos tienen capas de materiales piroclásticos recientes que pueden cariar desde los 50cm hasta los 200cm de profundidad, con poco desarrollo pedogenético e influenciado por un alto contenido de materia orgánica en superficie. Se destacan vidrio volcánico, las texturas gruesas y su poca capacidad de retención.

Inceptisoles

Ocupan un total de 48.91km², equivalente al 12.13% de la superficie de la Subcuenca, este orden de suelos se caracterizan por ser suelos inmaduros que no han desarrollado características de diagnóstico para incluirse en otros órdenes, pero que presentan mayor evolución que los Entisoles (Buol, 1980).

4.6 TIERRA

4.6.1 Uso de la Tierra.

El mapa de uso y cobertura de la tierra se realizó con el uso de fotografías aéreas e imágenes satelitales de Google Earth el cual permitió una actualización del área del año 2006 al 2012. Sobre estas fotografías se procedió a realizar la digitalización de polígonos mediante la interpretación bajo criterios de identificación cartográfica, los cuales responden a un tipo de uso presente en el área de estudio.

La importancia del mapa de uso y cobertura parte de su propio concepto el cual hace referencia a proporcionar información sobre las unidades de vegetación, infraestructura y otros que cubren el área. La mayor parte del área presenta una cobertura de cultivos semi perenne (Caña de Azúcar) la cual se encuentra en la parte baja de la Subcuenca, ya que esta área cumple con las condiciones requeridas para este tipo de cultivos, en la parte alta de la Subcuenca la cobertura cambia dándole mayor protección y cobertura encontrando Agricultura perenne (Café) y Bosque de Coníferas además de presentar áreas con materiales volcánicos como cenizas, la Subcuenca por encontrarse dentro de la zona cañera presenta infraestructura para su funcionamiento así como viveros.

Una descripción para planificación nos dice que la Subcuenca en la mayor parte del área presentará un uso correcto ya que en las partes con poca pendiente las cuales son áreas extensas se utiliza para cultivos y la parte con pendientes altas se tiene una mejor cobertura con bosques y sistemas agroforestales, el inconveniente que presenta la Subcuenca en términos de cobertura es que no presenta bosques de galería a lo largo de los ríos y este es ocupado por pastos naturales o zonas de inundación. Los centros poblados tienden a ubicarse a la orilla de los ríos y para la Subcuenca San Cristóbal no es la excepción. En la Figura 4.21 se presentan los diversos usos dentro de la Subcuenca del Río Cristóbal.

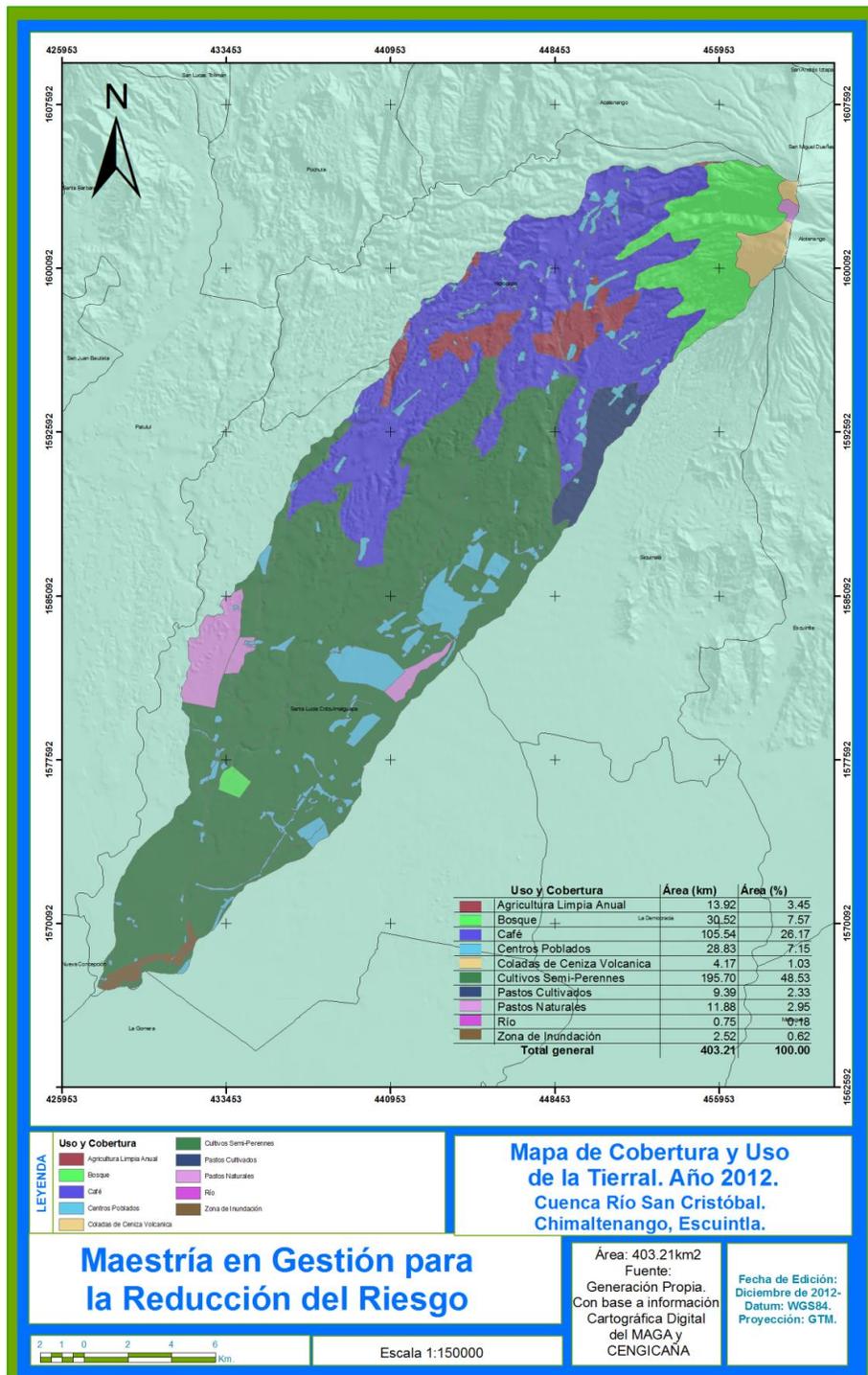


Figura 4. 20. Mapa de Uso y Cobertura de la tierra al año 2012

4.6.1 Capacidad de Uso de la Tierra

■ Metodología INAB

Considerando que el suelo en Guatemala es un recurso limitado y, generalmente, no renovable esto debido a la errónea forma de aprovechamiento de los recursos naturales debido a diferentes factores. Se hizo necesario realizar un estudio de capacidad de uso de la tierra con la metodología INAB. (INAB; 1999) La finalidad del estudio es optimizar la producción de tal manera que sea sostenible, que al mismo tiempo pueda satisfacer las necesidades de la población y que tome en cuenta el factor de conservación de una forma que no afecte a los diferentes ecosistemas (biodiversidad y herencia genética).

La posición geográfica de Guatemala es una zona de alta actividad tectónica hace que el territorio guatemalteco posea una topografía quebrada, con fuertes pendientes que reducen la capacidad de la tierra. A pesar de que la mayor extensión de suelos del país tiene capacidades de uso no aptas para agricultura, esta actividad es la principal fuente de vida de la población. Lo anterior se debe a las condiciones sociales, históricas y culturales de Guatemala. Este sobre uso de la tierra reduce la sostenibilidad de las actividades humanas. (Argueta Medina, 2010)

La determinación de la capacidad de uso da una evaluación de la aptitud del suelo, partiendo de esto es posible un primer acercamiento de la planificación del uso. La metodología del INAB nace de la necesidad de orientar y uniformizar el procedimiento de certificación de la vocación forestal de las tierras en Guatemala. Toma en cuenta la experiencia, criterio y opiniones de diferentes expertos nacionales y algunos internacionales, que la han utilizado para los fines que demanda la Ley forestal de Guatemala.

Para la aplicación de la metodología se realizó previamente, el mapa de unidades fisiográficas, también se determinó a qué región natural pertenecía el área de trabajo, siendo Tierras de la Llanura Costera del Pacífico. Para la aplicación dentro de la Subcuenca fue necesario recolectar información digital y trabajos de campo realizado previamente para identificar las variables que determinan la capacidad dentro del área de estudio, dentro de ellas podemos mencionar: pendiente, profundidad efectiva, pedregosidad y drenaje, las últimas dos variables son factores modificadores. (INAB, 1997)

Las categorías de capacidad de uso son las siguientes: Agricultura sin limitaciones (A), Agricultura con mejoras (Am), Agroforestería con Cultivos Anuales (Aa), Sistemas Silvopastoriles (Ss), Agroforestería con cultivos Permanente (Ap), Tierras forestales para Producción (F), Tierras forestales de Protección (Fp). Los resultados obtenidos del estudio fueron los siguientes:

Cuadro 4.15 Área en la Subcuenca, según Capacidad de Uso

CAPACIDAD DE USO	ÁREA (KM ²)	ÁREA (%)
A	161.55	40.07
Am	52.03	12.90
Ap	41.11	10.20
F	43.30	10.74
Fp	3.12	0.77
Ss	102.11	25.32
Total	403.21	100.00

Dentro de la Subcuenca se encuentran 6 de las 7 categorías de capacidad de uso establecidas en la metodología del INAB dándole a la Subcuenca un amplio rango de capacidad de usos de la tierra que existe en ella. Un poco más de la mitad de la Subcuenca, es apta para fines agrícolas y agroforestales. Esta área de cultivos se concentra en la parte baja y media de la Subcuenca, en la cual la pendiente es mínima y en la cual se dan condiciones óptimas para los cultivos de diferente índole.

La parte media alta y alta de la Subcuenca contiene las categorías que toman en cuenta el uso de especies arbóreas ya que las pendientes se van incrementando, hasta llegar al área de los volcanes, en donde se hace crítico el uso, llegando hasta la categoría de Tierras Forestales de protección.

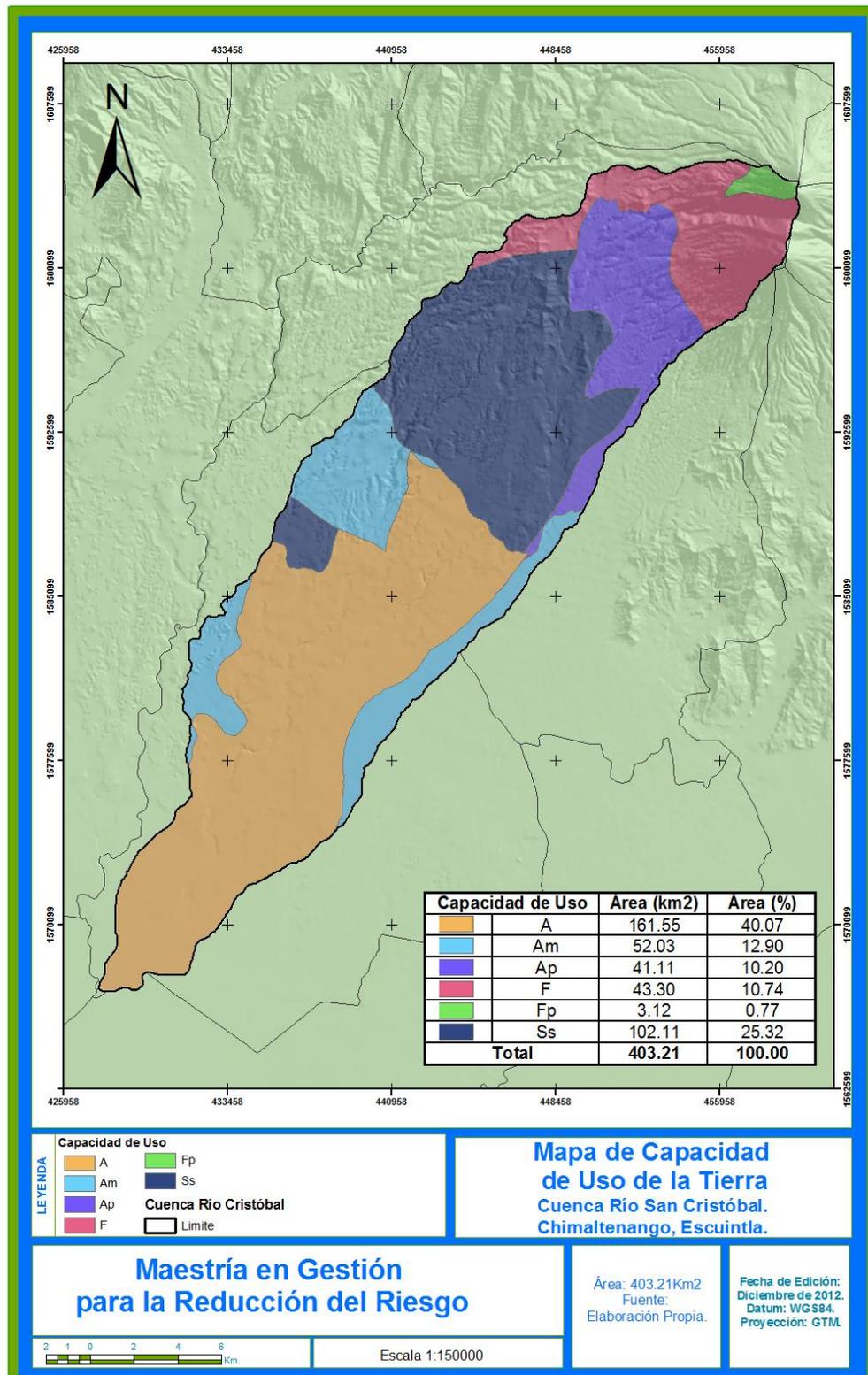


Figura 4.21 Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra

4.6.2 Intensidad de Uso de la Tierra

La intensidad de uso de la tierra (Figura 4.24) constituye una variable de análisis resultante de la comparación de la capacidad de uso de la tierra con el uso de la tierra; permite identificar conflictos de uso en la medida en que la intervención humana o de la naturaleza es acorde o no con la aptitud de una unidad de tierra. Generalmente, se definen tres categorías: tierras con uso correcto, tierras sub utilizadas y tierras sobre utilizadas; sin embargo, para efectos de la planificación se realizó una categorización para las tierras con sobreuso y subuso. La descripción de cada categoría se realiza a continuación:

- ✿ Uso Correcto, son áreas dentro de la Subcuenca que están siendo utilizadas correctamente, es decir, el uso que se encuentra presente es compatible con la capacidad de uso.
- ✿ Centros Poblados, es el área que ocupa la urbanización dentro de la Subcuenca.
- ✿ Niveles de Sobre uso y Sub uso, se categorizaron por medio del alejamiento entre el uso correcto que establece INAB y el uso actual. Por ejemplo, el sobre Uso Nivel 1: áreas con cultivos de café cuando la capacidad es Forestal de Producción, Sobre Uso Nivel 2 Áreas con Agricultura limpia anual, cuando la capacidad de uso es Sistemas Agroforestales, Sub uso Nivel 1: Agricultura con mejoras, cuando la capacidad de uso es Agricultura limpia anual y así sucesivamente.

Cuadro 4.16 Área por Categoría de Intensidad de Uso dentro de la Subcuenca.

INTENSIDAD DE USO	AREA (KM ²)	ÁREA (%)
Centros Poblados	27.43	6.80
Río	0.75	0.18
Sobre Uso Nivel 1	24.35	6.04
Sobre Uso Nivel 2	57.60	14.29
Sobre Uso Nivel 3	0.33	0.08
Sub Uso Nivel 1	9.21	2.28
Sub Uso Nivel 2	0.31	0.08
Sub Uso Nivel 3	8.42	2.09
Sub Uso Nivel 4	0.14	0.04
Uso Correcto	274.67	68.12
Total	403.21	100.00

Fuente: Elaboración propia

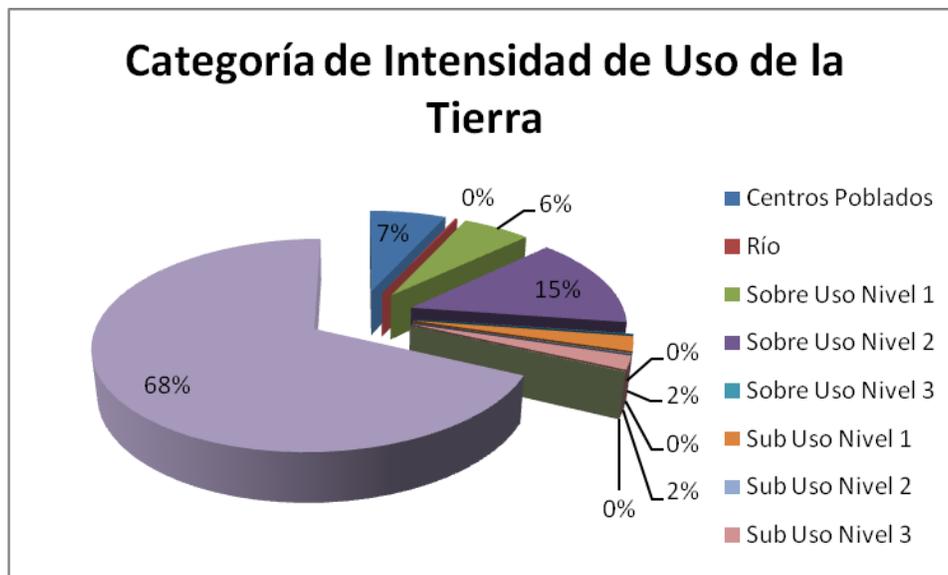


Figura 4. 22 Categorías de Intensidad de Uso de la Tierra

Las categorías de intensidad de uso de la tierra determinadas para el territorio de la Subcuenca Cristóbal como se aprecia anteriormente en el cuadro 4.16 y la gráfica 4.23, permiten presentar hallazgos, principalmente con el alto porcentaje de tierras en uso correcto con 68% es un dato positivo pero este se encuentra en la parte baja de la Subcuenca debido a que el problema de riesgos a inundaciones radica en la parte media-alta de la Subcuenca se debe de trabajar para llevar esas tierras a su capacidad de uso, las tierras de sobreuso que impactan de manera severa en los ecosistemas naturales y a futuro condicionan la recuperación de los mismos son de 20% del territorio de la Subcuenca, ya que, se encuentran en la parte media-alta comprometiendo la degradación del recurso suelo, así como el riesgo a deslizamientos del mismo.

Sin embargo, ante los acontecimientos vividos y el desarrollo del modelo capitalista del país de forma independiente, se ha establecido el enfoque de desarrollo agro-exportador, que ha privilegiado la ampliación de tierras con el objetivo de producir cultivos para la generación de divisas, como lo es el cultivo de caña de azúcar que ocupa la mayor parte del territorio de la Subcuenca, favoreciendo al latifundio en tanto el minifundio, donde se realiza la agricultura de subsistencia, ha suplido la producción de granos básicos como el maíz y frijol, constituyéndose en el sector encargado del mercado interno.

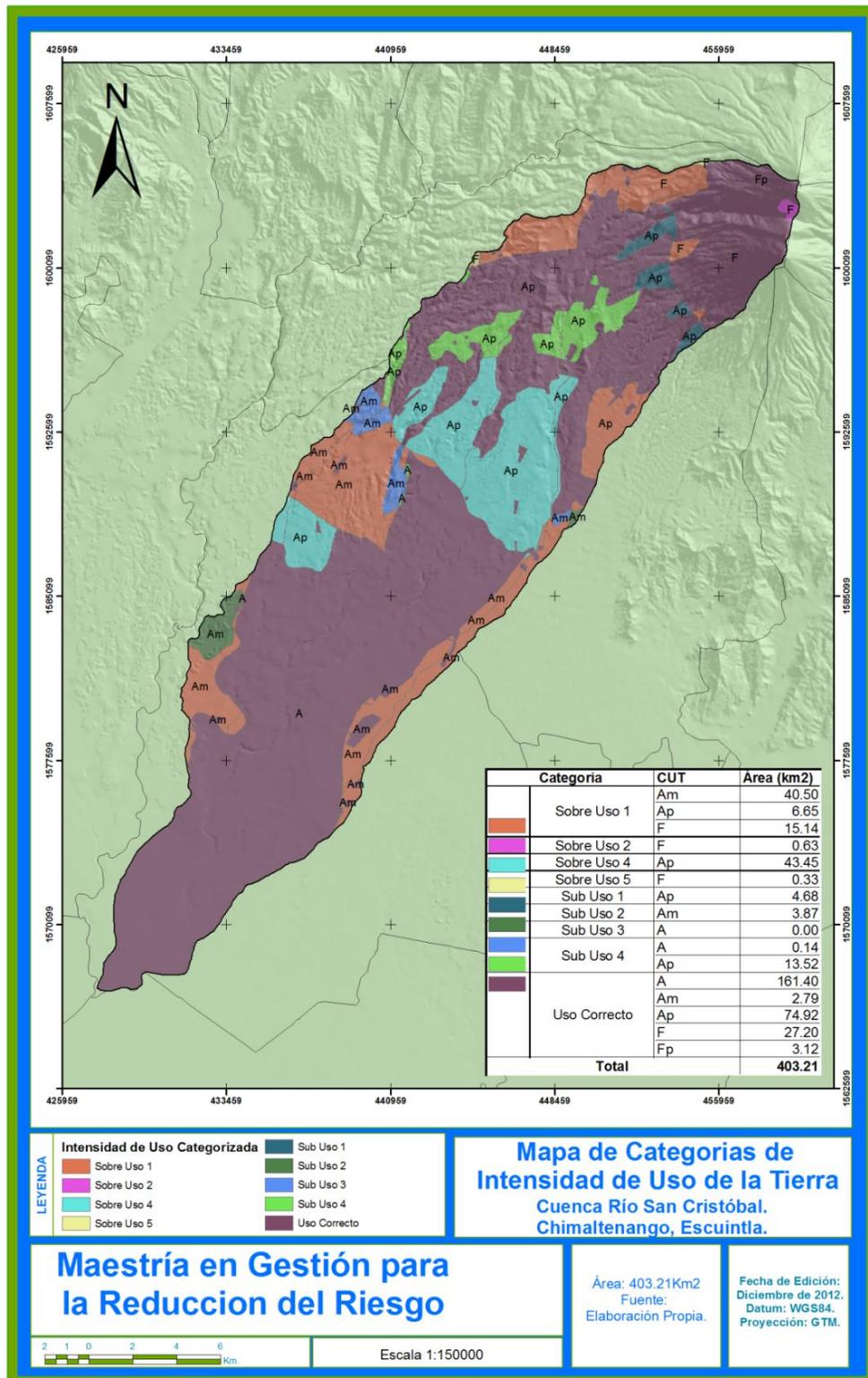


Figura 4.23 Mapa de Categorías de Intensidad de Uso

4.17 FAUNA

Cuadro 4.17 Fauna encontrada dentro de la Subcuenca.

Clase	Especies
Mamíferos	Puma, lobos, venados, armadillos, taltuzas, tacuazín, zarigüeya, tepezcuinte, ardilla, zorrillo, ratones, puerco espín, jabalí, coche de monte, coyotes y otros,
Aves	Zanates, chocoyos, tucanes, pericas, loros, urracas, chachas, corchas, zensoniles, colibrí, clarineros, zacualpias, auroras (hembra del Quetzal), lechuzas, tecolotes, cayayas, espumuyes, quebrantahuesos, zopilotes.
Reptiles	Víboras, cascabeles, corales, mazacuates, cantiles, iguanas, garrobos y otros.
Insectos	Mosquitos, moscas, zancudos y otros vectores.

Fuente: SEGEPLAN, 2010.

4.18 PROBLEMAS AMBIENTALES

4.18.1 Deforestación.

Según información proporcionada por el Secretario Municipal de Yepocapa, en este municipio existe deforestación en las orillas del río Cucuyá, en los caseríos de Sangre de Cristo y Panimaché. Así mismo, en las faldas del Volcán de Fuego existe una pequeña reserva forestal, propiedad de la municipalidad, en la que también se han registrado problemas de deforestación. La madera deforestada es utilizada primordialmente para consumo familiar. Ahora bien, en la parte media baja de la Subcuenca, predominan los cultivos semi-perennes, por lo que no se registran problemas de deforestación.

4.18.2 Erosión.

■ Cuantificación de la erosión.

Esta se realizó utilizando el software ArcGIS 9.3, a través del método MUSLE (Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Modificada), por sus siglas en inglés. Esta metodología adoptada por Williams (1975), considera otro enfoque para estimar el rendimiento de sedimento de Subcuencas. MUSLE es un modelo de parámetros "agrupados" que estima el rendimiento de sedimento de Subcuencas para un evento pluvioso único. Utiliza un factor de escurrimiento para reemplazar el factor de energía pluviosa del USLE (FAO, s.f.). Está dada por la siguiente ecuación:

$$Y = 11,8(Q \times q_p)^{0,56} \times K \times L \times S \times C \times P$$

Donde:

Y: es el rendimiento de sedimento de la Subcuenca en toneladas métricas.

Q: volumen de escurrimiento por tormenta en metros cúbicos.

q_p: es la velocidad máxima del caudal en m³/seg.

K: El factor susceptibilidad de erosión del suelo, es la tasa de pérdida de suelos por unidad El para un suelo específico, medido en una porción de terreno estándar (22.13 m de largo, 9% pendiente, en barbecho y labranza continua).

L: El factor de largo de la pendiente es la proporción de pérdida de suelos en el largo de la pendiente específica respecto de un largo de pendiente estándar (22.13 m).

S: El factor de magnitud de la pendiente es la proporción de pérdida de suelos de una superficie con una pendiente específica respecto de a aquella en la pendiente estándar de 9%, con todos los otros factores idénticos.

C: El factor cubierta y manejo, es la proporción de pérdida de suelo en una superficie con cubierta y manejo específico respecto de una superficie idéntica en barbecho, con labranza continua.

P: El factor de prácticas de apoyo de conservación, es la proporción de pérdida de suelo con una práctica de apoyo como cultivo en contorno, barreras vivas ó cultivo en terrazas, respecto de aquella labranza en el sentido de la pendiente

El cálculo del volumen de escurrimiento Uno de los métodos más extendidos y experimentados de los modelos empíricos de infiltración es el del SCS de los Estados Unidos (McCuen, 1982). Este modelo asume la hipótesis conceptual de que la escorrentía acumulada en una porción de la Subcuenca es a la infiltración acumulada, como la precipitación bruta acumulada, una vez descontada la fracción necesaria para que se produzca el encharcamiento, a la máxima infiltración acumulada que puede producirse. Luego de una serie de cálculos matemáticos y despejes de ecuaciones, se llega a la siguiente ecuación:

$$Q: \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

El valor de "S" de acuerdo a estudios empíricos realizados por el NRCS (Servicio de Conservación de Suelos, 2007) permite relacionar la máxima infiltración potencial con un parámetro de referencia, denominado número de curva, CN, cuyos valores están tabulados entre 0 y 100.

$$S: \frac{1000}{CN} - 10$$

En el método de la CN se toman en consideración cuatro variables y en cada caso se tiene que hacer una selección a partir de una lista de alternativas. Hay diez categorías de uso o cobertura de la tierra, con una opción entre dos o tres prácticas de conservación del suelo adecuadas como el cultivo en curvas de nivel y la construcción de terrazas. Por último, al suelo, se le encuadra dentro de uno de los cuatro grupos de suelo hidrológicos descritos en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.18 Equivalencias entre clases texturales y los grupos hidrológicos.

TEXTURA	GRUPO HIDROLÓGICO
Arenosa	A
Arenosa-franca	A/B
Arcillosa	C/D
Arcillosa-arenosa	C
Arcillo-limosa	C
Franca	A/B
Franco-arenosa	A/B
Franco-arcillosa	C
Franco-arcillo-arenosa	B/C
Franco-arcillo-limosa	C
Franco-limosa	A/B/C
Limosa	B

Fuente: INAB 1999

En el siguiente cuadro se muestran los cálculos realizados para cuantificar las toneladas métricas que se pierden por erosión hídrica en la Subcuenca, se consideró el caudal máximo con un período de retorno de 2 años.

Cuadro 4.19 . Cálculos de MUSLE

Qtotal	Factor K	Factor LS	Factor C	factor P	Y
193631.36	0.03	14.90	0.22	1.00	254651.11
553169.16	0.034	14.90	0.07	0.14	32406.43
212281.53	0.034	14.90	0.00	1.00	0.00
1318480.06	0.034	14.90	0.22	1.00	1733977.43
340654.55	0.034	14.90	0.22	1.00	448006.25
68886.59	0.034	14.90	0.08	1.00	32943.66
517785.88	0.024	14.90	0.22	1.00	480675.96
558637.04	0.024	14.90	0.00	1.00	2357.27
1569559.94	0.024	14.90	0.07	0.14	64905.80
819321.79	0.024	14.90	0.08	1.00	276582.06
332475.10	0.024	14.90	1.00	1.00	1402938.53
2214204.43	0.024	14.90	0.22	1.00	2055511.52
376304.72	0.024	14.90	0.22	1.00	349334.81
471097.40	0.024	14.90	0.22	1.00	437333.66
84342.54	0.024	14.90	0.00	1.00	0.00
83430.04	0.024	14.90	0.08	1.00	28163.85
21209.40	0.019	14.90	0.22	1.00	15587.37
660269.17	0.019	14.90	0.00	1.00	2205.68
847371.98	0.019	14.90	0.07	0.14	27741.00
192701.83	0.019	14.90	0.00	1.00	0.00
357885.90	0.019	14.90	0.22	1.00	263020.23
52063.59	0.019	14.90	0.22	1.00	38262.97
29215.89	0.019	14.90	0.08	1.00	7807.84
300071.00	0.003	14.90	0.22	1.00	34820.60
732071.33	0.003	14.90	0.00	1.00	386.14
538171.75	0.003	14.90	0.07	0.14	2781.87
294954.39	0.003	14.90	0.00	1.00	0.00
38495.45	0.003	14.90	1.00	1.00	20304.81
1023849.08	0.003	14.90	0.22	1.00	118808.68
384010.99	0.003	14.90	0.22	1.00	44561.10
20176.29	0.003	14.90	0.22	1.00	2341.28
69861.75	0.003	14.90	0.08	1.00	2947.94
320299.73	0.00	14.90	0.08	1.00	13515.62
Total Erosionado (Toneladas métricas)					8194881.46
Erosión promedio (Toneladas/Hectárea)					203.24

Con la información generada, se determinó que existe una potencial erosión de 8, 194,881.46 toneladas de suelo, las cuales se pierden durante un año, si se asume un período de retorno de 2 años. Así mismo, se estableció que la pérdida promedio por hectárea es de 203.24 toneladas.

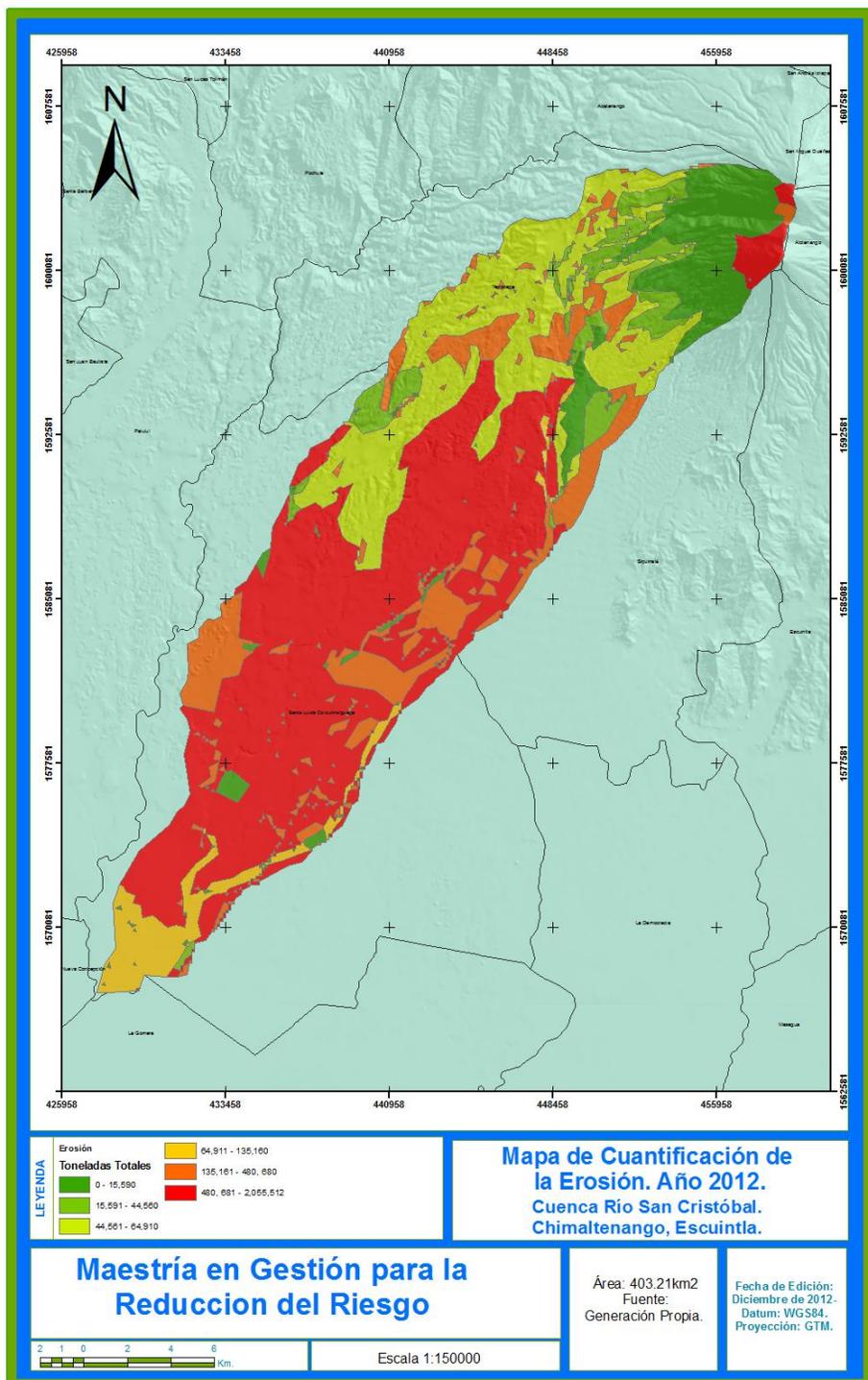


Figura 4.24 Mapa de Cálculo de la Erosión

4.18.3 Contaminación del Agua

En el municipio de Yepocapa, la contaminación del agua se da por la ineficiencia de las prácticas agrícolas en el uso de agroquímicos, en alguna proporción también se origina por aquellas personas que arrojan desechos sólidos en las riveras de los ríos, la inexistencia de un sistema de tratamiento de aguas servidas y el hecho que muchos hogares no estén conectados al sistema de drenaje municipal.

En el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, todos los drenajes conducen a un río a 500 metros del pueblo, dichos drenajes terminan en el mar, el sistema de drenaje no tiene manejo, actualmente se tiene un proyecto para tratar este problema a través de la MANCOSUR el cual se encuentra en la etapa de diagnóstico. La MANCOSUR está compuesto por las municipalidades de la costa sur, la cual la componen 12 municipalidades, a través de ellos se está gestionando la implementación de plantas de tratamiento, tanto para aguas residuales como desechos sólidos.

El problema de no tener un sistema de manejo de aguas residuales y desechos sólidos no afecta directamente a los pobladores de Santa Lucía Cotzumalguapa, esta problemática afecta directamente a los pobladores que se encuentran cerca de las playas. La problemática es alta ya que tanta industria, ingenios, comercio, empresas, agricultores y zonas residenciales conectan sus drenajes y desagües hacia los ríos.

4.18.4 Contaminación atmosférica

Las principales fuentes de contaminación atmosférica las producen; la quema de basura en ambos municipios, así como las prácticas de aprovechamiento de la caña. Ambas actividades liberan considerables gases de efecto invernadero, entre los que destaca el CO₂.

4.18.5 Desechos Sólidos (botaderos clandestinos, municipales, otros)

En el municipio de Yepocapa, existe un botadero de basura a 8 kms del municipio. El mismo está autorizado y está emplazado en un lugar plano, con una extensión de 3,354 m² de propiedad municipal. El tipo de manejo es relleno sanitario y tiene 20 años de operación, con una vida útil de 4 años. (PDM, 2010).

La recolección de basura se hace por medio de un camión municipal los días lunes, miércoles y martes. Cabe resaltar que la recolección municipal se da, principalmente, en el casco urbano, no así, en el área rural. No existe una cuota mensual, sino un cobro de un quetzal por bolsa del tamaño de las que dan en los supermercados nacionales. De momento no se han identificado basureros clandestinos, ya que la organización por COCODE's ha permitido que los pobladores estén al pendiente de los problemas ambientales y den las respectivas quejas en la municipalidad (Saloj, 2012).

Antes del año 2010 se hacía la práctica de segregación de basura en el botadero municipal, reuniendo el vidrio, plástico y otros materiales reciclables, los cuales eran comprados por personas individuales a un precio simbólico, los cuales posteriormente eran vendidas a empresas recicladoras. Se menciona también el uso de residuos orgánicos en los cafetales que rodean el botadero municipal y un intento de utilizar la lombriz "coqueta roja" para elaborar abono orgánico, el cual no funcionó por falta de capacitación y recursos económicos para

seguir con el proyecto. También se hacía un manejo de las jeringas generadas en las farmacias locales, las cuales eran reunidas dentro de botes plásticos y enterrados en un hoyo dentro del basurero. En la actualidad estas prácticas han sido eliminadas. El personal encargado de manejar el basurero señala que éste ha alcanzado su vida útil y necesita ser reemplazado.

El basurero municipal mantiene incendios permanentes y el año pasado sufrió un deslave que afectó a los productores de café aledaños al botadero.



Figura 4.25 Vista del botadero municipal de San Pedro Yepocapa

Santa Lucía Cotzumalguapa: el basurero municipal está ubicado en el barrio La Estación y no tiene ningún tipo de tratamiento. En el municipio existen basureros clandestinos identificados, se encuentran en la terminal de buses, en el puente del Río Cristóbal y el puente sobre el río Petayá, ambos sobre la carretera CA2, atrás de la iglesia católica en la colonia Adelina, carretera al ingenio El Baúl frente al callejón Rosita, en la carretera de la Aldea Las Playas, frente a la aldea El Rosario y sobre el puente de La Naisa, de la misma carretera. Se estima que en el área urbana y rural del municipio se generan alrededor de 36 toneladas diarias de basura. (PDM SEGEPLAN, 2010).

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa tiene, actualmente, más de 125,000 pobladores, los cuales producen 15 toneladas diarias de basuras las cuales se trasladan directamente al basurero municipal. Estos materiales no tienen tratamientos por lo que solo se van acomodando en los terrenos que abarca el basurero municipal (Municipalidad, 2012)

4.19 RESUMEN DE LA CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

La temperatura media anual va desde los 27°C en la parte baja de la Subcuenca, hasta los 13°C o menos en la parte alta de los volcanes, Fuego y Acatenango. La precipitación media anual excede los 4000 mm en la parte media de la Subcuenca, en los extremos altitudinales tiende a los 2000 mm anuales, siendo los meses de mayo a octubre los de mayor actividad lluviosa. En lo que respecta a evapotranspiración ésta oscila entre los 600mm y 1800mm en los extremos de la Subcuenca, con valores promedio en el estrato medio de 1400-1600mm anuales. Los problemas más críticos de déficit de agua en los meses no lluviosos, de noviembre a abril, se dan para la parte baja, donde se concentran las áreas de cultivos intensivos. El volcán de Fuego mantiene constante actividad, por lo cual los cultivos en la parte alta y cercana a ellos son escasos. La Subcuenca está ubicada en una zona de vida "Bosque muy húmedo subtropical" a excepción del área volcánica, en las que están las zona de vida de: Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical.

Con respecto a la fisiografía, es evidente la variabilidad del relieve en la parte alta, media y baja. Se identificaron seis unidades de terreno que conforman grandes paisajes: Montañas Volcánicas del Centro del País-Sureste Volcán de Fuego, Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte del vértice), Abanico Aluvial de los Ríos Cristóbal - Acomé - Achiguate (parte media), Restos de superficies planas originadas por sedimentos fluviales, Planicie Aluvial de los Ríos Icán-Nahualate-Madre Vieja, Relleno Volcánico de El Tumbador-Coatepeque-Nuevo San Carlos, Volcanes de Fuego y Acatenango.

Ahora bien, la dinámica de los factores formadores del suelo, hace que los suelos de la Subcuenca sean suelos profundos, generalmente superiores a los 50 centímetros, poseen buen drenaje, poca o nula pedregosidad, reducido riesgo a la erosión; aunque en algunos casos las pendientes pronunciadas pueden ser las grandes limitantes para prácticas agrícolas. Sin embargo, con prácticas de conservación de suelos esta limitante pasaría a segundo plano. En cuanto al uso y cobertura, predominan las prácticas intensivas y extensivas de los cultivos de caña en la parte media-baja y café en la parte alta; cabe resaltar que en la parte alta de la Subcuenca, dada la dinámica del Volcán de Fuego, la cobertura vegetal es prácticamente inexistente, esto presenta un reto en cuanto al control de inundaciones puesto que muchos de los materiales que azolvan al Río en la parte baja provienen de esta porción de tierra desprovista de cobertura.

Dentro de la Subcuenca se encuentran 6 de las 7 categorías de capacidad de uso, establecidas en la metodología del INAB dándole a la Subcuenca un amplio rango de usos de la tierra que existe en ella. Poco más de la mitad de la Subcuenca, es apta para fines agrícolas y agroforestales. Esta área de cultivos se concentra en la parte baja y media de la Subcuenca, en la cual la pendiente es mínima y en la cual se dan condiciones óptimas para los cultivos de diferente índole. La otra parte de la Subcuenca presenta capacidades un poco menos intensivas entre las que destacan prácticas forestales de producción y forestales de protección.

Dicha Subcuenca, tiene un orden de corrientes de tipo 6, posee una extensión de 403.21km², tiene un radio de bifurcación de 3.065, con lo que se puede inferir que es una Subcuenca variable topográficamente hablando, con relieves fuertemente escarpados en la parte alta, hasta planicies en la parte media-baja. Respecto de la forma, ésta posee un índice de relación de forma de 0.102, esto pone en evidencia que es una Subcuenca muy

alargada. Altitudinalmente hablando, en la Subcuenca existen alturas desde los 500 metros sobre el nivel del mar hasta los 3900 msnm, al llegar al área de los volcanes.

Los aspectos de hidrometría se evaluaron de dos formas; la primera hace referencia a caudales observados durante los últimos 7 años para el mes de noviembre. A partir de dicha información se estableció que el Río Pantaleón presenta un caudal mayor a los demás con $10.12 \text{ m}^3/\text{s}$ siendo el que presenta mayor problema de inundación, afectando la producción de los cultivos y centros poblados aledaños al área del mismo. En el aforo de la Subcuenca Cristóbal se observa que en promedio a la época de noviembre tiene un caudal de $31.48 \text{ m}^3/\text{s}$. en cuando a la segunda forma de evaluación ésta se realizó a través de la determinación de caudales máximos a partir del método racional, con la información generada se puede afirmar que el Río Pantaleón, es el río que mayor volumen de agua transporta en todos los períodos de retorno evaluados.

Se realizaron los balances hídricos para cada orden de suelos, se obtuvo un volumen anual de recarga para toda la superficie que cubre esta Subcuenca de $266,983.8 \text{ m}^3$, dato a partir del cual podemos inferir que el volumen que se recarga es alto, considerando las condiciones de evapotranspiración y precipitación que existen en el área.



Capítulo 5

Actores y Agentes Presentes en la subcuenca del Río Cristóbal



CAPÍTULO V

ACTORES RELACIONADOS CON EL MANEJO DE AMENAZAS POR FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

El presente capítulo se desarrolló para verificar una de las hipótesis presentadas en la cual se afirma que en la Subcuenca del Río Cristóbal “existen los actores adecuados y suficientes para la gestión eficiente de los riesgos por inundaciones y, los cuáles no tienen las agendas complementarias sino individuales, de tal forma que su trabajo no tiene el efecto deseado. Lo anterior es debido a que los mismos no tienen instancias de coordinación y articulación de esfuerzos permanentes, sino que, por lo general, actúan posteriormente a los eventos con medidas de mitigación”

También con la finalidad de cumplir con el objetivo planteado en el cual se pretendía determinar y analizar el mapa de actores y sus agendas respectivas en el tema del manejo de amenazas por fenómenos meteorológicos. Se procedió a buscar información bibliográfica sobre las instituciones activas dentro de la Subcuenca, luego se identificaron para describir y analizar las actividades y relaciones con las demás instituciones, después hubo una interacción con algunas instituciones.

A continuación se presenta una breve descripción de los actores existentes en la Subcuenca, para lo cual se hizo una clasificación basada en los intereses, la influencia y la posición de cada institución respecto de la Propuesta de uso de la tierra para reducir la vulnerabilidad a inundaciones en la sub Subcuenca.

5.1 ACTORES DIRECTOS PRESENTES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL

La Subcuenca del Río Cristóbal está ubicada dentro de dos departamentos, Chimaltenango y Escuintla; la parte alta da inicio en la comunidad de Yepocapa (Chimaltenango) y la parte baja está en Santa Lucía Cotzumalguapa (Escuintla). El número de tragedias en época de lluvia aumenta, ya que los caudales máximos superan el límite de soporte estructural del cauce. El objetivo de la propuesta es minimizar las vulnerabilidades asociadas al uso del suelo. Por tal motivo se detallan las actividades a las cuales el suelo está sometido.

Entre los actores directos se colocan todos aquellos que por la naturaleza de sus actividades principales, utilicen el suelo como parte fundamental dentro de su quehacer, es decir que, utilicen de éste los bienes y servicios, que este provee. Básicamente, se han identificado, de esta forma, actividades productivas como lo son: la agricultura y la ganadería, que tienen la característica de hacer un uso fuerte del suelo y que, por ende, el suelo de la Subcuenca

es un insumo importante para el desarrollo de las mismas. El suelo para uso, el cual es un uso consuntivo con implicaciones socioeconómicas y una importancia muy grande debido a la dinámica poblacional del área.

5.1.1 Agricultura

La agricultura es la actividad económica-productiva que predomina entre los pobladores que habitan el municipio de san Pedro Yepocapa y la población es netamente cafetalera. El café es el principal y más fuerte cultivo de la población de Yepocapa, cabe resaltar que es uno de los municipios más fuertes en producción y exportación del grano de oro en el departamento de Chimaltenango. La mayor extensión territorial está en poder de latifundistas, terratenientes no oriundos del lugar. Las variedades que más se cultivan son: Bourbon, caturra, Catimor y Catuaí. De igual forma existe la producción de hortalizas tales como: el maíz, el frijol, Chile, Petate, verduras y también se cosecha banano en menor escala. (Ajú, 2009).

El mercado para el café lo constituyen algunos consumidores locales y nacionales, pero se exporta la mayoría, los otros cultivos son consumidos por los habitantes de la región ya sea en Chimaltenango o en Santa Lucía Cotzumalguapa.

En Santa Lucía, predomina el cultivo de la caña de azúcar, este cultivo cubre alrededor del 80 % de la superficie del municipio, el área restante está cubierta por centros poblados y en algunos casos por pequeños remanentes boscosos en las orillas del cauce del Río Cristóbal. Cabe mencionar que nuestro país exporta alrededor del 72% de su producción total, siendo los principales mercados de exportación para el azúcar crudo: Estados Unidos 18.0%, Corea del Sur 9.8%, México 9.5%, y Chile 8.4%. (SIB, 2012)

5.1.2 Ganadería.

Alrededor del 90 % de familias acostumbran a criar animales domésticos tales como: Gallinas, patos, perros, gatos, chompipes, conejos y otros. La crianza de estos animales contribuye a la economía doméstica, ya que son vendidos en el mercado municipal. Hay un porcentaje de familias que se dedican a la ganadería en pequeña escala. Las razas de ganado existentes en el municipio de Yepocapa son: Holstein: Ganado lechero, Criollo: Ganado de crianza y lechero, Brown; Ganado lechero, Hindú cebú y Cebú rojo: Ganado de crianza, Jersey: Ganado lechero, Angus Brown; Ganado para engorde. Este ganado y los productos derivados de sus beneficios son consumidas por la población local. (Ajú, 2009).

En cuanto a números, de acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario en el 2003 se criaban 46813 aves, 2936 cabezas de ganado bovino, 415 cabezas de ganado porcino, 22 cabezas de ganado caprino y 77 cabezas de ganado ovino. Nuevamente se recalca el hecho que la crianza de estos animales satisface las necesidades de autoconsumo familiar así como para venta local.

Según SEGEPLAN (2009), la producción pecuaria ocurre principalmente, en las fincas privadas dentro de las cuales se puede mencionar: El Rosario, Palo Verde, San José la Unión, Finca Montserrat, así mismo, en estas fincas también se produce ganado de engorde.

La producción porcina del municipio de Santa Lucía se encuentra ubicada en la Finca Santa Adelaida, Finca Tumapán, Aldea el Transito y Finca el Recuerdo. Mientras que la producción equina se concentra en las Fincas: Constanza, Tesalia, Santa Teresa y Santa Rita. La producción de vacunos y bovinos se realiza en las fincas: Tesalia, Aguná, Monacales, el Cortijo y la Esperanza. (FUNDAZÚCAR, 2005).

Cabe resaltar que, según el IV Censo Nacional Agropecuario, en el año 2003 se criaban 3, 720,382 aves, 8818 cabezas de ganado bovino, 1456 cabezas de ganado porcino y 13 cabezas de ganado caprino.

5.1.3 Industria.

La actividad industrial es la referente al proceso de beneficio húmedo del café en el municipio de Yepocapa, el cual se realiza en la planta propiedad de la Cooperativa San Pedro y que en términos muy generales se realiza de la siguiente manera: recepción y clasificación del fruto, posteriormente, se despulpa, acto seguido se fermenta (con la remoción del mucílago), se lava y se vuelve a clasificar el grano, se seca, y, finalmente se almacena para ser vendido fuera de nuestras fronteras. (Zelada, 2012).

Las diferentes certificaciones que tiene la Cooperativa San Pedro obliga a tener manejo de los desechos generados durante el procesamiento de café, esto incluye la pulpa y otros residuos orgánicos y el agua utilizada durante el proceso mecanizado de despulpe. Para los primeros, se transforma en abono orgánico, el cual es procesado y vendido dentro de la cooperativa. En materia del tratamiento de agua, se pasa por una fase de sedimentación en una laguna artesanal de oxidación, la cual después es drenada hacia el río.

La producción industrial de Santa Lucía Cotzumalguapa se centra en el procesamiento de caña de azúcar. Actualmente, existen dos ingenios productores de azúcar en el área, siendo estos: Corporación Pantaleón y La Unión.

El proceso industrial inicia con la recepción de la caña, para lo cual intervienen dos subprocesos.

- Pesaje: en el cual se determina el peso bruto de la unidad de transporte y se le resta el peso de la tara.
- Muestreo y análisis: de acuerdo con el tamaño de los pantes, en el programa de básculas se fija la frecuencia y las unidades que tienen. En el laboratorio de caña se hacen los análisis pertinentes a la muestra tomada, con lo cual se determinará la calidad de la caña que está ingresando al ingenio, proveniente de las fincas proveedoras.

Con los datos de peso y calidad de la caña, así como los datos de rendimiento industrial se emite el reporte cañero, en función del cual se paga a los proveedores de caña, para ello se contemplan los premios y/o castigos que apliquen a cada finca. Posteriormente al pesaje y muestreo de la caña en las unidades de transporte, se inicia el manejo de caña en el patio. El mejoramiento de la logística de cosecha, alce y transporte, así como el mejoramiento en el proceso industrial, han hecho evolucionar el manejo de caña en patio, lo que ha contribuido

también en un menor deterioro de la caña, esto debido a que el tiempo entre quema y moliendo, ha disminuido significativamente.

Posterior a la descarga de la caña sigue el proceso de preparación, en éste se transforma la caña en un material más homogéneo y con mayor densidad, con el fin de favorecer la alimentación continua y uniforme de los molinos, mejorar la acción de imbibición, facilitar la extracción del jugo y reducir las pérdidas de sacarosa en el bagazo. En este proceso se produce el desfibrado, el cual presenta una mayor área expuesta para la adecuada extracción del jugo de las fibras de la caña (CENGICAÑA, 2012).

Ahora bien, de los productos derivados de la actividad de aprovechamiento de la caña de azúcar, destaca la producción industrial de etanol, que durante la zafra 2009/2010 se alcanzó un volumen total de 265 millones de litros, los cuales fueron exportados a Europa y Estados Unidos. (CENGICAÑA, 2012). De los dos ingenios situados en el área, sólo el Ingenio Pantaleón produce etanol.

El proceso industrial de producción de etanol consiste en tres etapas perfectamente definidas: 1) reacciones bioquímicas, producto del metabolismo de los microorganismos utilizados para el efecto, que transforman los azúcares fermentables en alcohol etílico, como producto principal y otros subproductos metabólicos o residuales que dependen de la pureza de la materia prima utilizada y de las condiciones ambientales en las que se lleva a cabo la reacción. 2) separación del producto deseado del resto de compuestos presentes en el mosto fermentado y concentración del mismo para reducir su volumen para su manejo posterior. El método generalizado es mayormente por destilación. 3) el tratamiento, disposición y aprovechamiento de los subproductos separados mediante destilación. Esta última etapa ha cobrado vital importancia recientemente para el mejor aprovechamiento de recursos y protección del ambiente.

Quemas controladas y campamentos temporales. Las prácticas de quemas controladas se realizan en terrenos de topografía irregular o, bien, que tengan canales de drenaje y riego, dichas prácticas predominan en la parte alta de Santa Lucía Cotzumalguapa donde las pendientes son más pronunciadas, donde la cosecha mecanizada no es permisible. Cabe resaltar que en la parte baja de la Subcuenca todavía se utiliza la zafra como un método de aprovechamiento de la caña, aunque se están realizando esfuerzos por evitar quemar la caña.

En cuanto a los campamentos temporales, se obtuvo información de la Corporación Pantaleón, que existen varias instalaciones permanentes ubicadas estratégicamente en toda la zona cañera. Sin embargo, en el área que ocupa la Subcuenca sólo hay un campamento, el cual está ubicado en las cercanías a la planta central de Pantaleón, estas instalaciones poseen infraestructura básica que permite a los trabajadores temporales un techo al cual puedan llegar a descansar luego de una ardua jornada de trabajo en el campo. Según información proporcionada por trabajadores de campo, hay camas (organizadas por literas), una serie de pilas, duchas e inodoros, así como un área de comedor.

5.1.4 Artesanía.

La producción de artesanías en Yepocapa, se basa en la elaboración de petates, sopladores, tejidos, güipiles, fajas, producción de diferentes bordados, elaboración de canastos para el corte de café, hamacas, morrales de hilo o amueblados de sala artesanales. Los que participan en esta actividad son las personas adultas que fomentan la tradición en la familia para seguir produciendo a nivel de familia. La producción de estas artesanías regularmente, es en pequeña cantidad. Hay temporadas en que sube la producción, principalmente durante el corte de café. Sin embargo, estas artesanías se encuentran amenazadas por la industria de canastos de plástico. La venta de los productos artesanales se realiza, acudiendo a la casa de los productores, algunas veces exhiben estos productos en el mercado municipal o se llevan a otros mercados de municipios vecinos.

En el municipio de Santa Lucía se desarrollan actividades productivas de tipo artesanal, especialmente en el área de la carpintería, fabricación de muebles de mimbre y de mangle, bordados eclesiásticos que se utilizan en las imágenes procesionales del país. Dichas actividades económicas funcionan a nivel micro empresarial, especialmente como empresas familiares y no se tiene cuantificado el nivel de producción y la generación de empleo. (FUNDAZUCAR, 2005)

5.1.5 Forestal.

La actividad forestal está presente en la Subcuenca, específicamente en la parte de la Subcuenca San Pedro Yepocapa). La mayor parte de la Subcuenca está siendo utilizada con cultivos semi perennes (Caña de Azúcar), la cual se encuentra en la parte baja ya que esta área cumple con las condiciones requeridas para este tipo de cultivo. En la parte alta la cobertura cambia dándole mayor protección y cobertura al suelo, aquí se encuentra agricultura perenne: café, Bosque de coníferas y sistemas agroforestales. Además, por encontrarse en las faldas del volcán de Fuego hay áreas con materiales volcánicos (cenizas Volcánicas).

En Yepocapa no se da el cambio en el uso de la tierra ya que el café por ser un cultivo a largo plazo, no deja margen a estar cambiando periódicamente su siembra en distintas partes, ya que representa gastos económicos fuertes, a menos que se elimine por completo, siendo esto muy difícil ya que por la cercanía con el volcán, las vulnerabilidades aumentan al querer implementar otro cultivo, se mantienen los sistemas agrícolas ya establecidos y mencionados anteriormente.

5.2 ACTORES INDIRECTOS

Dentro de los actores indirectos y/o grupos interesados se describen todos aquellos actores que por la naturaleza de sus actividades estén relacionadas con el uso del suelo y les afecte el aumento de los caudales en época de lluvia pero que su relación sea indirecta o, sea, que los bienes y servicios, no sean el interés principal sino, más bien, el impacto que los eventos hidrometeorológicos puedan ocasionar y que dañen el entorno biofísico y socioeconómico. Aquí se identificaron todas las instituciones locales con relación directa con los usuarios relacionados con las actividades de agricultura, industria, ganadería y artesanía, como asociaciones de usuarios.

Además, las instituciones gubernamentales y no gubernamentales con relación al manejo, administración, monitoreo y conservación del medio-ambiente y a las organizaciones internacionales que apoyan los procesos nacionales en el tema de riesgos y desastres. Siempre y cuando tanto las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales tengan presencia directa en el área y sean actores que se involucren al nivel local. A continuación se mencionan las instituciones y/o organizaciones que se consideran como actores indirectos o grupos interesados relacionados con la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos en la Subcuenca del Río Cristóbal.

5.2.1 INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES

5.2.1.1 Gobierno Municipal.

Las Municipalidades son entidades del Estado, responsables del gobierno de su municipio, siendo cada una de ellas autónoma es decir que no dependen del Gobierno central. Siendo las encargadas de realizar y administrar los servicios que necesita una ciudad o un pueblo.

Una función importante de la Municipalidad es la planificación, el control y la evaluación del desarrollo y crecimiento de su territorio. También se presta especial atención a los aspectos sociales y contribuir con la mejora de la calidad de vida de los vecinos. Los recursos necesarios para proveer los servicios y realizar obra, la Municipalidad los obtiene, principalmente, del pago de arbitrios, como boleto de ornato, Impuesto Único sobre Inmuebles (IUSI) y tasas que se cobran en algunas gestiones. (MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, 2013)

La autoridad máxima en las dos Municipalidades, San Pedro Yepocapa y Santa Lucía, es el Concejo Municipal, conformado por síndicos y concejales y el señor Alcalde Municipal, quien lo preside. En segundo lugar de importancia está el Alcalde Municipal, que si llegara a tomar decisiones sólo él, siempre deberá de informar al Concejo Municipal de sus actividades. El Concejo Municipal trabaja a través de comisiones, tales como: Salud, ambiente, entre otras. En segundo lugar de importancia también actúa el señor Alcalde, quien de llegar a tomar decisiones, personalmente, debe reportar sus actividades al Concejo Municipal. Las autoridades municipales cuentan con la estructura comunitaria a través de Alcaldes Auxiliares, COCODES y comités de mujeres. (SEGEPLAN, 2010).

5.2.1.2 Dirección Municipal de Planificación.

La municipalidad cuenta con la DMP, que se encarga de la coordinación con los COCODES para la identificación de necesidades, realizar gestiones pertinentes para la ejecución de proyectos.

5.2.1.3 Oficina Municipal de la Mujer

La oficina de la mujer de la municipalidad tiene diversos programas de apoyo para el género femenino. Estos programas corresponden a satisfacer las necesidades del género en el municipio, a continuación se presenta un listado con una breve descripción de los programas más relevantes que realiza la municipalidad en conjunto con los 19 grupos de mujeres organizadas del área urbana, dichos grupos suman alrededor de tres mil mujeres.

Así mismo, esta oficina proporciona asistencia al adulto mayor, en materia de gestión de trámites varios, tales como viajes a la cabecera departamental, entre otros.

Existe presencia de organizaciones gubernamentales, que tienen incidencia sobre ciertos sectores tales como: seguridad, salud, reducción de desastres, entre otros. En el siguiente cuadro se listan las organizaciones que tienen presencia directa y continua en la Subcuenca.

Cuadro 5.1 Instituciones Gubernamentales presentes en la Subcuenca del Río Cristóbal

	INSTITUCIÓN	ACTIVIDAD	PRESENTE EN:
1	COCODES	PROMOVER PROYECTOS DE DESARROLLO	Yepocapa, Santa Lucía
2	CONALFA	EDUCACIÓN	Yepocapa, Santa Lucía
3	CONRED	REDUCCIÓN DE DESASTRES	Yepocapa, Santa Lucía
4	FOGUAVI	VIVIENDA	SANTA LUCÍA COTZ.
5	FONAPAZ	INFRAESTRUCTURA	Yepocapa, Santa Lucía
6	IGGS	SALUD	SANTA LUCÍA COTZ.
7	JUZGADO DE PAZ	SEGURIDAD	Yepocapa, Santa Lucía
8	MAGA	FOMENTO ECONÓMICO	Yepocapa, Santa Lucía
9	MSPAS	SALUD	Yepocapa, Santa Lucía
10	PMT	SEGURIDAD VIAL	SANTA LUCÍA COTZ.
11	PNC	SEGURIDAD	Yepocapa, Santa Lucía
12	PNUD	GOBERNABILIDAD DEMOCRÁTICA, POBREZA, ENERGIA, MEDIO-AMBIENTE, PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE CRISIS	SANTA LUCÍA COTZ.
13	PROCURADURÍA DE LOS DERECHOS HUMANOS	DERECHOS HUMANOS	SANTA LUCÍA COTZ.
14	RENAP	REGISTRO CIUDADANOS	Yepocapa, Santa Lucía
15	RESERVAS MILITARES	SEGURIDAD, EDUCACIÓN,	YEPOCAPA
16	SUPERVISIÓN EDUCATIVA	EDUCACIÓN	SANTA LUCÍA COTZ.

Elaboración propia con información del PDM, 2010

5.2.1.4 COCODES

Respecto de los COCODES, el municipio de Yepocapa tiene un total de 34, estas organizaciones se encargan de promover proyectos de desarrollo rural, dentro de los cuales ya se han podido concretar y podemos mencionar: implementación de sistema de alcantarillado en la aldea Mojenes Castillo, adoquinamiento en la Aldea Nueva Victoria y construcción de escuela primaria en la aldea Santa Sofía.

Cada uno de los 34 COCODES en el municipio tiene un representante que, periódicamente, se reúne con la alcaldía para presentar nuevas propuestas.

En el caso particular de este municipio, se trabaja a través de la integración de la población por medio de Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES) legalmente inscritos en el Ministerio de Gobernación. Cada comunidad dentro del municipio cuenta con su respectivo COCODE; cada uno de ellos está integrado por una junta directiva de 13 personas. (Chapa, 2012). En la actual administración municipal (2012-2016) se trabaja con Alcaldes comunitarios, los cuales cumplen con las mismas obligaciones que los anteriores llamados COCODES.

En el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa existen dos instancias de mujeres, una denominada Asociación de Mujeres Lucianas, la otra es la Comisión de Derechos de la Mujer, organización que funciona dentro de los COCODES. Estas figuras, son invitadas a participar en el COMUDE cuando la naturaleza de su formación esté vinculada a algún problema y/o proceso de trabajo que tenga que ver con las competencias municipales (SEGEPLAN, 2010)

Dentro del municipio también existen empresas asociativas campesinas, organizaciones pro derechos humanos, asociaciones pro tierras, asociaciones pro vivienda, asociaciones de la mujer, asociaciones laicas y religiosas, cooperativas, solidaristas, deportivas, culturales y de jóvenes.

5.2.1.5 COMITÉ NACIONAL DE ALFABETIZACION CONALFA

Es el ente rector responsable de coordinar, a nivel nacional, la ejecución del programa de alfabetización y educación básica a jóvenes y adultos, en español y demás idiomas nacionales.

Su visión es la de aumentar cada año la población alfabetizada procurando la vinculación a procesos económicos, sociales y productivos para mejorar su calidad de vida.

Fue creado para la ejecución del proceso de alfabetización, como un órgano superior, principalmente, encargado de definir y aprobar las políticas y las estrategias del proceso nacional de alfabetización y promover la alfabetización, por medio de las entidades de desarrollo en el ámbito Nacional.

El CONALFA tiene como objetivo esencial promover los medios adecuados para que la población joven y adulta de 15 años y más, que no sabe leer y escribir tenga acceso a la cultura escrita, con lo cual se contribuirá con el desarrollo del potencial humano para que la persona participe, activamente, en el desarrollo económico social y político del país y con ello garantizar el derecho que tiene la población adulta analfabeta de Guatemala a la educación. (COMISION NACIONAL DE ALFABETIZACION, 2009)

5.2.1.6 Coordinadora nacional para la reducción de desastres CONRED.

Dentro del contexto de que el territorio de Guatemala debido a su posición geográfica, geológica y tectónica está clasificado como uno de los países a nivel mundial con un alto potencial de múltiples amenazas naturales y,

por su situación social, económica, deterioro ambiental y de desarrollo genera altas condiciones de vulnerabilidad, lo que provoca que un gran porcentaje de la población, su infraestructura y los servicios estén expuestos a diferentes riesgos, que pueden desencadenarse en desastres. Así mismo, se presentan amenazas de tipo antropogénicas, en la relación ser humano/naturaleza y en sus actividades productivas que generan condiciones de alto riesgo. Surgió el Comité Nacional de Emergencias –CONE- en 1969 como instancia tenía la finalidad de dar atención a una emergencia y de asistencia a la población en caso de desastres.

Después, en 1996 fue creada la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED, como la entidad encargada de prevenir, mitigar, atender y participar en la rehabilitación y reconstrucción de los daños derivados de la presencia de los desastres. Por el Decreto 109-96 del Congreso de la República.

La Secretaria de –CONRED- ante la necesidad que se tiene de afrontar los incidentes naturales o provocados a los que como país estamos expuestos, elabora Planes, Sistemas de Prevención y Procedimientos de acuerdo al incidente común en cierta época del año, los cuales son presentados a la población en general. La Coordinadora Nacional está integrada por dependencias y entidades del sector Público y del sector privado. (CONRED, 2010)

5.2.1.7 FOGUAVI

El fondo guatemalteco para la vivienda (FOGUAVI) es una Institución financiera de segundo piso, adscrita al Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (CIV) cuya finalidad es otorgar subsidios directos y facilitar el acceso al crédito a familias en situación de pobreza y pobreza extrema (por una sola vez y no reembolsable).

FOGUAVI no está facultado para realizar operaciones financieras directamente con el público y de conformidad con el artículo 7 del acuerdo gubernativo 286-98 FOGUAVI no podrá participar en la compra, venta y construcción de bienes inmuebles.

FOGUAVI cuenta con varios tipos de subsidios, dentro de ellos se encuentra en subsidio para fortalecimiento, este está enfocado a aquellas familias que desean adquirir un lote o casa por primera vez, a continuación detallamos la información de este tipo de subsidios. (FOGUAVI, 2010)

5.2.1.8 Fondo Nacional de la Paz

El Fondo Nacional para la Paz (FONAPAZ), es una institución adscrita a la Presidencia de la República, que desarrolla y ejecuta proyectos para erradicar la pobreza y la extrema pobreza.

Fue creado el 28 de junio de 1991, mediante el Acuerdo Gubernativo.408-91, como fondo social emergente de Gobierno derivado del proceso de Paz. A través del Acuerdo gubernativo 310-2000, se definen sus líneas de acción:

1. Construcción de vivienda y hogares comunitarios rurales
2. Construcción de edificios del Estado.
3. Construcción de salones comunales.
4. Construcción de canchas polideportivas.

5. Programa de láminas, accesorios y materiales para construcción del área rural.
6. Programa de ayuda alimentaria.
7. Construcción de centros escolares y su equipamiento.
8. Apoyo de proyectos de paz.
9. Otras que específicamente le asigne el Presidente de la República.

La misión de FONAPAZ es implementar con transparencia programas y proyectos en beneficio de las comunidades que, históricamente han estado marginadas, sin oportunidades para su desarrollo económico y social, ejecutando estas acciones en coordinación con el Consejo de Cohesión Social, establecido dentro del plan de Gobierno del Presidente Álvaro Colom, el cual establece las prioridades en materia de inversión social, principalmente, educación, salud y seguridad alimentaria.

La visión de FONAPAZ, es erradicar la pobreza y la pobreza extrema a través del involucramiento de las comunidades, en el desarrollo de programas y proyectos eficaces que permitan mejorar la calidad de vida de sus pobladores, propiciando la paz y la justicia social. (FONAPAZ, 2012)

5.2.1.9 Juzgado de Paz

Los Juzgados de Paz o Juzgados Menores son tribunales menores pertenecientes al Organismo Judicial, estos tribunales están a cargo de jueces que están dispuestos según las órdenes de la Corte Suprema de Justicia, los cuales tienen la facultad de juzgar todos aquellos casos que dispongan las leyes nacionales. (ORGANISMO JUDICIAL, 2012)

5.2.1.10 Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA.

El Ministerio de Agricultura fue creado por el Decreto Legislativo No. 1042, de fecha 21 de mayo de 1920, que copiado literalmente dice: "Decreto No 1042, la Asamblea Nacional Legislativa de la República de Guatemala, DECRETA: Artículo único. Se establece un Ministerio de Agricultura, para que éste importante ramo, fuente principal de la riqueza del país, sea atendido como corresponde".

Funciones del MAGA.

Ley del Organismo Ejecutivo (Decreto 114-97)

1. Formular y ejecutar participativamente la política de desarrollo agropecuario, hidrobiológico y de uso sustentable de los recursos naturales renovables, todo ello de conformidad con la ley.
2. Promover y velar por la aplicación de normas claras y estables en materia de las actividades agrícolas, pecuarias, hidrobiológicas, forestales y fitozoosanitarias, buscando la eficiencia y competitividad en los mercados y teniendo en cuenta la conservación y protección del medio ambiente.
3. Definir la política de ordenamiento territorial y de utilización de las tierras nacionales y de reservas de la nación y promover la administración descentralizada en la ejecución de esta política; deberá velar por la

instauración y aplicación eficaz de un sistema de normas jurídicas que definan con claridad los derechos y responsabilidades vinculadas a la posesión, uso, usufructo y, en general, la utilización de dichos bienes, mientras permanezcan bajo el dominio del Estado.

4. Formular la política de servicios públicos agrícolas, pecuarios, hidrobiológicos, forestales y fitozoosanitarios y administrar, descentralizadamente su ejecución.
5. En coordinación con el Ministerio de Educación y la Comisión Nacional del Medio-Ambiente, formular la política de educación agropecuaria y sobre medio-ambiente, promoviendo la participación comunitaria.
6. Promover en coordinación con las autoridades legalmente competentes, la política para el mejoramiento y modernización descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas; así como la formulación de políticas para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país.
7. Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Economía, las políticas de comercio exterior de productos agropecuarios, forestales e hidrobiológicos.
8. Impulsar el desarrollo empresarial de las organizaciones agropecuarias, forestales e hidrobiológicas para fomentar el desarrollo productivo y competitivo del país.
9. Desarrollar mecanismos que contribuyan a la seguridad alimentaria de la población y ampliar y fortalecer los mecanismos de disponibilidad y acceso a la información estratégica a productores, comercializadores y consumidores. (MAGA, 2013)

5.2.1.11 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS

La misión del MSPAS es de guiar, organizar y/o respaldar una respuesta dirigida a integrar, fortalecer, extender y diversificar los servicios y programas de salud públicos, hospitalarios y privados. Con la finalidad de:

- Ejercer la rectoría en el sistema nacional de salud del país.
- Mejorar el estado de salud y bienestar de la población.
- Optimizar la planificación, la implementación, la administración y la evaluación de los sistemas de entrega de los servicios de salud.

Con la visión de tener personas viviendo y construyendo comunidades saludables. (MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. MSPAS, 2012)

5.2.1.12 Policía Municipal de Tránsito.

La municipalidad en el marco de la descentralización gestionó asumir la competencia designada por el Ministerio de Gobernación, del control del tránsito urbano en la ciudad desde el mes de septiembre del año 2005, por lo tanto, cuenta con su propia Policía Municipal de Tránsito (PMT) la que tiene como objeto realizar funciones

especializadas como autoridad de tránsito, dentro del distrito municipal conforme leyes y reglamentos, tiene su sede central en el edificio municipal.

5.2.1.13 Policía Nacional Civil PNC.

La misión es la de proteger la vida y los bienes de todos, el ejercicio de los derechos y obligaciones, asimismo, prevenir, investigar y combatir el delito, preservar el orden y la seguridad pública. (POLICIA NACIONAL CIVIL)

5.2.1.14 PNUD

Creado en 1965, por la Asamblea General de las Naciones Unidas. Tiene como objetivo proporcionar a los países en desarrollo servicios de asesoramiento basados en conocimientos especializados y propiciar el establecimiento de coaliciones nacionales, regionales y mundiales para el logro del cambio.

Las áreas temáticas que desarrolla son: Gobernabilidad democrática, Reducción de la Pobreza, Prevención y Recuperación de las crisis, Energía y Medio-Ambiente, VIH/SIDA

A través de:

- Fortalecimiento de Capacidades Nacionales; mejora capacidades para diseñar e implementar políticas públicas. Vinculación del país con la sociedad del conocimiento.
- Gerencia de proyectos y su monitoreo; asistencia técnica en el ciclo del proyecto, procesos de adquisición, contratación de profesionales, evaluación y auditoría.
- Construcción de alianzas para el desarrollo; creación y gestión de alianza, alianzas como un factor esencial, etapas del proceso, resultados esperados y principios de acción.
- Movilización y administración de recursos; estrategias para aumentar la asistencia oficial al desarrollo, diseño de mecanismos novedosos de financiamiento, alianzas público- privadas.
- Gestión y divulgación del conocimiento; estrategias, servicios de conocimiento, herramientas y espacios de conocimientos.

El PNUD desarrolla sus líneas de trabajo principalmente, a través de cuatro servicios integrados claves que mejoran la utilidad de la información manejada por los varios actores del desarrollo: Formación, Investigación y análisis, estudios aplicado, promoción y divulgación

Por este medio, PNUD asegura la función de asesorar, estratégicamente, y genera productos concretos de recomendación en estrategias y políticas de desarrollo, así como mejora, sustantivamente, la capacidad de diseño e implementación de las contrapartes nacionales. (PNUD, 2012)

5.2.1.15 Procuraduría de Los Derechos Humanos

La misión de la Procuraduría es la de promover y defender el respeto a los Derechos Humanos, mediante acciones de promoción, difusión, procuración, mediación, educación y supervisión del Estado, en seguimiento a

las normas de carácter interno y en consonancia con normas internacionales en materia de Derechos Fundamentales.

La visión de la Procuraduría es de ser una institución con amplia credibilidad, con énfasis en la acción preventiva, con un alto grado de desarrollo profesional y técnico, con capacidad de intervención pronta, oportuna y efectiva, con un enfoque en la atención integral de la víctima, cuyas resoluciones son atendidas, respetadas y acatadas. (PROCURADOR DE LOS DERECHOS HUMANOS, 2013)

5.2.1.16 Registro Nacional de las Personas RENAP.

Es la entidad encargada de organizar y mantener el registro único de identificación de personas naturales, inscribir los hechos y actos relativos a su estado civil, capacidad civil y demás datos de su identificación desde su nacimiento hasta su muerte, así como la emisión del Documento personal de identificación.

Para tal fin, implementará y desarrollará estrategias, técnicas y procedimientos automatizados que permitan el manejo integrado y eficaz de la información, unificando los procedimientos de inscripción de los mismos. (RENAP, 2012)

5.2.1.17 Reservas Militares.

El 10 de septiembre de 1954, por medio del Decreto Presidencial No. 79-54, se crea el Departamento de Organización, Instrucción y Adiestramiento de las Reservas Militares de la República y en los Departamentos se asigna con el nombre de Delegaciones a las Reservas Militares Departamentales. El Acuerdo Gubernativo 79-54, se hace efectivo por medio de la Circular No. 0121 de fecha 04OCT1954 del Jefe del Estado Mayor General del Ejército, que verifica el funcionamiento del Departamento de Organización, instrucción y Adiestramiento de Reservas Militares. En Orden General No. 15-66 de fecha 03SEP1954, con fecha 18OCT1954 se distribuyen en los 22 departamentos del país los Jefes de las Delegaciones de Reservas Militares e Instructores. (Agregados a los comandos militares jurisdiccionales)El 26ABR1956 el Ministerio de la Defensa Nacional por medio de la Circular No. 148-DAC-56 estableció normas para el funcionamiento del Departamento de Reservas Militares hasta el 28FEB1961, en marzo de 1961 el nombre del Departamento pasa a ser Servicio de Reservas Militares de la República (Orden General del Ejército 27-09 de fecha 16FEB1961).

La misión es que La Comandancia de Reservas Militares de la República, proveerá unidades de reservas militares debidamente entrenadas a los centros de reunión ubicados en cualquier parte de la República de Guatemala, a partir del día “D” a la hora “H”, con el objeto de apoyar a las unidades regulares del Ejército de Guatemala en operaciones militares, en situaciones de emergencia o calamidad pública. (MINISTERIO DE LA DEFENSA NACIONAL, 2012)

5.2.1.18 Supervisión Educativa del Nivel Medio de Santa Lucía Cotzumalguapa.

Es una institución Estatal, ubicada en Calle del Campo de la Feria, Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla.

“La visión del Ministerio de Educación con respecto a la Supervisión en Santa Lucía es formar ciudadanos con carácter, capaces de aprender por sí mismos, empeñados en alcanzar su desarrollo integral, a través de la diversidad cultural, con principios, valores y convicciones que fundamentan su conducta.”

“La Misión del Ministerio de Educación es convertirse en una Institución evolutiva, creativa, formadora, organizada, eficaz y eficiente, generadora de oportunidades de enseñanza-aprendizaje, orientada a resultados, que aprovecha, diligentemente, las oportunidades que el siglo XXI le brinda, comprometida con una Guatemala mejor.

Objetivos específicos.

- Velar por el mejoramiento de la calidad de educación.
- Velar porque los niños y niñas reciban una educación competitiva y de calidad.
- Fomentar la participación cívica y humanitaria en los docentes, alumnos, padres de familia y comunidad del municipio.
- Gestionar y/o capacitar a directores, directoras y personal docente para el mejoramiento de la educación.” (TUBAC HERNÁNDEZ, 2011)

5.2.2 INSTITUCIONES NO GUBERNAMENTALES

También dentro del área de la Subcuenca se puede apreciar la presencia de instituciones no gubernamentales, las cuales han contribuido en gran manera al desarrollo de la misma basándose en la cooperación a las comunidades ubicadas tanto en el área urbana como rural. En el siguiente cuadro se presenta el listado de las instituciones privadas existentes en la Subcuenca del río Cristóbal.

Cuadro 5.2 Instituciones Privadas presentes en la Subcuenca del Río Cristóbal

	INSTITUCIÓN	ACTIVIDAD	PRESENTE EN
1	ANACAFÉ	Fortalecimiento de la economía Nacional	SANTA LUCÍA COTZ.
2	APROFAM	Salud	SANTA LUCÍA COTZ.
3	AZASGUA	Vela por los intereses de los productores de azúcar	SANTA LUCÍA COTZ.
4	CENGICAÑA	Investigación	SANTA LUCÍA COTZ.
5	CONIC	Defensa de los derechos de los campesinos	YEPOCAPA
6	Cooperativa Sampedrana	Comercialización y capacitación de café	YEPOCAPA
7	CUC	Defensa de los derechos de los campesinos	SANTA LUCÍA COTZ.

8	Empresas Campesinas ECAS	Reactivación económica	YEPOCAPA
9	Fundación Barcelona	Salud	SANTA LUCÍA COTZ.
10	Fundación Carroll Behrhorst	Salud	YEPOCAPA
11	Fundación Guillermo Toriello	Descentralización y participación ciudadana	SANTA LUCÍA COTZ.
12	Fundación Pantaleón	Salud y Educación	SANTA LUCÍA COTZ.
13	FUNDAZÚCAR	Participación ciudadana, planificación de desarrollo, fortalecimiento municipal	SANTA LUCÍA COTZ.
14	ICC	Investigación	SANTA LUCÍA COTZ.
15	Ingenio La Unión	Industrialización del azúcar	SANTA LUCÍA COTZ.
16	Ingenio Pantaleón	Industrialización del azúcar y derivados	SANTA LUCÍA COTZ.
17	INTECAP	Capacitación	SANTA LUCÍA COTZ.
18	URL	EDUCACIÓN	SANTA LUCÍA COTZ.

Fuente: Oficina Municipal de Planificación, 2012

5.2.2.1 Asociación Nacional de Caficultores ANACAFE

La Asociación Nacional del Café -Anacafé- es una institución privada, de servicio público, autónoma, con patrimonio propio y fondos privados fundada por la Ley del Café en 1960. Tiene como principal objetivo fortalecer la economía nacional a través de la producción y exportación de café. Tiene diferentes atribuciones, entre las que resaltan:

- Representar al sector caficultor de Guatemala.
- Extender Licencias de Exportación.
- Desarrollar y ejecutar la política cafetalera tanto a nivel nacional, como internacional.
- Promover los cafés de Guatemala.

La Asociación es dirigida por una Junta Directiva, en la que están representados integrantes de diferentes asociaciones y cooperativas de caficultores de todo el país. Los integrantes son elegidos anualmente en la Asamblea General Ordinaria por un período de dos años. La Junta Directiva también está integrada por representantes del Presidente de la República y del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Anacafé representa a más de 90 mil caficultores de todo el país. Se estima que el cultivo del café ocupa el 2.5% del territorio nacional y está presente en 20 de los 22 departamentos. Como institución gremial representante de los caficultores nacionales, vela por los intereses del sector; es responsable de prestar los servicios efectivos para lograr una caficultura sostenible, competitiva y de calidad.

Es una organización de vanguardia, líder de los caficultores del país, presta servicios a sus asociados y proyecta el café de Guatemala al mundo. (ANACAFE, 2012)

5.2.2.2 Asociación Pro-bienestar de la Familia APROFAM.

Es una institución privada, no lucrativa, fundada legalmente en el año de 1964. Su objetivo es prestar servicios integrales de salud, con calidad y equidad de género, con prioridad en la salud sexual y reproductiva. Ofrece servicios diversificados que permiten la recuperación de costos y el subsidio cruzado para servicios de planificación familiar. Sirviendo de esta forma, a personas de escasos recursos en todo el país.

Con cooperación financiera de donantes nacionales e internacionales, así como con fondos provenientes de los/las pacientes por el pago de los servicios recibidos a precios accesibles, se logra entregar servicios con calidad, en educación para la salud, planificación familiar y salud sexual y reproductiva para adolescentes, jóvenes hombres y mujeres, en áreas rurales, urbanas, periféricas y en poblaciones mayas. (APROFAM, 2011)

5.2.2.3 Asociación de Azucareros de Guatemala ASAZGUA.

La industria azucarera en Guatemala despliega un alto grado de integración vertical en el cultivo y procesamiento de la caña de azúcar. A través de ASAZGUA se aglutinan todos los ingenios azucareros del país, siendo sus objetivos más importantes el incremento de la producción a través del desarrollo y mejoramiento de su productividad, tanto en campo como en fábrica. El desarrollo de proyectos y programas que incrementen su capacidad en los sistemas de producción, distribución y comercialización del producto y sistemas de embarques. Alrededor de ASAZGUA existen varias organizaciones satélites que trabajan coordinadamente como son: CENGICAÑA, FUNDAZUCAR, EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE AZUCAR, EXPOGRANEL, S.A. BANCOSAL.

Proporcionar a los Ingenios asociados así como a sus Entidades Gremiales, todos los servicios que por razones estatutarias, estratégicas y que por decisiones tomadas en Junta General - Ampliada y/o Junta Directiva, se acuerden para la unidad, crecimiento y desarrollo de la Agroindustria Azucarera, que le permita al consumidor Nacional e Internacional contar con un producto de alta calidad.

Los objetivos de la Asociación de Azucareros de Guatemala son los siguientes.

- Incrementar la producción a través del desarrollo y mejoramiento de la productividad, tanto en el campo como en la fábrica.
- Tecnificar y capacitar los recursos humanos.
- Desarrollar proyectos y programas que incrementen la capacidad de los sistemas de producción del campo y la fábrica, la distribución y la comercialización del producto y de los sistemas de embarque.
- Desarrollar programas dentro del área de influencia para mejorar las condiciones de vida de los trabajadores de la industria azucarera, de la población en general y el medio ambiente.
- Apoyar activamente el fortalecimiento de los gobiernos locales en los distintos municipios. (ASAZGUA, 2012)

5.2.2.4 Centro Guatemalteco de Investigación para la Caña de Azúcar CENGICAÑA

Es un centro de Investigación y Desarrollo además de capacitación para el recurso humano de la industria. En general. CENGICAÑA, fue creado por la Asociación de Azucareros de Guatemala, ASAZGUA, en 1992 para apoyar

el avance tecnológico de la agroindustria azucarera, con el objetivo de mejorar la producción y la productividad del cultivo de la caña de azúcar y sus derivados, responsable de generar, adaptar y transferir tecnología de calidad para su desarrollo rentable y sostenible, es financiado por los ingenios que conforman la agroindustria azucarera de Guatemala, que hacen sus aportes al presupuesto del Centro, proporcionales a la producción de azúcar obtenida.

El compromiso de CENGICAÑA es “desarrollar variedades de caña de azúcar, tecnologías en manejo integrado de plagas, fertilización, riegos, capacitación y, transferirlas a sus clientes, mejorando continua y sosteniblemente la eficacia de su sistema”. (CENGICAÑA, 2012)

5.2.2.5 Cooperativa Sampedrana.

La Cooperativa Agrícola Integral Sampedrana, R.L. fue constituida en el año 1969, registrada en el Instituto Nacional de Cooperativas. La Cooperativa se fundó como consecuencia de la necesidad de los asociados que no tenían donde vender su café y de manera individual satisfacer esta problemática. Actualmente la sede de la Cooperativa se localiza en la cabecera municipal de San Pedro Yepocapa del departamento de Chimaltenango, a 90 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. Se tiene acceso por Antigua Guatemala, Sacatepéquez, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y por la cabecera departamental de Chimaltenango. (COOPERATIVA AGRÍCOLA INTEGRAL SAN PEDRANA, R.L. SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO, SF)

Actualmente la Cooperativa está conformada por 50 asociados, de los cuales 40 son hombres y 10 mujeres, que alcanzan una superficie de 90 Hectáreas cultivadas. De las cuales 72 manzanas están registradas en ANACAFE; esta organización de caficultores posee distintas certificaciones dentro de las cuales podemos mencionar: certificación de ANACAFE, Coffee Practice y FLO, estas certificaciones las han obtenido debido a las prácticas tanto de conservación de suelos, manejo integrado de plagas y aplicación de pesticidas en general que se le dan al cultivo. (CHIMALTENANGO.ORG, 2013)

Mejorar la producción cafetalera con producto de calidad que permita obtener ingresos que propicien una mejor forma de vida de los asociados y sus familias.

5.2.2.6 Empresas Campesinas Agrícolas.

En relación a la comercialización de café, los agricultores se han organizado en cooperativas y empresas campesinas agrícolas ECAS, que aglutinan a los pequeños productores de café, que tienen de 1 a 5 manzanas para dicho cultivo. A través de las mismas obtienen créditos, asistencia técnica y comercialización. Al estar organizados forman parte de la Asociación Nacional del Café.

La organización tiene beneficios como mejores precios en la venta del producto, evita la intermediación propiciando mejores ingresos familiares, existen dos cooperativas La Sampedrana y Morelia y tres ECAS ubicadas en la comunidad de Hermógenes, San José Chuachilil y San Rafael Sumatán. (DEGUATE.COM, 2013)

5.2.2.7 FUNDACIÓN BARCELONA

Fundación Barcelona, es una Organización no gubernamental, que se dedica al tema de salud, específicamente, relacionada con el SIDA, da charlas capacitaciones y apoyo a las personas infectadas. Esta institución es de mucho beneficio para el área ya que trabaja con financiamiento de Estados Unidos. Por parte de ellos se da orientación, capacitación a las sexoservidoras, haciéndoles ver los riesgos que corren al ignorar sistemas de sanidad en su trabajo. La organización trabaja también dando charlas en centros educativos a jóvenes adolescentes.

5.2.2.8 FUNDACIÓN CARROLL BEHRHORST

La fundación Guatemalteca para el desarrollo “Carroll Behrhorst” es una institución privada, no lucrativa, que fue fundada en 1962 por el médico norteamericano Doctor Carroll Behrhorst. Se localiza en la cabecera departamental de Chimaltenango en el altiplano central de Guatemala. La fundación trabaja con comunidades urbanas y rurales del departamento de Chimaltenango, a través de programas de salud preventiva, curativa y de proyectos de desarrollo comunitario.

En 1962 el Doctor Carroll inicia su trabajo en salud a través de consultas medicas, en una clínica pequeña y, posteriormente, la habilitación de un hospital modesto en la cabecera departamental de Chimaltenango.

Es apoyada esta institución en 1967 por The Behrhorst Clinic Foundation Inc. Entidad institucionalizada en New York Estados Unidos.

La Fundación desarrolla cuatro programas.

1. Servicio de Salud Comunitaria.
2. Servicios Médicos y Hospitalarios.
3. Proyectos de Autogestión Comunitaria.
4. Fortalecimiento Institucional.

En 1970 inaugura la infraestructura para la atención médica hospitalaria, con el concepto de “Hospital Hospedaje” por involucramiento de familiares del paciente en atención complementaria consistente.

1970 Inaugura la infraestructura para la atención médica hospitalaria, con el concepto de “Hospital Hospedaje” por involucramiento de familiares del paciente en atención complementaria, consistente en la elaboración de sus alimentos y lavado de ropa.

En 1980 adquiere su personería jurídica con el nombre de Fundación Guatemalteca para el Desarrollo “Carroll Behrhorst”. En 1964 Realiza primeros estudios de: Diagnóstico Poblacional Comunitario; Socio economía; Salud; Medio Ambiente y Producción, en el área rural de Chimaltenango. En 1965 Egresó la primera Promoción de

Promotores de Salud Rural, con la cual inicia el Programa de Promotores de Salud. En 1967 Se habilita el Programa de Extensionistas (Personal Comunitario con capacitación multidisciplinaria, sobre salud, medio-ambiente y producción) en tres municipios de Chimaltenango, con la cooperación de Vecinos Mundiales. En 1976 Sucede el terremoto y la Fundación Behrhorst, contribuye eficientemente con la población afectada. En 1976 Los Principios de la Fundación Behrhorst a través del trabajo comunitario y de desarrollo, dieron origen a la fundación de otras entidades, en la Cabecera Departamental de Chimaltenango, tales como: ULEU, ASECSA, Cooperativas de KATOKI Cooperativa FECOMERC y Programa AGROSALUD.

5.2.2.9 FUNDACION GUILLERMO TORIELLO

Es una Organización no gubernamental que se dedica a la capacitación específica de los COCODES. También tiene como objetivo apoyar a la población de escasos recursos del área rural, especialmente, al desarrollo social de la mujer. Actualmente se está trabajando en el componente de educación coordinando con el CONALFA a través de la Coordinación de Alfabetización. (FADES, 2010)

5.2.2.10 FUNDACION PANTALEÓN

Es una organización privada, apolítica y sin fines de lucro. Fue fundada en 1992 por iniciativa de los accionistas de Grupo Pantaleón para alcanzar el propósito de la organización de promover el desarrollo de una manera responsable. A partir de entonces, Fundación Pantaleón se dedica a impulsar proyectos en sus tres ejes de trabajo: educación, salud y medio-ambiente, que brinden oportunidades para mejorar el nivel y calidad de vida.

Actualmente, Fundación Pantaleón desarrolla sus programas en Guatemala, Honduras, Nicaragua y México; países donde opera Grupo Pantaleón. Sus distintos proyectos en estos tres ejes han contribuido al desarrollo y mejora en la calidad de vida de estos países.

5.2.2.11 FUNDAZÚCAR

En 1990 mediante Acuerdo Gubernativo No. 565-90, FUNDAZÚCAR se creó como un vínculo entre las empresas azucareras y las comunidades, en donde existen plantaciones de caña de azúcar. Su meta es desarrollar la Costa Sur y las comunidades del trabajador migrante. Dicha fundación se sostiene con fondos propios de la agroindustria.

La industria azucarera en Guatemala despliega un alto grado de integración vertical en el cultivo y procesamiento de la caña de él azúcar. A través de se aglutinan todos los ingenios azucareros del país, siendo sus objetivos más importantes el incremento de la producción a través del desarrollo y mejoramiento de su productividad, tanto en campo como en fabrica. El desarrollo de proyectos y programas que incrementen su capacidad en los sistemas de producción, distribución y comercialización del producto y sistemas de embarques.

Representa a los ingenios azucareros del país estableciendo el vínculo empresa-comunidad; es decir, de la puerta del Ingenio para afuera.

A lo largo de sus 20 años FUNDAZÚCAR ha formulado, ejecutado y promovido programas de desarrollo humano en el marco del respeto, la autogestión y el impacto en la política pública. Su proyección ha estado enfocada en promover programas de desarrollo sostenible en las comunidades de Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu y Santa Rosa. De esta manera, las relaciones con la comunidad dejan de ser filantrópicas y de caridad, convirtiéndose en prácticas de responsabilidad social de largo plazo y construcción de relaciones institucionales y comunitarias en el corto plazo.

Enmarcados en los principios filosóficos de FUNDAZÚCAR: Descentralización, desconcentración, solidaridad, subsidiariedad y participación; dejando este último como factor de cambio al no considerar a los comunitarios "beneficiarios" sino "participantes" en un modelo de corresponsabilidad que permita a cada individuo alcanza su propio bienestar.

El ser humano es el centro de la estrategia de FUNDAZÚCAR GUATEMALA, reconociendo que el desarrollo integral del capital humano es factor fundamental para el desarrollo de una nación. De allí que trabaje en las áreas de educación, salud y fortalecimiento municipal. (FUNDAZUCAR, 2012)

5.2.2.12 Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático ICC.

Institución privada líder en investigación y desarrollo de proyectos para la mitigación y la adaptación al Cambio Climático en las comunidades, los procesos productivos y la infraestructura de la región.

Tiene como misión, crear y promover acciones y procesos que faciliten la mitigación y la adaptación al cambio climático en la región con base en lineamientos técnico-científicos. En la institución se están impulsando cinco programas, para crear y promover acciones y procesos que faciliten la mitigación y adaptación al cambio climático en la región con base en lineamientos técnicos - científicos. Estos programas son:

- Investigación en clima e hidrología.
- Investigación en ecosistemas.
- Manejo integrado de Subcuencas.
- Gestión de riesgo de desastres.
- Desarrollo de capacidades y divulgación. (ICC, 2012)

5.2.2.13 Ingenio La Unión.

Es una empresa agroindustrial comprometida a generar valor agregado para nuestros accionistas, colaboradores, clientes y demás grupos con quienes interactuamos. Creamos riqueza económica, social, laboral y ambiental para contribuir con un país más prósperos y desarrollado. La visión del Ingenio es de ser líderes en caña, azúcar y energía, trabajando en unión con excelencia para trascender al desarrollo de un mundo mejor.

El Ingenio La Unión comenzó operaciones el 20 de enero de 1970 en la Finca Belén, situada en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y en su primera zafra produjo 160 mil quintales de azúcar. Luego se inició el proyecto

de ampliación para lo cual se necesitó más maquinaria. La mayor parte de los equipos se compraron en Puerto Rico. La primera etapa del proyecto consistía en llevar al ingenio a moler 2000 toneladas de caña/día, y, en una segunda etapa, llevarlo a 6000 toneladas de caña/día. Al inicio de los años noventa el ingenio ya molía 7000 toneladas de caña/día. Posteriormente mediante cambios paulatinos, pero sobre todo, debido a una mejor gestión del grupo humano de la fábrica, se logró molienda 12500 toneladas de caña/día.

En forma paralela al desarrollo de la fábrica, se dio una evolución y mejoramiento en el área agrícola. Se estableció el paquete tecnológico del cultivo de la caña, que consiste en preparación de tierras, siembra, fertilización, riegos, control de malezas, control de enfermedades y plagas, así como la cosecha de caña. Esta última incluye corte, alce y transporte, el denominado camino de la sacarosa, planificación y aplicación de madurantes. La Unión fue el primer ingenio en Centro América en aplicar tecnología biológica para el control integrado y sostenible de plagas. Actualmente, éstas se emplean en otros ingenios y países para mejorar la sanidad vegetal.

En el año 2000, como la mejor opción de realizar la transición de la segunda a la tercera generación de accionistas, se firmó un convenio mediante el cual se constituyó el Consejo de Administración, formado por directores externos. Actualmente, se desarrolla un proyecto de expansión que llevará al ingenio a moler 18000 toneladas de caña/día, en la zafra 2008-2009. (INGENIO LA UNION, 2012)

5.2.2.14 Ingenio Pantaleón.

El 20 de agosto de 1849, don Manuel María Herrera, adquirió la finca Pantaleón. A base de grandes esfuerzos y una gran visión, Pantaleón se diversificó, transformándose de una hacienda ganadera, a una finca de caña y productora de panela y, finalmente, convirtiéndose en un ingenio azucarero. En 1883 muere don Manuel María Herrera y sus herederos fundan Herrera y Compañía y en el año 1973 cambian el nombre de la empresa a Pantaleón, Sociedad Anónima.

El ingenio Pantaleón alcanzó el liderazgo de la industria azucarera de Guatemala en 1976, convirtiéndose en el ingenio de mayor volumen de producción del área centroamericana. En 1984 asumió la administración y el control de las operaciones del Ingenio Concepción, ocupando un importante lugar en cuanto al volumen de producción en el país. En el mes de junio de 1998, continuando con la estrategia de crecimiento y diversificación geográfica, la organización adquirió el Ingenio Monte Rosa, localizado en la zona occidental de la República de Nicaragua. A finales del año 2000 se integran los tres ingenios y deciden participar como subsidiarias de la organización conocida como “Pantaleon”.

En los últimos 36 años, Pantaleón ha mantenido un desarrollo acelerado, construyendo modernas plantas y realizando inversiones productivas en el agro y la industria, con tecnología de punta y procesos innovadores que le han permitido ser reconocido como uno de los principales productores eficientes de bajo costo en el mundo. (PANTALEON, 2013)

5.2.2.15 Instituto Técnico de Capacitación y Productividad INTECAP.

El Centro de Capacitación Santa Lucía Cotzumalguapa fue inaugurado el 02 de abril del 2004. Es un Centro de vanguardia, de alta tecnología, equipado con maquinaria, equipo y herramientas de última generación para brindar a los participantes en programas de capacitación la formación y actualización de conocimientos, acorde al avance de la tecnología. Las especialidades fueron definidas sobre la base del estudio de la División de Planificación para este proyecto y corresponden a la demanda de la actividad económica de la región.

Está ubicado en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y forma parte del desarrollo urbano de la Ciudad del Sur que a futuro contempla proyectos de desarrollo industrial, educativo, salud, habitacional y comercial.

En el Centro de Capacitación INTECAP Santa Lucía Cotzumalguapa, la misión es actualizar los conocimientos y reforzar las habilidades y destrezas de los trabajadores en servicio e impulsar programas de nivel técnico-medio, a nivel de bachillerato, para fomentar la productividad de las empresas a través de programas de formación profesional que permitan satisfacer necesidades puntuales en el medio con una estructura tecnológica de alto nivel. (INTECAP, 2013)

5.2.2.16 Universidad Rafael Landívar URL.

La Universidad Rafael Landívar es una institución de educación superior guatemalteca, independiente y no lucrativa, de inspiración cristiana, visión católica y de tradición Jesuita. La Universidad en su búsqueda de la verdad por medio de sus funciones de investigación, docencia y proyección social, se compromete a contribuir al desarrollo integral y sostenible, transformando a la persona y a la sociedad hacia dimensiones cada vez más humanas, justas, inclusiva y libre. Se destaca como una universidad de excelencia precursora y consecuente con su misión de servicio evangélico al país y a la región.

La sede Regional de Escuintla inició sus labores en enero de 1989. El objetivo de la sede es desarrollar un concepto universitario con capacidad de incidir y contribuir en el desarrollo de un modelo económico sostenible en Escuintla. Apoyar la implementación de los acuerdos de Paz y la construcción de un país incluyente, democrático y equitativo. (UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR, 2013)

5.3 CONCLUSIONES

- En el presente capítulo se realizó el análisis de los actores y agentes que están interactuando e influyendo en la Subcuenca y, que de una otra forma, se ven afectados cuando el caudal de los ríos aumenta y provoca daños severos e interrumpe sus actividades diarias. Para tal resultado fue necesario realizar la descripción de las actividades que se desarrollan en la Subcuenca y que están relacionadas con el uso del suelo.
- En el tema de la gestión para la reducción del riesgo, es de suma importancia la participación activa de todos los entes relacionados, directa e indirectamente, ya que a la hora de un evento máximo se ven perjudicados todos los habitantes, así como los productos que cosechan.
- La Gestión para la reducción del riesgo debe gestionarse desde lo regional con apoyo externo. Lo cual quiere decir que para un eficiente manejo de las vulnerabilidades es de vital importancia involucrar a la mayoría de los actores, ya que ellos son los que con sus prácticas y hábitos económicos y productivos afectan, para bien o para mal, el estado del medio ambiente y sus recursos, en este caso el suelo.
- El uso agrícola se constituye en el principal uso de la Subcuenca, sobresaliendo el cultivo extensivo de la caña de azúcar, abarcando un 70 % de uso del suelo, ubicándose, predominantemente, en la parte baja de la Subcuenca que es donde se encuentra la mayoría de ingenios que se dedican a la industrialización de la misma, luego, le sigue el café y el hule en menor porcentaje.
- El uso forestal en menor escala, está presente en la parte alta de la Subcuenca, especialmente se encuentran bosques de coníferas. El inconveniente que tiene la Subcuenca en términos de cobertura es que no presentan bosques de galería a lo largo de los ríos y éste es ocupado por pastos naturales o zonas de inundación.
- Existen suficientes actores en la Subcuenca y todos deben jugar un papel importante en la Gestión Para la Reducción del Riesgo, pero que está diferenciado por el poder que ejercen en la toma de decisiones, de esta forma los roles formales son cumplidos en la medida que estos actores y agentes tengan el poder suficiente para poder impulsar sus agendas y posicionar sus puntos de vista.



Capítulo 6

Agendas de Actores



CAPÍTULO VI

ACTORES Y SUS AGENDAS EN EL TEMA DEL USO DE LA TIERRA

MAPA DE ACTORES

6.1 AGENDAS DE LOS ACTORES PRESENTES EN LA SUBCUENCA

Para poder realizar el mapa de actores, se analizaron las agendas de los mismos, presentes en la Subcuenca, los cuales han sido descritos en el capítulo anterior. Existe diversidad de actores, en la Subcuenca y cada institución tiene sus actividades propias y sus objetivos definidos para lo cual fueron creados. Se puso énfasis en aquellos actores que están muy relacionados con el tema del uso del suelo, básicamente, aquellos que se dedican a la agricultura, los cañeros, los cafetaleros, aquellos que siembran hortalizas y frutas en menor escala, así, también, en aquellas instituciones que se dedican a la investigación y que a través de ésta, promueven e impulsan el uso del suelo.

En este capítulo se realizó el mapa de actores. Analizando las respectivas agendas de cada uno de ellos, sus actividades y la interacción que existe entre ellos. Para esto se utilizó la información obtenida en capítulos anteriores. La finalidad de este capítulo es de poner de manifiesto la forma en la cual se organizan y participan los involucrados y cuáles son los aspectos y las reacciones más relevantes que se tienen a la hora de la ocurrencia de los eventos hidrometeorológicos, sobre todo, los relacionados con el uso del suelo, así también, las implicaciones de la actual organización.

En capítulos anteriores se ha descrito a los diferentes actores que se encuentran en el área de la Subcuenca en estudio. En este capítulo se describe como la Gestión Integral para la Reducción del Riesgo, enfocada en el uso del suelo es un factor elemental, y, base para el fortalecimiento de las capacidades locales. Así, también, reconocer e identificar propuestas de intervención ya que es un tema muy relacionado con el desarrollo de la Subcuenca.

A continuación se describen las diferentes actividades de diferentes usuarios e interesados en torno al tema del uso del suelo y aquellos que son afectados cuando se presentan situaciones de riesgo relacionados con eventos meteorológicos. Analizando cuáles son los aspectos de la gestión en la que están involucrados en sus actividades

y agendas en torno al suelo y a los eventos meteorológicos y cuáles no están considerados en el esquema formal o en la práctica, describiendo y analizando cuáles son los retos o desafíos que deben de asumirse para el buen uso del suelo y, sobre todo, para la implementación, tomando en cuenta la gama de actividades que comprenden el uso del suelo y la disminución de las vulnerabilidades ante los desastres hidrológicos

Los principales responsables de la Gestión para Reducir vulnerabilidades, satisfacen las necesidades de los individuos, las familias y las comunidades referentes a protección y seguridad y sobre todo, tratar de mantener el equilibrio social son: las Autoridades Municipales, CONRED, Instituciones del Estado, organizaciones no gubernamentales, empresas del sector privado y, sobretodo, la sociedad civil. La participación de la sociedad civil es de suma importancia para que se pueda generar desarrollo. Así, también, le corresponde a la institución Municipal articular relaciones con todos los sectores para optimizar los servicios y los recursos. La gestión municipal es una acción pública clave en los espacios locales, a fin de dirigir los esfuerzos en el desarrollo humano de la población.

Los medios para la implementación de las agendas ambientales locales son diversos y entre estos se encuentran: financiamiento y autosostenibilidad, estudio e investigación de la Subcuenca, transferencia tecnológica a los municipios y a las comunidades para el desarrollo, capacitación de los recursos humanos del municipio y las comunidades, fortalecimiento de la capacidad de gestión de las municipalidades y las comunidades. De esta forma una serie de actores participan en el proceso, sin embargo, la agenda deberá ser compartida para evitar duplicidad de esfuerzos y poder lograr mejores impactos lo cual no sucede del todo; ya que el proceso no es integrado y si bien se tocan todos los aspectos antes mencionados, esto no se realiza dentro de una planificación estratégica lo cual Di Pietro (2001) considera una condición fundamental para el desarrollo local.

Los instrumentos que los actores tienen para la realización de las actividades relacionadas con la Gestión y reducción del Riesgo enfocada en el uso de la tierra son entre otros: Ley de descentralización y participación ciudadana, que permite en el ámbito formal la participación de la sociedad civil a través de sus autoridades o representantes en las municipalidades, comités comunitarios de desarrollo, además de la participación de las instituciones de gobierno, las empresas privadas y organismos no gubernamentales. Esto por medio de la Ley de consejos de desarrollo urbano y rural y del código municipal vigente; también está el artículo 4 de la Ley de CONRED 109-96; donde dice que “todos los ciudadanos estamos obligados a colaborar, salvo impedimento comprobado, los Organismos del Estado, las entidades autónomas y descentralizadas de este y en general funcionarios y autoridades de la administración pública, quedan obligados a participar en todas aquellas acciones que se anticipen a la ocurrencia de desastres”. Estos instrumentos no son únicos para la Subcuenca ya que como vimos, anteriormente, en el marco legal; esto es parte del marco legal general para Guatemala.

Para evaluar las posibilidades de un planteamiento para los diferentes sectores, es necesario diferenciar los efectos directos de los indirectos. Mientras que los efectos directos pueden ser relevantes para la agricultura y el turismo, por mencionar sólo dos de los sectores afectados, los efectos indirectos que nacen como consecuencia de la degradación de los servicios ecológicos proporcionados por el suelo (impactos como inundaciones, subsidencia y otros) son relevantes para la mayoría de los sectores y para la economía en su

conjunto. Estos efectos indirectos pueden, sin embargo, tener consecuencias importantes en algunos sectores concretos. Éste podría ser el caso, por ejemplo, de los daños producidos por las inundaciones que suponen costes para las aseguradoras ó que afectan el valor de las garantías depositadas para los préstamos bancarios. (HELD, 2003)

Está empezando a entenderse que, para lograr un uso sostenible del suelo y un marco para su protección, es necesario comprender la dinámica económica y las fuerzas que promueven su degradación. Para ello es fundamental entender los intereses económicos de los actores implicados en el uso del suelo y los incentivos económicos creados por la legislación, los impuestos y las subvenciones que existen en la actualidad. Por eso es crucial identificar los intereses económicos relativos al uso del suelo y los costes y los posibles beneficios derivados de su uso y gestión sostenible. (HELD, 2003).

Para tal efecto de ver los intereses económicos y la influencia que cada institución tiene en la Subcuenca, se realizó un cuadro en el cual se analizó el grado de involucramiento dentro de los proyectos relacionados con el uso del suelo.

Cuadro 6.1 Posición Actores Gubernamentales respecto de proyectos relacionados con el uso del suelo.

ACTORES GUBERNAMENTALES	INTERESES	POSICIÓN						INTERÉS						INFLUENCIA					
		DESCONOCIDA	OPOSICIÓN ACTIVA	OPOSICIÓN PASIVA	INDECISO	APOYO PASIVO	APOYO ACTIVO	DESCONOCIDO	POCO O NINGÚN INTERÉS	ALGÚN INTERÉS	INTERÉS MODERADO	MUCHO INTERÉS	EL MÁS INTERESADO	DESCONOCIDA	POCA O NINGUNA INFLUENCIA	ALGUNA INFLUENCIA	MODERADA INFLUENCIA	MUCHA INFLUENCIA	EL MÁS INFLUYENTE
COCODES	PROMOVER PROYECTOS DE DESARROLLO						X					X						X	
CONALFA	EDUCACIÓN					X			X					X					
CONRED	REDUCCIÓN DE DESASTRES						X						X						X
FOGUAVI	VIVIENDA					X			X							X			
FONAPAZ	INFRAESTRUCTURA						X					X						X	
IGGS	SALUD						X					X						X	
JUZGADO DE PAZ	SEGURIDAD	X							X							X			
MAGA	FOMENTO ECONÓMICO						X						X					X	
MSPAS	SALUD						X						X					X	
Municipalidad	Desarrollo económico social de las comunidades						X						X						X
PMT	SEGURIDAD VIAL					X			X							X			
PNC	SEGURIDAD					X			X							X			
PNUD	GOBERNABILIDAD DEMOCRÁTICA, POBREZA, ENERGIA, MEDIO-AMBIENTE, PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE CRISIS						X						X					X	
PROCURADURÍA DE LOS DERECHOS HUMANOS	DERECHOS HUMANOS					X		X						X					
RENAP	REGISTRO CIUDADANO					X		X							X				
RESERVAS MILITARES	SEGURIDAD, EDUCACIÓN					X		X							X				
SUPERVISIÓN EDUCATIVA	EDUCACIÓN					X		X							X				

Elaboración propia

Según el cuadro 6.1 con los actores descritos en el capítulo anterior, puede observarse que existen actores suficientes, pero debido a los objetivos que cada uno persigue, así mismo, se van haciendo más lejos o más cerca de cualquier proyecto relacionado con el uso del suelo; a menos que sea por el hecho de conservación de la integridad humana. Dentro de estas instituciones públicas las más interesadas y con mayor influencia están: los COCODES, CONRED, FONAPAZ, IGGS, MAGA, MSPAS, PNUD y, por supuesto, la Municipalidad, esto dentro del ámbito de instituciones públicas.

Estas instituciones son las encargadas de velar no solo por el fortalecimiento económico de las comunidades sino también por el desarrollo, en el caso de CONRED que es el ente con la actividad específica de adoptar acciones concretas para promover la reducción del impacto de los desastres, se ve en la necesidad de apoyar cualquier práctica que beneficie a la población y disminuya las vulnerabilidades relacionadas con el uso del suelo.

En el cuadro 6.2 las instituciones privadas que están dentro del área de la Subcuenca y que, igualmente, que el anterior, se manifiesta su interés y la influencia que cada una de ellas puede mantener en el apoyo de proyectos de uso del suelo.

Cuadro 6.2. Instituciones Privadas. Influencia e Interés en proyectos relacionados con el uso del suelo.

ACTORES NO GUBERNAMENTALES	INTERESES	POSICIÓN						INTERÉS						INFLUENCIA					
		DESCONOCIDA	OPOSICIÓN ACTIVA	OPOSICIÓN PASIVA	INDECISO	APOYO PASIVO	APOYO ACTIVO	DESCONOCIDO	POCO O NINGUN INTERÉS	ALGUN INTERÉS	INTERÉS MODERADO	MUCHO INTERÉS	EL ÁAS INTERESADO	DESCONOCIDA	POCA O NINGUNA INFLUENCIA	ALGUNA INFLUENCIA	INFLUENCIA MODERADA	MUCHA INFLUENCIA	EL MÁS INFLUYENTE
ANACAFÉ	Fortalecimiento de la economía Nacional						X					X						X	
APROFAM	Salud					X		X						X					
AZASGUA	Vela por los intereses de los productores de azúcar						X					X						X	
CENGICAÑA	Investigación						X					X						X	
CONIC	Defensa de los derechos de los campesinos					X			X					X					
Cooperativa SAMPEDRANA	Comercialización y capacitación de café						X					x			X				
CUC	Defensa de los derechos de los campesinos				x				x					x					
Empresas Campesinas ECAS	Reactivación económica						x					x			X				
Fundación Barcelona	Salud					X		x							X				
Fundación Carroll Behrhorst	Salud					X			x							x			
Fundación Guillermo Toriello	Descentralización y participación ciudadana						x		x							x			
Fundación Pantaleón	Salud y Educación						x					x			X				
FUNDAZÚCAR	Participación ciudadana, planificación de desarrollo, fortalecimiento municipal						x					x						x	
ICC	Investigación						x						x					x	
Ingenio La Unión	Industrialización del azúcar						x					x						x	
Ingenio Pantaleón	Industrialización del azúcar y derivados						x					x						x	
INTECAP	Capacitación					X		x						x					
URL	EDUCACION					X			x						X				

Elaboración propia

En el cuadro anterior se observan las instituciones privadas interesadas y su influencia al momento de presentar un proyecto relacionado al uso del suelo, siendo las más influyentes e interesadas: ANACAFÉ, AZASGUA, CENGICAÑA, COOPERATIVA SAN PEDRANA, ECAS, FUNDACION GUILLERMO TORIELLO, FUNDACIÓN PANTALEÓN, FUNDAZÚCAR, ICC, INGENIO PANTALEÓN e INGENIO LA UNIÓN. Son las entidades que están relacionadas con la actividad específica de la Agricultura y la Investigación las que, a la vez, promueven la participación de los sectores relacionados en el manejo y uso productivo del recurso natural renovable, suelo, así como a la conservación y mejoramiento de la capacidad del mismo a manera de tratar de generar un ambiente agroecológico estable e incrementar la productividad, específicamente, de la caña de azúcar y el café, que son los cultivos predominantes en el área.

6.2 RELACIONES INTERINSTITUCIONALES PARA LA GESTIÓN DE LA REDUCCIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS CON EL USO ADECUADO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL.

Las relaciones entre las instituciones para reducir riesgos relacionados con el uso del suelo se considera uno de los problemas principales que se presentan, ya que las instituciones existentes han sido creadas con fines específicos que en alguna manera se relacionan con el suelo. Pero al relacionarse alrededor de un recurso con las características del suelo de indivisibilidad, tienen la necesidad de relacionarse para poder cumplir con su objetivo de gestión relacionado con el recurso. Lograr la coordinación interinstitucional es uno de los desafíos para la gestión de reducción del riesgo ya que con ello se garantizaría en buena medida la disminución de vulnerabilidades asociadas al uso adecuado del suelo, como inundaciones, deslaves, incendios, huracanes, etc, desde el punto de vista institucional que permitiría impulsar enfoques integrados relacionados con el recurso.

En la figura 6.1 se muestran las principales relaciones interinstitucionales identificadas en el área, donde se observa además el grado de relacionamiento de algunas instituciones que las convierte en actores claves relacionadas con el recurso; como es el caso de las Municipalidades con los COCODES y su integración con la MAMCOSUR, en un segundo grupo, MAGA, MSPAS, ANACAFÉ, AZASGUA, CENGICAÑA, COOPERATIVA SAN PEDRANA, ICC, INGENIO PANTALEÓN, INGENIO LA UNIÓN, las ECAS, que por su actividad relacionada a la agricultura presentan el mayor interés dentro de este esquema, no se encuentran algunas instituciones ya mencionadas anteriormente en el cuadro 5.1 y esto responde a que ellas si bien están presentes, sus acciones relacionadas con el uso del suelo son mínimas, por ejemplo el Ministerio de Educación, FUNDACIÓN GUILLERMO TORIELLO, Policía Nacional Civil, PMT, FUNDAZUCAR; que siendo el brazo social de AZASGUA se dedica a otras actividades, además hay actores locales como FONAPAZ, PNUD, CONRED, que aparecen en este análisis debido a la importancia de sus acciones en torno a la; reducción de riesgos. En resumen, la figura 5.1 representa un esquema local para la Subcuenca del Río Cristóbal.

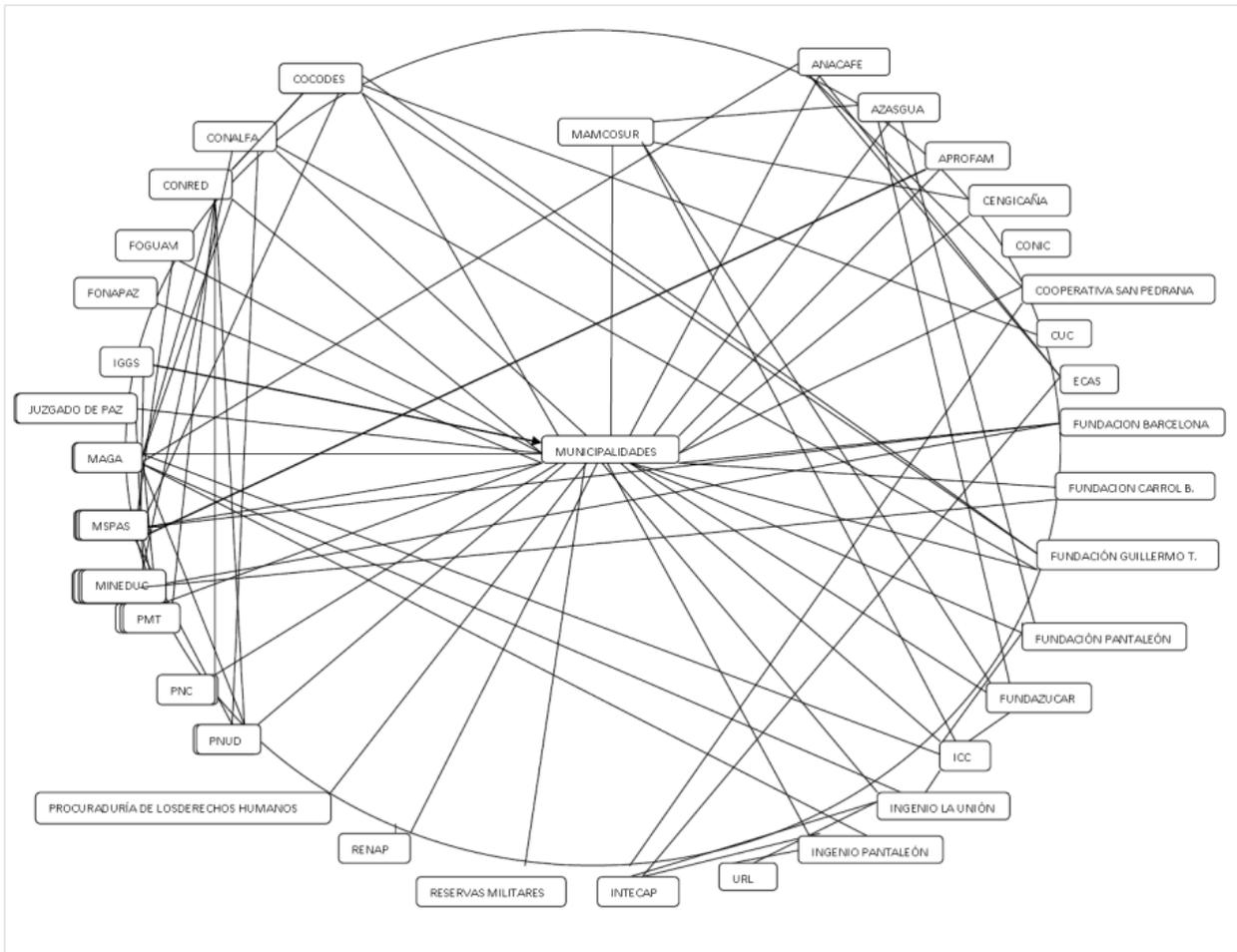


Figura 6.1 Mapa de Actores. Relaciones entre los actores de la Subcuenca del Río Cristóbal

Las relaciones entre las instituciones que se dedican a utilizar el suelo (Agricultura, Forestal, Industria) se consideran insuficientes, ya que éstas han sido creadas con fines específicos y, que de alguna manera se relacionan con el suelo.

Lograr la coordinación interinstitucional es uno de los desafíos para la gestión de reducir el riesgo a eventos hidrometeorológicos y éstos relacionados con el uso del suelo ya que con ello se garantizaría en buena medida la disminución de vulnerabilidades en esta área. Desde el punto de vista institucional que permitiría impulsar enfoques integrados relacionados con el recurso. En la figura 5.1 se muestran las principales relaciones interinstitucionales identificadas en el área, donde se observa además el grado de relacionamiento de algunas instituciones que las convierte en actores claves relacionadas con el recurso; como es el caso de las municipalidades.

6.2.1 Municipalidad

Según lo descrito en el capítulo anterior a la Municipalidad le compete velar por el desarrollo de su municipio aunando esfuerzos con instituciones gubernamentales y no gubernamentales. El Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE) se encuentra integrado por los representantes de los COCODES y de las instituciones con representación en el área de la Subcuenca, MSPAS, MINEDUC, la Policía Nacional Civil, Sociedad Civil, Concejo Municipal, Oficina Municipal de la Mujer, Dirección Municipal de Planificación, etc. Los cuales interactúan entre sí en áreas sociales, de salud, educativos

Ahora bien, como la Subcuenca está ubicada dentro de dos departamentos, está siendo influenciada por dos municipalidades. Al momento de gestionar o tomar decisiones como "SUBCUENCA" se hacen consensos donde los beneficiados siempre sean la sociedad civil. En las dos municipalidades hay instituciones gubernamentales parecidas las cuales tienen las mismas funciones dentro del área.

Es de suma importancia hacer énfasis también en que el Municipio de Santa Lucía pertenece a la Mancomunidad de Municipalidades del Sur MAMCOSUR; en donde 4 municipios de Escuintla (Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá, La Democracia y la Gomera) buscan el desarrollo más allá de la forma tradicional de gobierno y gestión. Con el único propósito como lo manda la ley de "Facilitar la consolidación del proceso de descentralización y Fortalecimiento de los Gobiernos locales en pro del desarrollo y Bienestar de los municipios que la integran".

Actualmente la Mancomunidad está integrada por los municipios de: Siquinalá, Santa Lucía Cotzumalguapa, La Democracia, La Gomera, Palín, Nueva Concepción, éstos pertenecientes al Departamento de Escuintla y, San Antonio Suchitepéquez del departamento de Suchitepéquez. Además, se tiene el interés de integrar la Mancomunidad por los municipios de San Vicente Pacaya y Tiquisate ambos del departamento de Escuintla y la inquietud del municipio de San Pedro Yepocapa del departamento de Chimaltenango. Recientemente, se ha incorporado la Municipalidad de San Pedro Yepocapa con lo cual está cubierta el área de la Subcuenca del río Cristóbal, y donde se obtienen los beneficios de estar en la misma.

Después de la constitución legal y registro fiscal de mancomunidad, Se establecieron acciones prioritarias, con el fin de fortalecerla institucionalmente y la orientación de trabajo de la Mancomunidad. (MAMCOSUR, 2008).

Dentro del marco de acción (POA) de la MAMCOSUR, está el desarrollar el Proyecto de manejo de desechos sólidos, como un proyecto productivo, autosostenible y de beneficio integral y sobre todo, apoyar los planes de desarrollo integral, sus programas y proyectos de sus municipios a través de recursos propios.

Desde los inicios de la Mancomunidad, algunas instituciones y organizaciones prestaron especial interés en ayudar a la gestión de la Mancomunidad, una de ellas ha sido FUNDAZÚCAR, la cual en junio del 2008 forma una alianza estratégica, la cual brinda a la Mancomunidad en apoyo directo, asignando un asesor para el proceso

técnico administrativo y también con el proyecto de elaboración del Plan Estratégico para la MAMCOSUR, marcando, así, el inicio de la institucionalización.

La parte baja de la Subcuenca donde se ubica el Municipio de Santa Lucía, está cubierta por varias asociaciones e instituciones que contribuyen al desarrollo del mismo. La parte alta de Subcuenca donde se ubica San Pedro Yepocapa existe una significativa presencia de instituciones, pero al hacer la comparación con Santa Lucía se observa una existencia mayor ya que la industria azucarera ha generado muchos espacios de participación y apoyo a otras instituciones.

La agricultura es claramente un sector importante, ya que la calidad de sus productos, los efectos medio ambientales, etc. están muy ligados a la productividad del suelo y a la salud del suelo en general. La industria alimentaria está muy ligada al sector agrícola primario, ya que la calidad de los alimentos está relacionada con las prácticas agrícolas. En esta materia, las nuevas leyes de la Política Agrícola Común pueden dar mayor prioridad a los criterios de protección del suelo, potenciando, así, las posibilidades de invertir en agricultura ecológica y en tratamiento de alimentos.

El turismo es otro caso interesante, ya que los lugares turísticos dependen, para ser atractivos, del paisaje y de emplazamientos naturales que no estén degradados. Las empresas de agua, los organismos de prevención de inundaciones, el sector del transporte y la movilidad, las empresas constructoras, el sector inmobiliario, etc. contribuyen todos ellos a degradar el suelo y podrían beneficiarse sino sólo reaccionarán frente a los costes de la degradación del suelo y sus efectos, sino que integraran, activamente, el suelo en el esfuerzo general por la sostenibilidad.

5.2.2 MAMCOSUR

Realiza actividades de coordinación e investigación con instituciones privadas como AZASGUA, ICC, CENGICAÑA, que aportan a este proceso, no sólo la asesoría y la logística, sino, además, la fortaleza técnica. La Mancomunidad tiene alianzas estratégicas con diferentes instituciones privadas, especialmente, los Ingenios, ya que estos le brindan asesoría técnica en diferentes aspectos. Queriendo ser una Mancomunidad donde las familias tengan una mejor calidad de vida, con gobiernos locales autosuficientes, una industria comprometida con el desarrollo humano y una infraestructura de comunicación que facilite el desarrollo integral. Mejorar capacidades de producción, técnico laborales, y, sobre todo, gestiona proyectos productivos y de infraestructura para los municipios mancomunados.

5.2.3 CONRED

Participa en actividades de prevención, principalmente, de incendios forestales que tienen impacto directo en la Subcuenca debido a los cambios de cobertura vegetal con implicaciones en la erosión de los suelos; esto lo hace coordinando con la Policía Nacional Civil y otras instituciones públicas y privadas.

Según el artículo 4 de la ley de CONRED 109-96, todos los ciudadanos están obligados a colaborar, salvo impedimento debidamente comprobado. Los Organismos del Estado, las entidades autónomas y

descentralizadas de este y en general los funcionarios y autoridades de la administración pública, quedan obligados a participar en todas aquellas acciones que se anticipen a la ocurrencia de los desastres. Las personas naturales o jurídicas, entidades particulares y de servicio lo realizarán conforme su competencia y especialidad. En el proceso de atención de los efectos de los desastres, todas las instituciones antes indicadas deben prestar la colaboración que de acuerdo con esta ley les sea requerida. (CONRED, 1996)

De esta manera el artículo 7 de la misma ley de CONRED, El órgano superior de la Coordinadora Nacional de Reducción de Desastres será el Consejo Nacional y estará integrado por el sector público, entidades autónomas y por el sector privado y se integrará por un representante titular y un suplente, quienes laborarán en forma ad honorem de las siguientes instituciones. Debe coordinar actividades con: Ministerio de la Defensa Nacional, quien la coordinará, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio de Educación, Ministerio de Finanzas Públicas, Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, Ministerio de Gobernación, Coordinador de la Junta y Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional, quien asistirá a las reuniones con voz pero sin voto, Cuerpo de Bomberos Nacionales, i) Asamblea de Presidentes de los Colegios Profesionales, Comité Coordinador de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras. (CONRED, 1996)

Según el artículo 9 de la ley de CONRED 109-96, Sus niveles. La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres se estructura en los siguientes niveles:

- Nivel Nacional comprende toda la jurisdicción de toda la República y se compone por:
 - Consejo Nacional para la Reducción de Desastres.
 - Junta y Secretaría Ejecutiva para la Reducción de Desastres.
 - Nivel Regional Comprende la jurisdicción según la regionalización del país y la integran: Organizaciones públicas, privadas y ciudadanas de orden regional.

- Nivel Departamental Comprende la jurisdicción del departamento y tendrá la siguiente composición:
 - Coordinadora departamental para la Reducción de Desastres, integrada por Organizaciones Públicas, privadas y ciudadanas del orden departamental y cuerpos de socorro que por sus funciones y competencias tengan o puedan tener relación con las actividades en la presente ley y su reglamento, frente a situaciones de riesgo o de desastre.

- Nivel local Coordinadora Local para la Reducción de Desastres, integrada por: Organizaciones públicas, privadas y ciudadanas, del orden local y cuerpos de socorro locales que por sus funciones y competencias tengan o puedan tener en algún momento relación con las actividades establecidas en la presente ley y su reglamento.

Según el artículo 13 La metodología de trabajo perseguirá la integración, identificación y vinculación entre los sectores y entidades participantes en la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, en todas las instancias. (CONRED, 1996)

CONSIDERANDO que la Constitución Política de la República de Guatemala, establece que es deber del Estado la protección de la vida humana, y el aseguramiento a los habitantes del país de las condiciones propicias para el desenvolvimiento de la actividad productiva y creadora, y, en consecuencia, debe procurarse la reducción, mitigación y recuperación, en lo posible, de las consecuencias que puedan derivarse de desastres de origen natural o provocado. (CONRED, 1996)

5.2.4 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

A través del Área de Salud, realiza muestreos de calidad de agua, coordina actividades de educación ambiental con el Ministerio de Educación, Municipalidades, Consejo de desarrollo departamental, Secretaría General de Planificación, Oficina de Derechos Humanos.

El MSPAS, también tiene como objetivo propiciar la coordinación interinstitucional e intersectorial para ser más eficaz y eficiente y en las acciones relacionadas con salud. Para eso también se relaciona con el MINEDUC, MAGA, con representantes de las Universidades, con AZASGUA; con el fin de implementar normas que propicien la reducción de desastres, Implementar en las instituciones públicas su organización, políticas y acciones para mejorar la capacidad de su coordinación interinstitucional en las áreas afines a la reducción de desastres de su conocimiento y competencia e instar a las privadas a perseguir idénticos fines; así también, en elaborar planes de emergencia de acuerdo a la ocurrencia y presencia de fenómenos naturales o provocados y su incidencia en el territorio nacional; elaborar planes y estrategias en forma coordinada con las instituciones responsables para garantizar el restablecimiento y la calidad de los servicios y, sobre todo, impulsar y coadyuvar al desarrollo de los estudios multidisciplinarios, científicos, técnicos y operativos sobre la amenaza, vulnerabilidad y riesgo para la reducción de los efectos de los desastres, con la participación de las Universidades, instituciones y personas de reconocido prestigio.

5.2.5 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

A través de la Dirección de Desarrollo Agrícola y el departamento de Subcuencas Hidrográficas y la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, debe realizarse análisis y proponer medidas estratégicas y de coyuntura en apoyo a los subsectores, agrícola, pecuario, forestal e hidrobiológico. Coordinando actividades con MINEDUC, ANACAFE, ICC, CONRED.

5.2.6 INTECAP

Da cursos en empresas privadas, especialmente, con los Ingenios de la región, Pantaleón, La Unión, Palo Gordo, etc. En ciertas ocasiones ha coordinado actividades con el MINEDUC o con el MAGA para realizar capacitación en establecimientos públicos.

La capacitación representa un sector fuerte en el área de la Subcuenca, sin embargo, su liderazgo en el tema del uso del suelo es nulo, ya que la institución tiene como objetivo reforzar las habilidades y destrezas de los trabajadores en servicio e impulsar programas de nivel técnico-medio, a nivel de bachillerato, para fomentar la productividad de las empresas a través de programas de formación profesional que permitan satisfacer necesidades puntuales en el medio con una estructura tecnológica de alto nivel.

5.2.7 Ministerio de Educación.

Por medio de la Dirección departamental de educación, celebra el día mundial del Agua, del medio-ambiente y día de los humedales; coordina actividades con el MAGA. Y la PDH, verifica o brinda acompañamiento, para que estos proyectos se realicen de la manera legal, para beneficio de la población, coordina con el INAB y las municipalidades y otros.

5.2.8 COCODES

El involucramiento de la sociedad civil en el tema del agua, se da de forma oficial a través de la estructura de los consejos de desarrollo, los que a nivel comunitario se denominan COCODES. Los COCODES se crean a partir de la ley de descentralización en el año 2000; y, los liderazgos que se visualizan en ellas aun están ligadas a antiguas estructuras oficiales, donde los antiguos comisionados militares y políticos comunitarios conforman las juntas directivas de dichos comités; los niveles de participación son bajos, debido a falta de estímulo por la dinámica de toma de decisiones, en la cual las demandas de las comunidades en gran medida no son atendidas.

Esto se debe al grado de politización que aún tienen estas estructuras, en las cuales los modelos de los COCODES, fueron implementados, incluso, en algunas oportunidad sobre estructuras existentes, que derivado de esto perdieron su funcionalidad, tal es el caso de los comités de agua y comités de mejoramiento. La implementación no fue acompañada de un proceso de inducción hacia las comunidades, que permitiera que las mismas conocieran como insertarse de una forma efectiva, en este nuevo sistema de administración desde lo local. Sin embargo, muchas de las comunidades siguen manejando sus sistemas de abastecimiento de agua, bajo los esquemas antiguos, con comités de agua, pero de una forma independiente y el grado de las relaciones con el resto de entidades es mínimo o inexistente en algunos casos.

El nivel de participación en la toma de decisiones a través de los COCODES está vinculado al protagonismo político que determinado grupo pueda tener y no a una priorización seria, en función de las necesidades insatisfechas; De esta forma, el papel de los COCODES que en lo formal resulta interesante por la oportunidad de toma de decisiones desde lo regional, se ve diluido, ya que las propuestas deberán ser impulsadas luego de una priorización a nivel de los diferentes COCODES y deberán ser llevadas al nivel de toma de decisiones inmediatas que es el COMUDE, donde no existe un seguimiento de dichos acuerdos previos y las comunidades ven que sus demandas no son atendidas. Esto causa que la participación sea desestimulada, por lo cual gran parte de la comunidad no se muestra anuente a participar, porque no visualizan cuales son los beneficios de hacerlo; reconociendo que la toma de decisiones está politizada en gran medida.

La Subcuenca a través de las municipalidades recibe colaboración institucional, a través de capacitaciones, financiamiento para infraestructura, salud o servicios educativos, etc. Se da un sinfín de relaciones entre los actores de la Subcuenca abarcando casi todas la áreas sociales, especialmente, educativas y, en las productivas muchas veces hay duplicidad de actividades y son las que se deben de ir regulando.

La educación es una parte privilegiada para la construcción de alianzas público privadas. Para el Estado, es un área de intervención fundamental y una de sus principales políticas para el bienestar de sus ciudadanos. Por su parte, los actores privados están interesados en invertir en educación por los beneficios que aporta: competitividad, mejoras en la productividad, movilidad social, valores y actitudes cívicas, etc.

En el municipio de Santa Lucía, existe una política de seguridad ciudadana COMUSE, que vincula un nivel de coordinación, entre la municipalidad, la Policía Nacional Civil, la Policía Municipal de Tránsito, representantes de los COCODES y el observatorio juvenil, en conjunto con el impulso de programas sociales.

Existen otras organizaciones en la Subcuenca bajo la forma de asociación civil no lucrativa como la Asociación de Médicos, Concejo de Directores, la Asociación de Comadronas, Asociación de Colegios, Asociación Municipal de Fútbol, Asociación de Comerciantes, partidos políticos y comités cívicos, pero que no tienen relación con el tema del uso adecuado del suelo.

Sáenz (2006), menciona que para lograr la sostenibilidad de los procesos de desarrollo se requiere de la confluencia de un conjunto de condiciones articuladas, dentro de las que se encuentra la participación y construcción de tejido social; característica en gran medida ausente en los procesos de gestión de cualquier proyecto, debido a que la complejidad de los actores y las visiones no han permitido tener un enfoque integrado, que derive en una planificación y gestión adecuada.

Según Saézn (2006), la capacidad institucional es el conjunto de organización, normatividad, tecnología y capacidades técnicas y humanas de una institución; en este sentido las instituciones vinculadas al lago Petén Itzá, carecen de muchos de los aspectos antes mencionados, debido a que su capacidad se ve rebasada por las demandas de atención de un territorio que representa casi un tercio del país, mientras que las instituciones no cuentan con la tecnología, capital humano y organización suficiente para atender dichas demandas.

5.2.9 FUNDAZÚCAR

La Fundación del Azúcar, la cual en el mes de junio del 2008, forma una alianza estratégica, la cual brinda a la Mancomunidad un apoyo directo, asignando un asesor para el proceso técnico administrativo, y comenzando el proyecto de elaboración del Plan Estratégico para la MAMCOSUR, marcando así el inicio de la institucionalización.

Esta fundación representa a los ingenios azucareros del país, estableciendo el vínculo empresa-comunidad, siendo la meta de la fundación desarrollar la Costa Sur y las comunidades del trabajador migrante, esta organización se sostiene con fondos propios de la agroindustria.

A lo largo de los 20 años que lleva funcionando la fundación ha formulado, ejecutado programas de desarrollo humano. Su proyección ha estado enfocada a promover programas de desarrollo sostenible, tratando de que las relaciones no sean de caridad sino convirtiéndose en prácticas de responsabilidad social a largo plazo y

construcción de relaciones institucionales y comunitarias en el corto plazo. Trabaja en las áreas de educación, salud y fortalecimiento municipal.

- En educación da capacitación a mujeres en edad fértil y a docentes.
- En salud tiene sus clínicas FUNDAZÚCAR, que cuenta con seis especialidades: dermatología, cardiología, pediatría, oftalmología. Odontología, medicina general, farmacia, óptica y laboratorio
- En fortalecimiento municipal tiene programa de infraestructura básica, el cual cuenta con una plantilla de ingenieros civiles y topógrafos que facilitan la asistencia técnica a Municipalidades de la Costa Sur y la co-ejecución de obras con otras instancias .técnica a Municipalidades de la Costa Sur y la co-ejecución de obras con otras instancias.
- Promueve la participación ciudadana a través de diálogos y talleres entre líderes sociales, económicos, políticos, locales y comunitarios de los 56 municipios de la costa sur. (FUNDAZÚCAR, SF)

Tiene relación esta fundación como se ha visto con las Municipalidades, CENGICAÑA, ICC, EXPOGRANEL, MINEDUC, no digamos con los ingenios. Es una institución que derivada de ser el brazo social de los azucareros está muy relacionada con las comunidades, los COCODES impulsando el desarrollo social, productivo, económico de la Costa Sur.

• 5.2.10 ICC

Creado por la Asociación de Azucareros de Guatemala en el año 2010, con el objetivo de desarrollar investigación y promover acciones que contribuyan con la reducción de la vulnerabilidad, la mitigación y la adaptación al cambio climático en las comunidades, los sistemas, productos y la infraestructura de la región de influencia de sus miembros. Todos los ingenios que conforman ASAZGUA son los miembros fundadores del instituto. Sin embargo, los estatutos establecen que otras empresas, gremios e instituciones podrán unirse si comparten la visión del mismo.

✿ En ecosistemas.

Trabaja en investigación en clima e hidrología, una de las tareas más importantes a cargo del programa es elaborar el inventario anual de emisiones de gases de efecto invernadero del cultivo de la caña de azúcar e iniciar el inventario de emisiones de toda la agroindustria azucarera. Sobre la base de éstas se identificarán oportunidades de reducción de emisiones. Este programa realizó un análisis de la situación de la cobertura boscosa de las Subcuencas de la vertiente del Pacífico como punto de partida para buscar acciones que ayuden a conservar y recuperar bosques. Una de las prioridades es el diseño e implementación de corredores biológicos.

✿ Manejo Integrado de Subcuencas Hidrográficas.

Busca impulsar e implementar acciones para mantener la integridad de los recursos naturales (bosque, agua, suelo, biodiversidad) en las Subcuencas tomando en cuenta su contexto social. Entre sus atribuciones se encuentra coordinar las campañas de reforestación y establecimiento de viveros forestales en distintos municipios.

✿ En Gestión de Riesgos de Desastres

Se creó influir en la reducción del riesgo de desastres a través de proporcionar información clave y de impulsar acciones con base en el análisis de factores naturales y sociales (infraestructura, preparación ante emergencias, logística, recuperación, alerta temprana). Se está enfocando en la principal amenaza del sur de Guatemala las inundaciones.

✿ Desarrollo De Capacidades y Divulgación.

Se encarga de difundir información y conocimientos que aumenten la capacidad de la población y de los sistemas productivos de mitigar y adaptarse al cambio climático. Tiene relación con diversos actores locales como la MAMCOSUR, establecimientos educativos, MINEDUC, municipalidades Ingenios, Universidades privadas, Universidad de San Carlos de Guatemala, INAB. Es una institución dedicada a la investigación e, igualmente, a promover el desarrollo de la persona humana a través de capacitación.

Es una institución dedicada a la investigación, trabaja con estudiantes epesistas de diferentes Universidades. La propuesta presentada es de sumo interés para ellos, ya que de alguna forma contribuye a la planificación y al seguimiento de proyectos relacionados con recursos hídricos y el Manejo Integral de la Subcuenca.

5.2.11 Ingenios Pantaleón, La Unión.

Son instituciones privadas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, a la industrialización del azúcar y sus derivados. Están relacionados con AZASGUA, ICC, mantienen proyectos a través de la FUNDAZÚCAR, con comunidades, con las municipalidades, con Universidades pública y privadas, ya que la misión de ellos es crear riqueza económica, social, laboral y ambiental para contribuir con un país próspero y desarrollado. El Ingenio Pantaleón cuenta con la Fundación Pantaleón y en la cual se trabaja con programas similares a FUNDAZÚCAR: salud, educación y medio ambiente contribuyendo.

Hay más instituciones públicas y privadas presentes en la Subcuenca, por ejemplo: PNC, PMT, Fundación Carrol Behrhorst, Fundación Barcelona, que no están relacionadas con el tema de uso del suelo, pero que se describieron en el capítulo anterior dado a que están dentro del área de la Subcuenca y que de una u otra forma contribuyen al desarrollo de los municipios en temas de salud social.

6.3 ASPECTOS POR LOS CUALES NO SE DA UNA INTERRELACIÓN ADECUADA ENTRE LOS ACTORES

Un aspecto a tomar en cuenta es la responsabilidad de las instituciones respecto de la problemática ambiental y, por ende, del suelo, de esta forma se ve que si bien en lo formal las instituciones tienen responsabilidades hacia el recurso, muchas de ellas no las asumen por limitantes para ejecutar las acciones necesarias, sean estas limitaciones técnicas o socioeconómicas.

De esta forma, aspectos como la responsabilidad y la transparencia al poder coordinar relaciones institucionales para acciones conjuntas compartiendo información son necesarias en la búsqueda de reducción de vulnerabilidades asociadas a eventos hidrometeorológicos en el tema de suelo pero en la Subcuenca del Río

Cristóbal, son aún procesos incipientes que deben fortalecerse para aportar al proceso de gestión de reducción de riesgos, asociado al uso adecuado del suelo.

De esta forma se ve una dispersión y debilidad institucional que no permite unificar esfuerzos y consolidar una agenda común y una planificación estratégica que se convierta en el plan general de gestión a ser liderado por los actores y agentes vinculados al suelo en la Subcuenca del Río Cristóbal.

Como se observa, existen las relaciones entre las instituciones, hay un involucramiento de diferentes instancias en la solución de los problemas sociales, educativos; así encontramos desde los sectores productivos, pasando por el agua para consumo humano, hasta los de interés ecológico. Pero los proyectos en común son mínimos, muchas de las acciones son aisladas y, a la vez, tratan los efectos del problema y no las causas, Por lo tanto, está claro que no hay en realidad una agenda en común para las instituciones, más bien, hay actividades aisladas en las cuales coinciden dos o más instituciones y las llevan a cabo, pero sin que esto responda a una gestión integrada de reducción de riesgo asociada al uso adecuado del suelo. Sin embargo, las relaciones existen y eso es un aspecto positivo para la gobernabilidad del recurso agua, ya que si bien, actualmente, no funcionan como se esperaría, debido a la falta de una agenda en común; las relaciones se dan y estas pueden ser aprovechadas y redireccionadas hacia una agenda en común sin que implique el transformar en su totalidad las relaciones existentes.

Lo anteriormente expuesto, debería ser posible basado en el apoyo interinstitucional, se considera importante y una ventaja, ya que facilita la puesta en marcha de los proyectos o actividades relacionadas con la Subcuenca del Río Cristóbal. Se considera importante el apoyo de todos los sectores públicos y privados, a efecto de impulsar proyectos, planes y programas que coadyuven a la mitigación de la contaminación y al uso adecuado. Aunque se considera que existe poca coordinación entre instituciones y no dan apoyo de la misma forma. Además, el uso del suelo se considera importante por las instituciones derivado de que el suelo es un recurso natural renovable pero frágil por su condición de formación temporal y en su condición de materia apta para cultivos, ya que el mal uso lo puede dejar inservible Tiene una importancia fuerte para los cañeros ya que ocupa buena parte de los municipios y muchas aldeas se benefician de él, lo más importante es el manejo, el cual debe adecuarse a las condiciones físicas, químicas y biológicas que cada suelo presenta. Es en el cual hay que trabajar para un mejor manejo en su conservación.

6.4 CONCLUSIONES

- EL análisis de los actores y sus respectivas agendas permitirán realizar una coalición interdependiente y evitar, al mínimo la duplicidad de esfuerzos, comprender los recursos existentes e implementar prácticas y políticas para reducir las vulnerabilidades relacionadas con los eventos hidrometeorológicos. Es de vital importancia analizar las relaciones entre los actores ya que se entienden mejor los riesgos, al mismo tiempo, las oportunidades que se pueden generar cuando estas relaciones son constructivas.
- Muchas de las agendas de los actores presentes en la Subcuenca no están relacionadas al uso del suelo, pero existen suficientes entidades públicas y privadas que se dedican a promover el desarrollo sostenible de la Subcuenca y, sobre todo como, dice la ley de CONRED “todos están obligados a cooperar, salvo impedimento comprobado” y que por medio de ellas pueden generarse otras actividades que puedan incluir otras instituciones.
- El ente encargado de esta función sería la Municipalidad ya que dentro de sus funciones está el realizar esa coordinación interinstitucional, incluso deberá tener un consejo técnico conformado de esta forma; aunque tampoco podemos dejar toda la responsabilidad en esta entidad, en el entendido que sus funciones son más amplias que las de la gestión integrada del recurso y van hasta la gestión ambiental; lo cual involucra un desafío mayor, que deberá cubrir con sus limitaciones de funcionamiento existentes, pero que si podría lograr con el involucramiento pleno de todas las instituciones en la temática.

En el siguiente capítulo se pretende dar la propuesta a los diferentes problemas que se encontraron al realizar el diagnóstico de la Subcuenca, así también la Propuesta de Uso del suelo para el área de la Subcuenca del río Cristóbal, utilizando la información analizada en este capítulo y en los anteriores.



Mapa de Propuesta del Uso de la Tierra
 Cuenca Río San Cristóbal.
 Chimaltenango, Escuintla.

CAPÍTULO VII

PROPUESTA DE MANEJO DE RECURSOS SUELO Y AGUA

Este plan de manejo es de carácter integral, ya que a través de la información que se generó en los capítulos anteriores se llegó a final término, esto se logró identificando problemas en un amplio rango de ámbitos, centrándose en el social y biofísico para trabajar por la mejora de los recursos naturales.

En la caracterización de la Subcuenca del Río Cristóbal se logró identificar las características biofísicas y socioeconómicas de la misma, en donde se identificaron condiciones sociales muy diferentes entre la parte y alta de la Subcuenca, que refleja la necesidad de planificación para coordinar las actividades entre actores que lleven a la Subcuenca a un mejor estado que en el que, actualmente, se encuentra en los dos ámbitos caracterizados.

Posterior a la caracterización se analizó la información para conocer la problemática, tanto de la población como del ambiente de la Subcuenca, esto se realizó a través del método del árbol de problemas, de donde se determinó que el “Uso inadecuado y Degradación de los Recursos Naturales y el Ambiente” como el problema central. Y, dentro de las causas de ello, la pobreza, la falta de coordinación entre actores, la falta de mecanismos de gestión de agua, entre otros. Todo esto derivando en efectos que ponen en riesgo la vida y calidad de vida de los pobladores, así como la degradación de los recursos naturales, siendo críticos los efectos en la disponibilidad del recurso hídrico.

Hasta aquí, el resultado del trabajo realizado fue el diagnóstico de la Subcuenca del Río Cristóbal y a, partir de esta información se empieza el proceso de planificación integral, el cual comienza con identificar posibles soluciones a la problemáticas, esto mediante la realización del árbol de medios y fines, el cual permitió visualizar la situación deseada como “Uso adecuado y mejora de los recursos naturales y ambiente”.

Habiendo identificado varias acciones, se utilizó una matriz de decisión para priorizar las mismas, la cual califica a partir de los cuatro ejes del desarrollo sustentable: social, tecnológico, financiero y ambiental.

De las actividades se desarrollaron 6 proyectos con sus respectivos marcos lógicos, de los cuales se Trabajó la Propuesta de Gestión Integral del Recurso Hídrico, ya que el manejo de la Subcuenca abarca toda la gestión que el hombre realiza a nivel de la Subcuenca para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales que le ofrece con la finalidad de obtener una producción óptima y sostenida y así lograr calidad de vida acorde a sus necesidades: integrándose aquí el uso adecuado de la tierra a través de la vegetación, sistemas de cultivo,

biodiversidad etc. se llevó a nivel de prefactibilidad, para tratar de contribuir a la solución de la problemática actual en el área de la Subcuenca del Río Cristóbal.

El manejo integrado de Subcuencas conlleva una serie de definiciones que involucran los recursos naturales, el desarrollo sostenible y la población que está involucrada con ello. Para este trabajo se puede definir el conjunto de acciones que se realizan para proteger, conservar, mantener y/o mejorar los recursos naturales, propiciando su uso racional y sostenible con el fin de mejorar la calidad de vida de la población local.

El presente capítulo tenía como objetivo el realizar un plan de manejo integrado para la Subcuenca del Río Cristóbal, ubicada en los departamentos de Chimaltenango y Escuintla y sus respectivos municipios de San Pedro Yepocapa y Santa Lucía Cotzumalguapa. La Subcuenca tiene una muy contrastante dinámica entre la parte alta y baja, tanto en el uso de los recursos naturales como en el ámbito socioeconómico; La actividad cañera sobresale por su influencia en las actividades agrícolas, industriales, fuente de empleo y migración de la Subcuenca, dándose ésta en la parte baja, mientras que en la parte alta, la actividad cafetalera y una población, en su mayoría, pobre, domina el panorama, esto conlleva a una amplia problemática la cual se detalló en la fase de diagnóstico en el presente trabajo.

Se establecieron tres fases para la elaboración del capítulo.

- La primera consistió en la caracterización biofísica y socioeconómica de la Subcuenca, en donde la identificación de actores y sus problemas fue de suma importancia por el enfoque antropocéntrico que se quiso dar al plan de manejo.
- La segunda fase consistió en el diagnóstico de la Subcuenca del Río Cristóbal, en donde se reflejan las condiciones biofísicas y socioeconómicas actuales, las cuales se resumen en un árbol de causas o árbol de problemas, que reúne de manera integral la problemática actual de la Subcuenca, la cual tiene como consecuencia el uso inadecuado y degradación de los recursos naturales y el ambiente
- La tercera fase se basó en las dos anteriores y consistió en la elaboración del plan de manejo integral para la Subcuenca del Río Cristóbal, en la cual se incluye el proyecto a nivel de prefactibilidad, que se espera sea una guía para la resolución de problemas detectados dentro de la Subcuenca.

Este capítulo se realizó con la ayuda del Instituto de Cambio Climático (ICC) al cual se entregará copia para que sea una ayuda en la toma de decisiones acerca de acciones que se quieran implementar que conlleven a la mejora de los recursos naturales, así como de la población. Siendo así, el principal usuario interesado en la Propuesta y, en segundo lugar, la Industria azucarera.

7.1 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ENCONTRADAS PARA LA SUBCUENCA RÍO CRISTÓBAL

El objetivo principal que se persiguió en la elaboración del Plan de Manejo Integral es el uso adecuado del suelo y la mejora de los recursos naturales y el ambiente. Esto conlleva una serie de acciones en diferentes ámbitos que están de alguna manera conectadas, moviéndose en cinco ejes principales: Reducción de la pobreza, coordinación entre los actores, mecanismos y herramientas para la gestión del uso del agua, prácticas agrícolas sostenibles y el aumento del interés en la conservación del ambiente.

La reducción de la pobreza se da a partir de la ampliación de actividades generadoras de ingresos, la baja en el crecimiento demográfico y el acceso a créditos y microcréditos. Ya no sólo la relación laboral de dependencia sería la mayor fuente de ingresos, sino que se daría la formación de empresas a diferentes escalas a través del acceso a los créditos y, especialmente, microcréditos que requieran en menor grado de garantías. Además, la ampliación en carreras vocacionales y técnicas le daría una amplitud a la visión productora de la población, en especial a los adolescentes y jóvenes adultos, que pueden acceder a mejores o más variadas fuentes de ingresos a través de la educación. El aumento de los ingresos hacia los pobladores también incrementaría el poder adquisitivo de tierras, que pueden ser utilizados para seguir mejorando los ingresos y la calidad de vida de los mismos. Esto último también reduciría la incidencia de grupos oportunistas que se enfocan en el empoderamiento de tierras.

La educación no sólo se limitaría a la educación formal como tal, sino también en la educación ambiental, que haga mayor conciencia en el valor, uso y manejo de los recursos naturales y el ambiente que conlleva al aumento en el interés de la conservación del ambiente. La conservación también implicaría el apego a la legislación ambiental y, como consecuencia de no hacerlo, la aplicación de sanciones.

A partir de espacios que propicien el diálogo y la discusión entre los actores se disminuyen los conflictos entre ellos, dejando espacio para el intercambio de información entre ellos y todo esto lleva a que se dé una planificación conjunta del manejo de la Subcuenca y a una amplia coordinación entre los actores dentro de ésta.

La gestión del uso del agua conlleva varios componentes: infraestructura, educación, compromiso de las industrias y normativa. En este sentido el compromiso de las grandes industrias es imprescindible y se puede lograr mediante la investigación e implementación de procesos que usen, de manera óptima, el recurso hídrico, además de compromisos para el correcto tratamiento de las aguas servidas industriales. También es necesario modificar la práctica de desvíos totales y parciales de ríos por parte de la industria cañera, para que las poblaciones "río abajo" no tengan problemas de acceso al vital líquido y se dejen de dar los conflictos que, actualmente, se presentan. Para este tipo de problemas se denota con más énfasis la falta de legislación del recurso hídrico, pero mediante la promoción del seguimiento de los actuales instrumentos legales para la regulación del uso del recurso se pueden promover acciones tendientes a detener este tipo de prácticas por parte de esta industria.

La inversión en la infraestructura es necesaria para hacer accesible el servicio a toda la población y que se dé en cantidad y calidad. Esto último, mediante prácticas constantes y menos espaciadas en el monitoreo del agua para uso doméstico. Los contadores de agua domésticos son una necesidad, pero deberían ser implementados después de concientizar a la población acerca del valor monetario que tiene este recurso.

Parte de la degradación del recurso suelo, puede reducirse a través de la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, entre ellas, las prácticas de conservación de suelos, especialmente, en la parte media-baja de la Subcuenca en donde se detectó el mayor riesgo a erosión y la disminución del uso de agroquímicos junto al aumento de uso de abonos orgánicos. A continuación se presenta el árbol de soluciones para la Subcuenca del Río Cristóbal

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

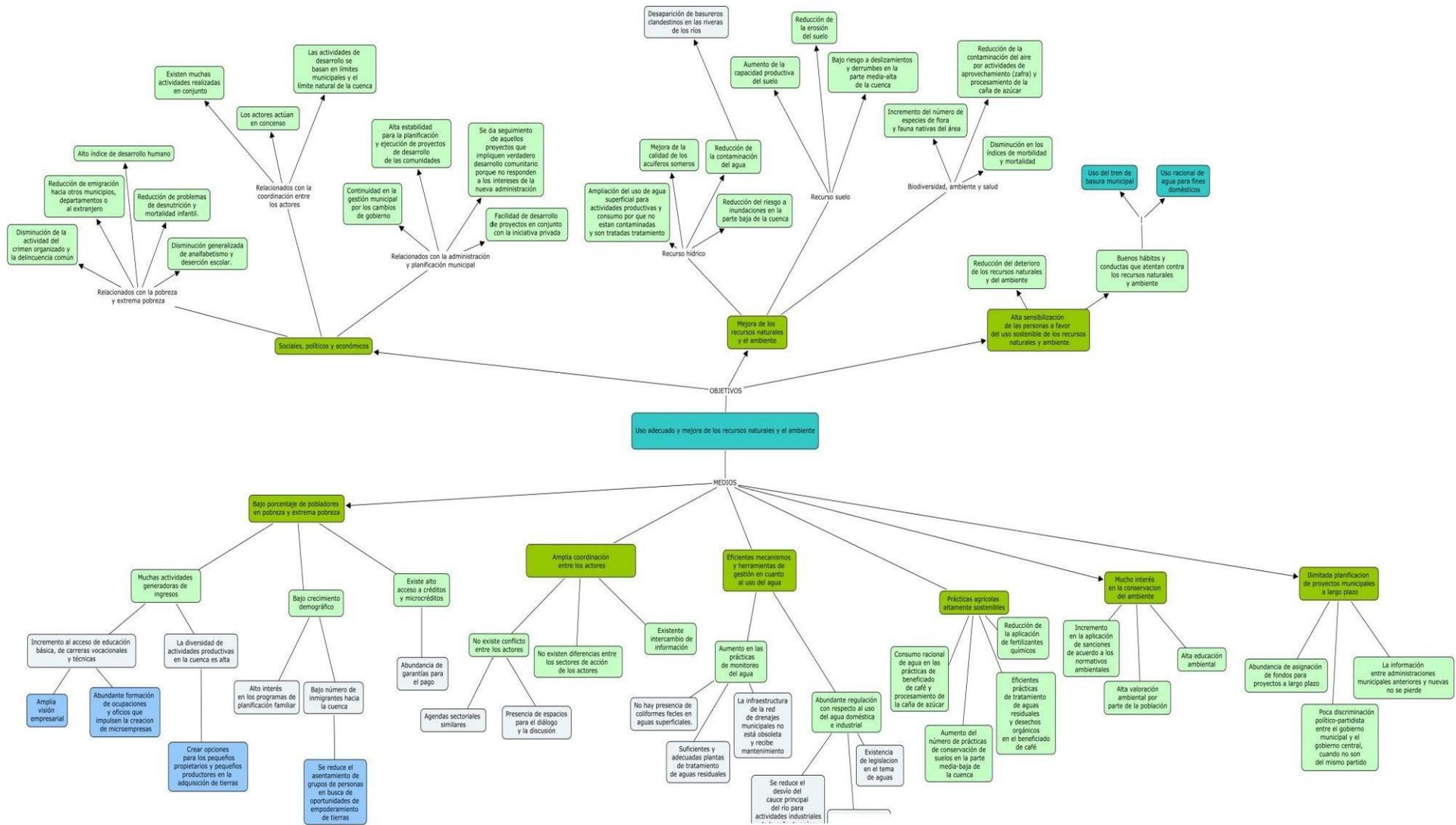


Figura 7.1 Árbol de Soluciones

7.2 MEDIOS Y ACCIONES PROPUESTOS

El árbol de soluciones dio como resultado la identificación de medios para solucionar la problemática que afecta la Subcuenca del río Cristóbal, para estos medios se proponen las acciones necesarias para llegar a la situación deseada dentro de la Subcuenca, las cuales se mencionan y detallan en la siguiente tabla:

Cuadro 7.1 Medios identificados y propuesta de acciones.

MEDIOS	ACCIONES	DESCRIPCIÓN
Amplia visión empresarial	Capacitación en formación de pequeñas y medianas empresas	Esta actividad consiste en fomentar capacitaciones para toda aquella persona que desee establecer pequeñas empresas con el propósito de incrementar la productividad empresarial de menor tamaño de la región.
	Crear y facilitar espacios de competencia y oportunidades para pequeños agricultores y productores	Consiste en apoyar a los pequeños productores con pequeñas empresas familiares ó agrupadas en asociaciones ó cooperativas en espacio, en el que puedan participar de manera eficaz y así pasar de la pobreza y la inseguridad de los ingresos a una autosuficiencia económica y propia.
	Ampliación del sistema de cooperativas de microcréditos y ahorro	Fortalecer el desarrollo de las cooperativas en la región que se dedican al microcrédito mejorando con ello, el acceso y la igualdad de oportunidades financieras y fortaleciendo la cultura de ahorro.
Abundante formación de ocupaciones y oficios que impulsen la creación de microempresas	Ampliación de carreras técnicas-vocacionales a nivel medio	Proporcionarle a los pobladores de la región el aprendizaje en el área de tecnología para incorporarse al sistema productivo de la sociedad, lo que contribuiría a mejorar su nivel económico
	Fomento de becas no reembolsables	Ofrecer programas de becas para fomentar el desarrollo profesional de los pobladores que lo deseen y no tengan posibilidades económicas de subsidiar sus estudios, y que, las mismas no generen deudas.
Crear opciones para los pequeños propietarios y pequeños productores en la adquisición de tierras	Inversión de fondos de organismos nacionales e internacionales que permitan la creación de microempresas de tal forma que se facilite la compra de tierras	Fomentar programas a nivel nacional que permitan la obtención de fondos del estado y donaciones internacionales que promuevan la generación de pequeñas empresas y la adquisición de tierras para fines productivos.
Se reduce el asentamiento de grupos de personas en busca de oportunidades de empoderamiento de tierras	Crear Oficina municipal de divulgación de información de disponibilidad de tierras hacia la población local.	Crear una oficina dentro de la municipalidad que facilite la información de tierras en venta a la población local de manera rápida para la adquisición de la misma por parte de los pobladores nativos.
Abundancia de garantías para el pago de créditos	Propiciar el desarrollo de asociaciones de pequeños productores, pequeños empresarios y grupos de mujeres	Promover un entorno empresarial de Asociaciones de pequeños productores, pequeños empresarios y grupos de mujeres para impulsar un crecimiento económico estable que permita generar garantías crediticias.
Agendas sectoriales similares	Fomento de agendas de planificación y desarrollo común	Establecer una alianza entre los actores con la finalidad de determinar de manera compartida, los problemas locales y realizar una planificación conjunta en la cual se puedan proponer programas que se establezcan en una agenda de mutuo compromiso

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

No existen diferencias entre los sectores de acción de los actores	Mesas de trabajo interinstitucional para la coordinación del manejo de la Subcuenca	Como objetivo estratégico se procurará lograr una provisión equitativa que potencien el desarrollo de sectores, con el fin de mejorar las condiciones del manejo de la Subcuenca y de vida de los habitantes.
	Estrechar las relaciones de la administración municipal y de instituciones privadas con los pobladores de la Subcuenca	Se busca la sinergia entre los diferentes actores, públicos, privados y no gubernamentales y personeros dentro de la Subcuenca.
Existencia de espacios para el diálogo y la discusión	Encuentros anuales de intercambio de experiencia entre actores de la Subcuenca	Esta iniciativa se enfoca a compartir e intercambiar la información generada, tal Información puede ser útil para proyectos de planificación a menor escala.
Existente intercambio de información	Incentivar a las Instituciones públicas y privadas el acceso a su información.	Con esta acción pretende mejorar el acceso a la información pública y privada, de tal forma que pueda ser compartida por los usuarios de la Subcuenca.
No hay presencia de coliformes fecales en aguas superficiales	Mejorar la infraestructura de drenajes municipales	Esta actividad considera optimizar el diseño y funcionalidad de los drenaje ya establecidos e Incorporar nuevas obras de drenaje, asegurando una apropiada asignación y utilización de la inversión municipal
	Establecimiento de plantas de tratamiento de agua, destinada para consumo humano	Esta acción comprende proyectos en el cual se ejecute el diseño, construcción, equipamiento, montaje, instalación, capacitación, pruebas y puesta en marcha de plantas de tratamiento y, así, asegurar el abastecimiento de agua para diversos usos a los pobladores.
	Implementar monitoreos más constantes en aguas superficiales de uso doméstico y crear sistemas de seguimiento.	Consiste en el establecimiento de un sistema en el cual se pueda almacenar mediciones realizadas, analizar los resultados de dichas mediciones y predecir los efectos de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, esto de manera constante y regular, con un espacio menor de 6 meses entre ellos.
La infraestructura de la red de drenajes municipales no está obsoleta y recibe mantenimiento	Destinar fondos que permitan la remodelación de dicha infraestructura	La acción permite la remodelación de la actual red de drenajes y su posterior mantenimiento para evitar que se tapen.
Suficientes y adecuadas plantas de tratamiento de aguas residuales	Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales	Se pretende la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación de los afluentes superficiales, así como las consecuencias que esto trae para las personas que utilizan el recurso río abajo.
	Mejorar las plantas existentes y capacitación acerca de métodos correctos de tratamiento de aguas residuales.	Con esto se mejora la actual planta de tratamiento del beneficio de café, la cual actualmente es deficiente, así como la educación a los productores en cuanto al tema para la implementación de mejores métodos dentro de las instalaciones.
Se reduce el desvío del cauce principal del río para	Creación de una oficina que regule el uso del agua	Se pretende la implementación de contadores industriales o la supervisión constante del cauce de ríos, antes y después de pasar por los terrenos dedicados a la

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

actividades industriales de la caña de azúcar		producción de caña, para medir la cantidad de agua que se destina a esta actividad.
Existencia de contadores de agua para el cobro del servicio municipal de la caña de azúcar	Remodelación del sistema de suministro de agua doméstica	Se encamina en tener un sistema de cobro por el uso de agua en los hogares, a través de la instalación de contadores de agua en cada residencia,
Creación de legislación en el tema de aguas	Creación de legislación en el tema de aguas	Formular una política que permita la regulación control distribución monitoreo y usos del recursos hídrico
Consumo racional de agua en las prácticas de beneficiado de café y procesamiento de la caña de azúcar	Implementación de mecanismos que regulen el uso del agua	Que se dé el consumo racional del agua, a través del esfuerzo de cada industria para crear procesos más eficientes en el uso del recursos, en cada etapa de producción de café o caña de azúcar,
Aumento del número de prácticas de conservación de suelos en la parte media-baja de la Subcuenca	Incorporación de prácticas se conservación de suelos en áreas altamente vulnerables a erosión.	Se pretende evitar la tasa de erosión que, actualmente se da dentro de la Subcuenca al implementar prácticas de conservación de suelos en áreas críticas de la misma.
Reducción de la aplicación de fertilizantes químicos	Aumento en el uso de fertilizantes orgánicos de fuente de la producción de cultivos	Promover el uso de fertilizantes orgánicos, tanto en grandes como pequeño productores agrícolas, los cuales provengan de animales, restos vegetales de alimentos, restos de cultivos de hongos comestibles u otra fuente orgánica y natural, y, que tengan mejor relación con el ambiente.
Incremento en la aplicación de sanciones de acuerdo a los normativos ambientales	Reducción del tiempo de aplicación de los procesos legales hacia cualquier infractor de la ley	Se busca la eficiencia en los procesos legales relacionados con el daño al ambiente y/o recursos naturales su correcta aplicación hacia cualquier infractor.
	Crear nuevas herramientas y fortalecer las herramientas de control actual que de seguimiento al normativo legal	Formulación de implementación de Planes de Fortalecimiento sobre Políticas, Normativa y Marcos Institucionales en materia de los Recursos Naturales y Ambiente. Dichos planes buscan mejorar la gestión en relación a recursos Naturales y Ambiente.
Alta valoración ambiental por parte de la población	Realizar talleres de educación ambiental para toda la población	Capacitar a la población dentro de la Subcuenca sobre el manejo integral de los RNR y A. y dar a conocer a la población los problemas que enfrentan el medio ambiente en el que viven y cómo sus acciones repercuten en ella para poder orientar mejores acciones que prevengan la degradación de los recursos.
Aumento en la educación ambiental	Realizar talleres de educación ambiental para toda la población	Capacitar a la población dentro de la Subcuenca sobre el manejo integral de los RNR y A. y dar a conocer a la población los problemas que enfrentan el medio ambiente en el que viven y cómo sus acciones repercuten en ella para poder orientar mejores acciones que prevengan la degradación de los recursos.

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

Asignación de fondos para proyectos a largo plazo	Promoción de fondo monetario destinado a proyectos de planificación	Que la población conozca los distintos programas financieros para la elaboración de proyectos de planificación
Poca discriminación político-partidista entre el gobierno municipal y el gobierno central cuando no son del mismo partido	Instauración de talleres de capacitación en materia de continuidad en la gestión	Talleres que van dirigidos a funcionarios y agentes municipales y demás actores sociales y, así, fortalecer la gestión ambiental de la Subcuenca.
La información entre administraciones municipales anteriores y nuevas no se pierde	Propiciar y promover un cambio de actitud política	Fomentar una visión de cambio en el ámbito de la sociedad relativo a la organización del poder.

7.3 PRIORIZACIÓN DE ACCIONES

CUADRO 7.2 Matriz de decisiones para la priorización de acciones

Medios	Acciones	Ámbito				TOTAL	Ámbito				TOTAL	A.			A.			AL	TOTAL GENERAL		
		Beneficio Social	Inclusión de la población	Conflicto de intereses	Participación de los		Costo de inversión inicial	Acceso a financiamiento	Presupuesto para ejecución de programas y Cooperación	Impacto al Aire		Impacto Edáfico	Impacto Hídrico	Contribución a la	Tecnología disponible	Capacitación para el uso de la tecnología	Aceptación de la				
Amplia visión empresarial	Capacitación en formación de	5	3	2	3	16.25	4	3	3	3	16.3	5	5	5	5	25	3	4	3	17	74
	Crear y facilitar espacios de competencia y oportunidades para pequeños agricultores y	5	4	4	4	21.25	4	2	2	1	11.3	5	5	5	5	25	3	3	4	17	74
	Ampliación del sistema de cooperativas de micro-créditos y ahorro	5	4	3	3	18.75	4	3	2	2	13.8	5	5	5	5	25	3	4	4	18	76
Abundante formación de ocupaciones y oficios que	Ampliación de carreras técnicas-	5	4	5	3	21.25	5	3	2	2	15	5	5	5	5	25	4	3	3	17	78
	Fomento de becas no re-	5	3	5	4	21.25	5	3	2	2	15	5	5	5	5	25	5	4	3	20	81
Crear opciones para los pequeños propietarios y pequeños productores en la adquisición de	Inversión de fondos de organismos nacionales e internacionales que permitan la creación de microempresas de tal forma que se facilite la	5	4	4	3	20	4	2	2	3	13.8	5	5	5	5	25	3	3	2	13	72
Se reduce el asentamiento de grupos de personas en busca de oportunidades de	Crear Oficina municipal de divulgación de información de disponibilidad de tierras hacia la población local.	5	3	2	3	16.25	3	2	1	2	10	5	5	5	5	25	3	2	4	15	66
Abundancia de garantías para el pago de créditos	Propiciar el desarrollo de asociaciones de pequeños productores, pequeños empresarios y grupos de mujeres	5	5	4	4	22.5	4	3	3	3	16.3	5	5	5	5	25	4	4	3	18	82

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

Agendas sectoriales similares	Fomento de agendas de planificación y	5	5	2	5	21.25	3	4	2	4	16.3	5	5	5	25	3	4	3	17	79	
No existen diferencias entre los sectores de acción de los actores	Mesas de trabajo interinstitucionales para la coordinación del manejo de la Subcuenca	4	3	3	5	18.75	4	3	3	4	17.5	5	5	5	25	4	4	3	18	80	
	Estrechar las relaciones de la administración municipal y de instituciones privadas	5	5	3	4	21.25	3	3	2	3	13.8	5	5	5	25	4	3	4	18	78	
Existencia de espacios para el diálogo y la discusión	Encuentros anuales de intercambio de experiencia entre actores de la Subcuenca	5	4	3	4	20	4	4	3	4	18.8	5	5	5	25	5	4	4	22	85	
Existente intercambio de información	Incentivar a las instituciones públicas y privadas el acceso a su información	4	3	2	4	16.25	4	3	3	5	18.8	5	5	5	25	5	5	4	23	83	
No hay presencia de coliformes fecales en aguas superficiales	Mejorar la infraestructura de drenajes	5	3	2	3	16.25	5	2	2	2	13.8	5	5	2	5	21.3	3	3	4	17	68
	Establecimiento de plantas de tratamiento de agua destinadas para consumo humano	5	4	2	4	18.75	4	3	2	3	15	5	4	2	5	20	3	3	4	17	70
	Implementar monitoreos más constantes en aguas superficiales de uso doméstico y crear sistemas de seguimiento.	5	3	4	4	20	4	3	2	2	13.8	5	5	4	5	23.8	4	3	3	17	74
La infraestructura de la red de drenajes municipales no está obsoleta y recibe mantenimiento	Destinar fondos que permitan la remodelación de dicha infraestructura	5	4	5	3	21.25	5	4	3	4	20	5	5	5	25	5	5	3	22	88	
Suficientes y adecuadas plantas de tratamiento de aguas residuales	Construcción de plantas de	5	3	3	3	17.5	5	4	3	4	20	5	5	5	25	5	5	3	22	84	
	Mejorar las plantas existentes y capacitación acerca de métodos correctos de tratamiento de aguas	5	3	3	3	17.5	5	4	3	4	20	5	5	5	25	5	5	2	20	83	
Se reduce el desvío del cauce principal del río para actividades industriales de la	Creación de una oficina que regule el uso del agua	5	3	4	3	18.75	4	3	3	3	16.3	5	5	5	25	4	3	3	17	77	
Existencia de contadores de agua para el cobro del servicio municipal de la caña de azúcar	Remodelación del sistema de suministro de agua doméstica	5	4	3	4	20	4	3	2	2	13.8	5	5	5	25	4	3	3	17	75	
Creación de legislación en el	Creación de legislación en el tema de	5	2	5	2	17.5	4	2	2	2	12.5	5	5	5	25	4	4	3	18	73	
Consumo racional de agua en las prácticas de beneficiado de café y procesamiento de la caña de azúcar	Implementación de mecanismos que regulen el uso del agua	4	2	4	3	16.25	3	3	2	3	13.8	5	5	5	25	4	3	3	17	72	
Aumento del número de prácticas de conservación de suelos en la parte media-baja de la	Incorporación de prácticas se conservación de suelos en áreas altamente vulnerables a erosión.	3	2	3	2	12.5	5	4	2	4	18.8	4	3	5	5	21.3	4	4	4	20	73

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

Reducción de la aplicación de fertilizantes químicos	Aumento en el uso de fertilizantes orgánicos de fuente de la producción de cultivos	4	3	3	3	16.25	4	4	3	3	17.5	4	4	4	5	21.3	4	4	3	18	73
Incremento en la aplicación de sanciones de acuerdo a los normativos ambientales	Reducción del tiempo de aplicación de los procesos legales hacia cualquier infractor de la ley	5	3	4	2	17.5	4	3	1	2	12.5	5	5	5	5	25	3	4	2	15	70
	Crear nuevas herramientas y fortalecer las herramientas de control actuales que den seguimiento al normativo	5	3	2	2	15	4	2	1	2	11.3	5	5	5	5	25	3	4	2	15	66
Alta valoración ambiental por	Realizar talleres de educación ambiental	5	5	3	4	21.25	4	3	2	3	15	5	5	5	5	25	4	3	3	17	78
Aumento en la educación	Realizar talleres de educación ambiental	5	5	3	4	21.25	4	3	2	3	15	5	5	5	5	25	4	3	3	17	78
Asignación de fondos para proyectos a largo plazo	Promoción de fondo monetario destinado a proyectos de planificación	3	3	4	4	17.5	4	3	2	3	15	5	5	5	5	25	3	3	3	15	73
Poca discriminación político- partidista entre el gobierno municipal y el gobierno central cuando no son del	Instauración de talleres de capacitación en materia de continuidad en la	4	2	4	3	16.25	3	2	2	2	11.3	5	5	5	5	25	3	2	2	12	64
La información entre administraciones municipales anteriores y nuevas no se pierde	Propiciar y promover un cambio de actitud política	4	2	3	4	16.25	3	2	2	2	11.3	5	5	5	5	25	2	2	2	10	63

7.4 PROYECTOS BASADOS EN ACCIONES PRIORIZADAS

De acuerdo con la priorización de acciones identificadas para la resolución de la problemática detectada en la Subcuenca se propusieron ocho proyectos, los cuales integran las acciones y se muestran en el cuadro 7.3

Cuadro 7.3 Proyectos propuestos para las acciones priorizadas

NOMBRE DEL PROYECTO	ACCIONES QUE LO CONFORMAN
Construcción de una planta de tratamiento de aguas en la parte media-baja de la Subcuenca	Destinar fondos que permitan la remodelación de dicha infraestructura
	Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales
	Mejorar las plantas existentes y capacitación acerca de métodos correctos de tratamiento de aguas residuales.
	Establecimiento de plantas de tratamiento de agua destinada para consumo humano
Integración de actores en agendas de planificación y desarrollo común	Mejorar la infraestructura de drenajes municipales
	Encuentros anuales de intercambio de experiencia entre actores de la Subcuenca
	Incentivar a las instituciones públicas y privadas el acceso a su información.
	Mesas de trabajo interinstitucionales para la coordinación del manejo de la Subcuenca
	Fomento de agendas de planificación y desarrollo común
	Estrechar las relaciones de la administración municipal y de instituciones privadas con los pobladores de la Subcuenca
	Promoción de fondo monetario destinado a proyectos de planificación
Propiciar el desarrollo de asociaciones de pequeños productores, pequeños empresarios y grupos de mujeres	Instauración de talleres de capacitación en materia de continuidad en la gestión
	Propiciar y promover un cambio de actitud política
	Propiciar el desarrollo de asociaciones de pequeños productores, pequeños empresarios y grupos de mujeres
	Ampliación del sistema de cooperativas de microcréditos y ahorro
	Capacitación en formación de pequeñas y medianas empresas
Ampliación de carreras técnicas-vocacionales a nivel medio	Crear y facilitar espacios de competencia y oportunidades para pequeños agricultores y productores
	Inversión de fondos de organismos nacionales e internacionales que permitan la creación de microempresas de tal forma que se facilite la compra de tierras
	Fomento de becas no reembolsables
	Ampliación de carreras técnicas-vocacionales a nivel medio

Realizar talleres de educación ambiental para toda la población	Realizar talleres de educación ambiental para toda la población
Taller de fortalecimiento institucional en temas legales	Reducción del tiempo de aplicación de los procesos legales <u>hacia cualquier infractor de la ley</u>
	Crear nuevas herramientas y fortalecer las herramientas de control actual que den seguimiento al normativo legal.
Promoción de prácticas de agricultura sostenible	Incorporación de prácticas de conservación de suelos en <u>áreas altamente vulnerables a erosión.</u>
	Aumento en el uso de fertilizantes orgánicos de fuente de la producción de cultivos
Propuesta, regulación, monitoreo y protección de uso de agua en la Subcuenca	Creación de una oficina que regule el uso del agua
	Implementar monitoreos más constantes en aguas superficiales de uso doméstico y crear sistemas de seguimiento.
	Remodelación del sistema de suministro de agua doméstica
	Creación de legislación en el tema de aguas
	Implementación de mecanismos que regulen el uso del agua

7.5 DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS BASADOS EN ACCIONES PRIORIZADAS

7.5.1 Proyecto 1 Construcción de una planta de tratamiento de aguas en la parte media-baja de la Subcuenca.

El proyecto contempla la realización de los estudios y análisis necesarios para poder diseñar una planta de tratamientos que genere bienestar social a la población. Dentro de la Subcuenca se identificó como uno de los grandes problemas la presencia de la bacteria *Escherichia coli* en altas cantidades lo que provoca enfermedades en sus pobladores y gastos económicos para contrarrestar las enfermedades. Como una solución a esta problemática se sugiere la construcción de una planta de tratamiento que permita el tratamiento de aguas que consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin, eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua y, así, cumplir con los LMA y LMP que establecen las normas.

7.5.2 Proyecto 2 Integración de actores en agendas de planificación y desarrollo común. La integración de acciones conlleva a la existencia de coordinación en cualquier actividad a desarrollar, puesto que permite alcanzar la organización con eficacia. Sin coordinación, el camino que cada acción debiera de tomar se pierde y, con esto, deja de existir la integración en la organización.

En el contexto de la Subcuenca, existen entidades tanto públicas como privadas pero no existe coordinación entre éstas, lo cual da lugar a que no se trabaje adecuada e íntegramente. Al existir esta problemática las comunidades de la Subcuenca no se desarrollan, apropiadamente; ciertos sectores tienen mejor desarrollo mejor que otros, tal es el caso del sector cafetalero en Yepocapa y el sector azucarero en Santa Lucía

Con esta propuesta se pretende alcanzar integralidad, cooperación y comunicación entre instituciones gubernamentales y privadas así como grupos de la sociedad civil, Busca el propósito de crear lazos para que exista la cooperación entre los actores; así mismo, propiciar la comunicación entre éstos, de tal forma, que se realicen acciones en conjunto

Entre las actividades a realizar para alcanzar dichos fines y propósitos está: la identificación e invitación de todos los actores identificados a que asistan a encuentros que propicien la discusión de la problemática; agrupación de los actores en función del campo de acción que tienen compilación y publicación de la información recabada en estos encuentros; creación de portales en los que el acceso a la información sea práctico y sencillo; promoción del trabajo en equipo, de tal forma que exista flujo de información entre instituciones; complementar los encuentros anuales, con mesas en las que se discutan potenciales mecanismos de solución a los problemas en los que se coordinen actividades entre los actores de la Subcuenca; identificar las acciones en las cuales pueda existir trabajo en conjunto; mejorar y propiciar la comunicación entre los pobladores de la Subcuenca y las instituciones; fortalecer la oficina de divulgación de información; gestión de recursos a instituciones nacionales e internacionales para la planificación y ejecución de proyectos; realizar constantes capacitaciones en materia de: gestión, administración municipal, continuidad; fomentar una cultura de cero tolerancia a la corrupción, y finalmente, incentivar actitudes en las que se busque el beneficio local y no personal.

La importancia que tiene la integración de los actores en agendas de planificación y desarrollo común es que permite operativizar las acciones definidas, de tal forma que estas se lleven a cabo sin necesidad de fricciones y ante un mismo objetivo social aceptado y defendido por todos los miembros o actores que influyen en el desarrollo de la Subcuenca.

Al finalizar dichas agendas y con la resolución de problemáticas se debe compartir la información obtenida entre instituciones, ya sea en plataformas electrónicas o de forma física, para que, así, todas las instituciones conozcan los logros y exista una base de datos con toda la información pertinente para que todas las instituciones se beneficien de estos logros.

7.5.3 Proyecto 3 Ampliación de carreras técnicas vocacionales a nivel medio

Esta propuesta pretende mejorar la calidad de vida de los pobladores a través de la enseñanza de oficios y profesiones técnicas con el otorgamiento de becas no reembolsables. Ya que uno de los principales motivos por los que los pobladores no continúan sus estudios lo constituye la pobreza que predomina en el lugar. Esta propuesta busca otorgar mayores oportunidades para que los pobladores de la Subcuenca puedan tener una

básica educación y una mejor vida más adelante, sabiendo que sin ella estarán condenados a menores oportunidades y sin poder salir, en algunos casos, de donde están.

Los propósitos que esta propuesta busca cumplir son: la garantía de una fuente constante de ingresos que no sea aquella que da un trabajo asalariado; así como el incremento de las posibilidades de poder tener fuentes de ingresos alternas. Esto a través de la culminación de los siguientes componentes: Fomento de becas no reembolsables y la ampliación de carreras técnicas-vocacionales a nivel medio.

Respecto de las actividades a realizar para el fomento de becas se pretenden realizar las siguientes: identificar programas de becas no-reembolsables; gestionar en instituciones nacionales e internacionales fondos para becas; divulgación de los programas de becas existentes. Mientras que para la ampliación de carreras técnicas-vocacionales a nivel medio: identificar las opciones de carreras y oficios que se adapten al entorno de la Subcuenca; promover la inscripción en estas carreras e incrementar la oferta educativa del área

7.5.4 Proyecto 4 Realizar talleres de educación ambiental para toda la población.

El proyecto tiene como fin: hacer que la población tenga una mejor conciencia ambiental y una cultura de respeto por los recursos naturales. Para lo cual se propone realizar talleres de educación ambiental para toda la población, mediante la ejecución de las siguientes actividades: Consultar con expertos en materia de educación y participación para dar a conocer la problemática ambiental de la Subcuenca; concertar encuentros con autoridades municipales para dar a conocer, igualmente, la problemática de la Subcuenca; realizar talleres sobre los recursos naturales y su aprovechamiento (temas: flora y fauna, recurso hídrico, suelo, ambiente); incluir en las mesas de trabajo a autoridades municipales y miembros de la sociedad civil; realizar visitas en áreas donde existe mayor riesgo de degradación de los recursos naturales y el ambiente, para plantear desarrollo sostenible; y, finalmente, realizar reuniones en donde las comunidades compartan experiencias sobre como el uso sostenible ha mejorado su calidad de vida.

7.5.5 Proyecto 5 Promoción de prácticas de agricultura sostenible.

La Agricultura sostenible es un sistema de gestión agrícola y producción de alimentos que combina las mejores prácticas medio-ambientales, un alto grado de biodiversidad, la conservación de los recursos naturales. Además, ofrece bienes públicos de alta calidad.

El proyecto de Promoción de prácticas de agricultura sostenible pretende Mantener la productividad agrícola y la calidad de los productos salvaguardando el medio ambiente. Con este proyecto los pobladores y, principalmente, los agricultores obtendrán los conocimientos con los cuales le podrán dar un mejor uso a los recursos. Así mismo, disminuir el uso de fertilizantes químicos y que éstos, a su vez, sean remplazados gradualmente por fertilizantes orgánicos.

Dentro de los principales componentes del proyecto está la realización de charlas para todas las personas, al establecer mesas de trabajo en las que se aborden diferentes temas y compartir experiencias para la construcción de documentos que cuenten con la mayor cantidad de elementos que puedan ayudar a

implementar las practicas de agricultura sostenible. Así mismo disminuir el uso de fertilizantes químicos y que éstos, a su vez, sean remplazados gradualmente por fertilizantes orgánicos. Y como parte final del proyecto es brindar seguimiento y monitoreo de prácticas ejecutadas en el campo, esto proporcionará información para la verificación de los indicadores de desarrollo de las actividades permitiendo el desarrollo de las misma manera correcta y eficiente.

7.5.6 PROYECTO 6. Propiciar el desarrollo de asociaciones de pequeños productores, pequeños empresarios y grupos de mujeres

La organización social es de suma importancia para una población con una seria situación de pobreza y extrema pobreza. A partir de este proyecto se busca propiciar la formación de empresas y organizaciones sociales en todos los campos que esta abarque. Todo con el fin de elevar el desarrollo social y económico de la población y mejorar su vida

Este proyecto contempla desde los inicios de la organización, que se compone de propiciar eventos donde personas con actividades o intereses afines se conozcan, logren intercambiar ideas y que con ello se den los inicios en la organización. También es importante que mediante el intercambio de información, las personas vean oportunidades de negocios y se interesen en formar empresas. Después de este primer paso, da el componente de talleres de educación, lo cual pretende dar la información necesaria y actualizada para empezar asociaciones comerciales, empresas y otros tipo de organización social. El último componente es la formación de una oficina para asistir a pobladores que quieran agruparse, asociarse o comenzar una empresa, ésta le daría asesoría en cualquiera de las actividades y haría sentir a la población el apoyo constante, lo que elevaría la confianza para ser emprendedores.

Entonces, el proyecto tendría un constante seguimiento del proceso y abriría una buena cantidad de oportunidades a los pobladores para mejorar la calidad de vida.

7.5.7 PROYECTO 7. Taller de fortalecimiento institucional en temas legales acerca de los recursos naturales y ambiente.

Este proyecto va dirigido a las instituciones que se localizan dentro de la Subcuenca, tomando en cuenta a todas las empresas. Este se enfoca en la educación en la legislación ambiental y el fortalecimiento en la aplicación de la misma en sus prácticas cotidianas.

Dentro de los componentes está la creación de talleres dirigidos a las instituciones en el tema del normativo ambiental actual y su correcta aplicación para evitar sanciones y más importante aún, evitar la continua degradación de los recursos naturales y el ambiente por la falta de aplicación de la misma.

Dentro del fortalecimiento de la aplicación del normativo se centra en el apoyo de una institución creada con el fin de velar por la rápida y correcta aplicación de la ley ambiental a todos los infractores, sin distinción del poder económico y, así, evitar la corrupción en este ámbito.

7.6 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA “GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL”.

La gestión integral del recurso hídrico es un concepto basado en la idea de que los diferentes usos del recurso son excluyentes e interdependientes, surgió como respuesta a la “crisis del agua” expresada en la presión insostenible sobre el recurso hídrico, debido a la creciente demanda de agua, la contaminación y el crecimiento demográfico. Sin embargo, se ha observado que el núcleo del problema está en la inadecuada gestión y gobernabilidad del recurso. La gestión integral del recurso hídrico busca actuar sobre las causas de esta gestión deficiente tales como: la ineficiencia, los conflictos crecientes y el uso no coordinado del recurso hídrico.

Esta propuesta se basa en los siguientes elementos de suma importancia en la gestión integral del recurso hídrico.

- La integración de la gestión del agua para todos los usos, con el objetivo de maximizar los beneficios globales y reducir los conflictos entre los actores de la Subcuenca.
- La integración en la gestión de intereses económicos, sociales y ambientales, tanto de los usuarios directos del agua como de la sociedad en su conjunto.
- La integración de la gestión de todos los aspectos del agua (cantidad, calidad y tiempo de ocurrencia) que tengan influencia en los usos y usuarios.
- La integración de la gestión de la demanda de agua con la gestión de la oferta.
- La integración de la gestión del agua y de la gestión de la tierra y otros recursos naturales y ecosistemas relacionados.

Esta propuesta pretende resolver problemas tales como: el poco control en la calidad física, química y bacteriológica del agua, poco abastecimiento de agua en el área rural, desvío de ríos, poco control en la regulación del recurso hídrico, deterioro, enfermedades gastrointestinales ocasionadas por el consumo de agua contaminada con heces, son características que determinan una mala gestión en el servicio del agua potable, por lo que se propone desarrollar un proyecto enfocado a mejorar la gestión del recurso hídrico.

Para su desarrollo se establecen seis objetivos específicos; para lograr dichos objetivos se han definido estrategias en cada uno de ellos y directrices o líneas de acción estratégicas que definen, el rumbo hacia donde deben apuntar las acciones que desarrolle cada una de las instituciones y de los usuarios que intervienen en la gestión integral del recurso hídrico.

A continuación se listan y detallan los objetivos, así como las estrategias a desarrollar para cada uno de éstos.

7.6.1 OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA

- Garantizar la sostenibilidad de recurso suelo y agua, mediante una gestión integral, en la que se implementen procesos de participación institucional y social de forma equitativa e incluyente.

7.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conservar los sistemas naturales y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para la Subcuenca del Río Cristóbal.
- Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en la Subcuenca.
- Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico.
- Divulgar los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del recurso hídrico.
- Fortalecer la gestión pública municipal del recurso hídrico
- Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico.

Según la Ley de Cambio Climático, en el artículo 17 Protección del suelo, el MAGA, MARN, establecerán políticas y programas para evitar la degradación del suelo y establecer las recomendaciones para el uso productivo del mismo.

Así, también, en el capítulo IV, artículo 15 inciso c, el MAGA, SESAN, establecerán planes para que el sector Agropecuario guatemalteco se adapte a la variabilidad y los efectos del cambio climático. Priorizarán acciones que tengan efecto directo en la producción de alimentos, principalmente, para el autoconsumo y subsistencia en zonas prioritarias.

Según la ley de Cambio Climático, en el Capítulo 5 “de la adaptación a los impactos del cambio climático” Inciso d; los recursos forestales y Áreas protegidas, están a cargo de los entes INAB, CONAP, SIPECIF, MARN, desarrollarán planes locales, regionales y nacionales de prevención y combate de incendios forestales, de manejo eficiente de las unidades que conforman el Sistema guatemalteco de áreas protegidas, los corredores ecológicos y los ecosistemas forestales para aumentar su resiliencia a la variabilidad climática y al cambio climático y asegurar el mantenimiento de los procesos ecológicos y los bienes y servicios naturales.

En el artículo 16 del capítulo IV sobre prácticas productivas apropiadas a la adaptación del cambio climático, las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas del país, en la prestación de servicios y producción de bienes deberán considerar la variabilidad y el cambio climático, así también, adoptarán nuevas prácticas, incluidas las provenientes del conocimiento tradicional y ancestral, que permitan una producción tal que no se vea afectada por los efectos del cambio climático y garanticen que la población del país cuente con la alimentación básica y minimice los procesos de degradación del suelo.

La Ley de Cambio climático engloba la integralidad del manejo de los recursos naturales a través de los artículos anteriormente mencionados.

El objetivo principal de la propuesta de Política Pública de Recursos Hídricos es asegurar la contribución del agua al logro de las metas y objetivos de desarrollo y organizar las actividades, gradualmente, a partir de mejorar la calidad del gasto público, potenciar programas existentes y adoptar medidas concretas a favor de generar condiciones favorables para la gestión integrada del agua.

Las propuestas de Política y Estrategia se basan en el diagnóstico situacional del agua formulado previamente, en los hallazgos relevantes y en la propuesta de adoptar el paradigma de la gestión integrada del agua como medio para transformar la relación entre la sociedad guatemalteca y el recurso.

La Política Pública y la Estrategia recomiendan prever el abasto de agua de las demandas planteadas y de los requerimientos estratégicos futuros mediante un programa nacional de obras de regulación, combinado con medidas de manejo de la demanda, introducción de mejores prácticas de uso e incentivos para el re uso, reciclado y tratamiento de las aguas residuales.

La propuesta de Política Pública pretende institucionalizar mecanismos de coordinación de las metas y objetivos del conjunto de políticas gubernamentales, para armonizar acciones y mejorar la calidad del gasto público; y, darles valor agregado integrando criterios de la gestión integrada del agua.

La propuesta de Política Pública pretende institucionalizar mecanismos de coordinación de las metas y objetivos del conjunto de políticas gubernamentales, para armonizar acciones y mejorar la calidad del gasto público; y darles valor agregado integrando criterios de la gestión integrada del agua.

Agua y Participación Social

La aplicación de las medidas de gestión integrada de los recursos hídricos significa el concurso de todos los actores del agua, incluyendo al público en general y, por ello el sistema administrativo que se diseñe debe prever cómo, cuándo y en qué participará cada uno de éstos—públicos, centralizados, descentralizados, locales, usuarios, privados, comunitarios y otros, conforme estrategias de enfoque de género y pertinencia cultural.

La política considera trascendente el aporte de los pueblos indígenas en el proceso de adoptar medidas para la gestión integrada del agua; así como el papel de la mujer en el abasto doméstico de agua en el área rural y en el apropiado uso del agua que para propósitos de higiene, salud y calidad de vida que haga toda la familia.

La propuesta está centralizada en La política y estrategias de los Recursos Hídricos, ya que se tomaron en cuenta los aspectos especificados, anteriormente, en la Política, referente a los recursos hídricos.

7.7 PROPUESTA .GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL, CHIMALTENANGO Y ESCUINTLA

7.7.1 Objetivo 1. CONSERVAR LOS SISTEMAS NATURALES Y LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS DE LOS QUE DEPENDE LA OFERTA DE AGUA PARA LA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL.

A través del fomento de informar, planificar y conservar se pretende lograr el objetivo de la conservación de los ecosistemas naturales y procesos hidrológicos ya que de éstos depende la oferta hídrica dentro de la Subcuenca.

- Estrategia 1. Informar a las autoridades administrativas, instituciones y población en general.
Se pretende informar a las instituciones y población en general para que conozcan y entiendan cómo funcionan los procesos hidrológicos ya que de estos procesos depende la oferta hídrica dentro de la Subcuenca, y así cuantificar la cantidad de agua disponible para la población y sus diferentes usos en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y San Pedro Yepocapa, Chimaltenango. Para cumplir con esta estrategia se deben implementar las siguientes acciones.
 - ✿ A través de balances hídricos confiables (realizados por instituciones) se debe dar a conocer a las instituciones encargadas de proyectos afines, sobre la oferta hídrica total y disponible dentro de la Subcuenca con objetivos de planificación.
 - ✿ Cuantificar la oferta de las aguas subterráneas y, así, conocer el reservorio de aguas y tener alternativas de abastecimiento.
 - ✿ Determinar el valor de los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas hidrológicos los cuales permitan regular y darle un mejor uso al recurso hídrico

- Estrategia 2. Planificación interinstitucional de la Subcuenca del río Cristóbal.
A través de esta estrategia se pretende que todas las instituciones públicas y privadas se involucren en una planificación conjunta para establecer los lineamientos que orienten sobre la gestión y el uso sostenible del agua teniendo en cuenta los usos de la tierra y, así, garantizar un aprovechamiento óptimo del agua sin deterioro del recurso. Para cumplir con esta estrategia se deben implementar las siguientes acciones.
 - ✿ Realizar un diagnóstico interinstitucional de la Subcuenca del río Cristóbal para establecer pautas y directrices para su ordenamiento y manejo sostenible.
 - ✿ A través del diagnóstico, formular planes de ordenación y manejo de la Subcuenca del Río Cristóbal.
 - ✿ Promover los planes de ordenación y manejo de la Subcuenca del Río Cristóbal como determinantes para la conservación y protección del medio-ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales, para su aprobación e implementación.

■ Estrategia 3. Conservación de los ecosistemas hidrológicos.

Esta estrategia considera restauración y conservación de los ecosistemas hidrológicos. Para cumplir con esta estrategia se deben implementar las siguientes acciones.

- ✿ Promover programas locales que vayan dirigidos a la protección, conservación y restauración de los sistemas hidrológicos.
- ✿ Delimitar, manejar y vigilar las áreas donde se encuentran bosques de tal manera para asegurar un suministro de agua constante y de aceptable calidad para la comunidad.
- ✿ Estimar los caudales mínimos necesarios para mantener las corrientes superficiales que abastecen a las comunidades y así proponer e implementar medidas que permitan mantener el equilibrio de las corrientes superficiales.

7.7.2 Objetivo 2. CARACTERIZAR, CUANTIFICAR Y OPTIMIZAR LA DEMANDA DE AGUA EN LA SUBCUENCA

Para lograr el cumplimiento de este objetivo, se plantea realizar tres estrategias.

■ Estrategia 1. Caracterización y cuantificación de la demanda del recurso hídrico en la Subcuenca del Río Cristóbal.

A través de esta estrategia, se pretende establecer, tomando como referencia el volumen aportado por aguas superficiales y subterráneas, la oferta y demanda de agua para asignar de forma eficaz y eficiente el recurso hídrico. Así mismo, se propone identificar e intervenir usos no legalizados con el propósito de incluirlos en mecanismos de regulación, garantizando así su correcta administración. Esta estrategia prevé la realización de las siguientes líneas de acción.

- ✿ Cuantificar la demanda y calidad del agua requerida para el desarrollo de las principales actividades de la Subcuenca (doméstica, agrícola, industrial, entre otras).
- ✿ Implementar y dar seguimiento a los sistemas de contadores de agua municipal.
- ✿ Realizar el balance hídrico de la Subcuenca, de tal forma que se mejore la administración del agua, tomando en cuenta el caudal mínimo de la Subcuenca.

■ Estrategia 2. Incorporar en la gestión del recurso hídrico los sectores usuarios del agua.

A través de esta estrategia, se plantea orientar la promoción y el apoyo de herramientas de gestión integrada para el recurso hídrico por parte de todos los actores que tienen influencia sobre el mismo. Dicha estrategia se plantea bajo la siguiente línea de acción.

- ✿ Incorporar en los planes operativos y planes estratégicos de los actores involucrados en el uso del recurso hídrico las directrices que permitan realizar una adecuada gestión de dicho recurso.

■ Estrategia 3. Uso eficiente y sostenible del agua.

Con esta estrategia se busca orientar el fortalecimiento en la implementación de procesos y tecnologías de ahorro y uso eficiente y sostenible del agua de los principales consumidores de agua en la Subcuenca. Para su cumplimiento se plantean las siguientes líneas estratégicas de acción.

- ✿ Promover la utilización de tecnologías ahorradoras y de uso eficiente del agua para fines domésticos, industriales, comerciales, agrícolas, entre otros.
- ✿ Adoptar y fomentar programas de reducción de pérdidas de agua y buscar el mejoramiento de la infraestructura obsoleta o que no recibe mantenimiento de los sistemas de abastecimiento y distribución de agua para cualquier uso.
- ✿ Implementar mecanismos que promuevan cambios en hábitos de consumo no sostenibles en los pobladores y otros usuarios del agua en la Subcuenca.

7.7.3 Objetivo 3. Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico

A través del fomento, ordenamiento y uso de los reglamentos disponibles del recurso hídrico, reducción de la contaminación del recurso hídrico, monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua. Se pretende lograr el objetivo de mejorar la calidad y minimizar la contaminación del mismo dentro de la Subcuenca.

■ Estrategia 1. Ordenamiento y el uso de los reglamentos disponibles del recurso hídrico.

Se pretende orientar a la implementación del Plan de ordenamiento y manejo integral de la Subcuenca del Río Cristóbal, entendida como la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y hacer uso de las herramientas legales disponibles en lo que al tema de aguas se refiera. Para cumplir con esta estrategia se debe implementar las siguientes acciones.

- ✿ Implementar el plan de ordenamiento y manejo integrado de la Subcuenca del Río Cristóbal.
- ✿ Hacer uso y aplicación de reglamentación disponible, tales como:

1. Estrategias del Sector Agua Potable y Saneamiento. (Acuerdo Gubernativo. 376-97)
2. Calidad de Agua para abastecimiento (Acuerdo Gubernativo 178-2009)
3. Reglamento de Aguas Residuales (Acuerdo Gubernativo 236-2006)
4. Código de Salud (Decreto 90-97)
5. Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4 – 89)
6. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio ambiente (Decreto 68-86)
7. Ley Forestal (Decreto 101-96)

Y hacer seguimiento a sus obligaciones.

■ Estrategia 2. Reducción de la contaminación del recurso hídrico dentro de la Subcuenca del Río Cristóbal. En esta estrategia se contribuye a eliminar las principales causas y fuentes de contaminación a través de acciones preventivas y correctivas. Para cumplir con esta estrategia se deben implementar las siguientes acciones.

- ✿ Fomentar programas locales que permitan la conciencia de la población acerca de la contaminación de los recursos hídricos y sus efectos.
- ✿ Reducir los aportes de contaminación puntual y difusa a los cuerpos de agua implementando, en su orden, acciones de reducción en la fuente, producción limpia y tratamiento de aguas residuales, para reducir, además de la contaminación por materia orgánica y, sólidos en suspensión, patógenos, nutrientes y sustancias de interés sanitario.

■ Estrategia 3. Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua.

Esta estrategia se orienta a mejorar las prácticas y herramientas de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico. Para cumplir con esta estrategia se debe implementar las siguientes acciones.

- ✿ Formular e implementar el programa monitoreo del recurso hídrico dentro de la Subcuenca que permita conocer la calidad de las aguas.
- ✿ Optimizar, complementar y mantener en operación permanente una red de monitoreo de calidad y cantidad del agua en la Subcuenca del Río Cristóbal.

7.7.4 Objetivo 4. Divulgar los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del recurso hídrico.

Este objetivo busca dar a conocer los principales riesgos que puedan afectar la oferta y disponibilidad del recurso. Se basa en las siguientes estrategias.

■ Estrategia 1. Generación y divulgación de información sobre los que afecten la oferta y disponibilidad de agua.

Con esta estrategia, se busca mejorar el conocimiento acerca de las causas y efectos de los principales riesgos que afectan la oferta y disponibilidad del recurso para los diferentes usos que pueda tener. Así mismo, busca brindar información a los actores involucrados acerca de cómo prevenirlos, manejarlos y restablecer las condiciones normales. Tiene la siguiente línea de acción.

- ✿ Desarrollar y aplicar los normativos en cuanto al uso del recurso, considerando la ordenación y registro de usuarios.

- Estrategia 2. Incorporación de la gestión de los riesgos asociados a la disponibilidad y oferta del recurso hídrico en los instrumentos de planificación.

Con esta estrategia, se pretende fortalecer las últimas tres planteadas puesto que orienta a la inclusión de la gestión del riesgo en la formulación e implementación de los principales instrumentos de planificación del recurso. Así mismo, busca fortalecer las capacidades en el tema, de las instituciones encargadas de la planificación de la Subcuenca. Para tal fin, se propone la siguiente línea de acción:

- ✿ Incorporar la gestión de los riesgos en planes de ordenamiento territorial, planes de desarrollo territorial y en los planes de atención y prevención de desastres de los entes territoriales. Así como en planes integrales para el manejo de la Subcuenca.

7.7.5 Objetivo 5. Fortalecimiento municipal para la gestión pública del recurso hídrico.

A través del mejoramiento de la capacidad de gestión pública del recurso hídrico; formación e investigación, se pretende lograr el objetivo de fortalecimiento municipal para la gestión pública del recurso hídrico de la Subcuenca del Río Cristóbal.

- Estrategia 1. Mejoramiento de la capacidad de gestión pública del recurso hídrico.

Esta estrategia pretende fortalecer las acciones de las autoridades municipales dentro de la Subcuenca del Río Cristóbal en la planificación, administración, monitoreo y control del recurso hídrico, y mejorar la participación de los usuarios del recurso hídrico al tema de gestión, a través de las siguientes líneas de acción.

- ✿ Fortalecer la capacidad de gestión integral del recurso hídrico en las autoridades municipales, instituciones públicas y privadas presentes en la Subcuenca.
- ✿ Implementar acciones que adopte toda la población e instituciones dentro de la Subcuenca para la conservación y uso eficiente del recurso.

- Estrategia 2. Formación, investigación y gestión de la información.

En esta estrategia se pretende generar un flujo de información que permita administrar de una mejor manera el uso de los recursos naturales dentro de la Subcuenca, a través de las siguientes líneas de acción.

- ✿ A través de las instituciones públicas y privadas, generar proyectos de investigación relacionados con la Subcuenca del Río Cristóbal.
- ✿ Intercambiar la información generada y la existente entre instituciones públicas y privadas para tener más conocimiento acerca de la Subcuenca del Río Cristóbal.

- Estrategia 3. Establecer un presupuesto. Con esta estrategia se pretende estimar y asegurar las inversiones necesarias para la implementación, Gestión pública del Recurso Hídrico.

7.7.6 Objetivo 6. Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico
El cumplimiento de este objetivo se basa en tres estrategias: participación, cultura de respeto hacia el agua y manejo de conflictos.

■ Estrategia 1. Participación.

Con esta estrategia se busca incentivar el desarrollo de mecanismos y espacios de participación que motiven a los actores a que hagan gestión integral del recurso hídrico. Se proponen las siguientes líneas de acción.

- ✿ Incrementar la participación de todos los actores involucrados en la gestión del recurso en la Subcuenca.
- ✿ Implementar programas para asegurar la participación en la gestión del recurso de aquellos grupos sociales que sean más vulnerables.
- ✿ Instaurar programas masivos de comunicación e información en la Subcuenca, acerca de las acciones a desarrollar con la implantación de la propuesta.
- ✿ Desarrollar esquemas que permitan la gestión comunitaria local hacia el uso y manejo responsable del recurso hídrico.

■ Estrategia 2. Cultura del agua.

Esta estrategia busca incrementar en los usuarios la conciencia y conocimiento sobre la importancia de conservar y hacer uso sostenible del recurso. Se pretende alcanzar a través de la siguiente línea de acción:

- ✿ Implementar campañas de sensibilización y de educación acerca de la gestión del recurso hídrico.

■ Estrategia 3. Manejo de conflictos.

Esta estrategia busca proveer a las autoridades, de herramientas para identificar, tratar, manejar y/o resolver conflictos que surjan en torno al uso y accesibilidad del recurso hídrico. Para desarrollarla se proponen las siguientes líneas de acción.

- ✿ Identificar, caracterizar y clasificar los conflictos relacionados con el recurso hídrico.
- ✿ Proveer los recursos, herramientas y capacitaciones al personal pertinente para la resolución de conflictos.

A continuación el cronograma y presupuesto de ejecución de las propuestas presentadas.

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

7.8 CRONOGRAMA DE PRESUPUESTO

Cuadro 7.4 CRONOGRAMA DE PRESUPUESTO

Actividad de gestión	Duración del proyecto									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Objetivo 1. Conservar los sistemas naturales y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para la Subcuenca del Río Cristóbal										
Estrategia 1. Informar autoridades										
Realizar balances hídricos	Q8,000	Q8,000.0	Q8,000.0	Q8,000.0	Q8,000.0	Q8,000.0	Q8,000.0	Q8,000.0	Q8,000.0	Q8,000.0
Cuantificar la oferta de aguas (reservorios)	Q10,000.0	Q10,000.0	Q10,000.0	Q10,000.0	Q10,000.0	Q10,000.0	Q10,000.0	Q10,000.0	Q10,000.0	Q10,000.0
Valoración de recursos	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00
Estrategia 2. Planificación Interinstitucional										
Diagnóstico interinstitucional	Q8,000.00	Q8,000.00	Q8,000.00	Q8,000.00	Q8,000.00	Q8,000.00	Q8,000.00	Q8,000.00	Q8,000.00	Q8,000.00
Formular planes de ordenamiento y Manejo	Q25,000.0	Q25,000.0	Q25,000.0	Q25,000.0	Q25,000.0	Q25,000.0	Q25,000.0	Q25,000.0	Q25,000.0	Q25,000.0
Promover los planes	Q18,000.00	Q18,000.00	Q18,000.00	Q18,000.00	Q18,000.00	Q18,000.00	Q18,000.00	Q18,000.00	Q18,000.00	Q18,000.00
Estrategia 3. Conservación de Ecosistemas										
Promoción de programas de protección, conservación y restauración	Q500,000.00	Q400,000.00	Q300,000.00	Q200,000.00	Q100,000.00	Q30,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00
Delimitar áreas de recarga	Q5,000.00	Q5,000.00	Q5,000.00	Q5,000.00						
Estimar caudales de estiaje	Q5,000.00	Q5,000.00	Q5,000.00	Q5,000.00						
Objetivo 2. Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en la Subcuenca										
Estrategia 1. Caracterización y cuantificación de la demanda										
Cuantificar demanda y calidad de agua por usos	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00
Implementar sistemas de contadores	Q7,360,000.0									
Realizar balances hídricos										
Estrategia 2. Incorporar gestión										
Incorporar en planes de manejo	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00	Q500.00

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

Estrategia 3. Uso eficiente y Sostenible										
Promoción tecnologías ahorradoras	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.0	Q12,000.00					
Adoptar y fomentar programas de reducción de pérdidas		Q5,000,000.00			Q5,000,000.0					
Promover cambios de actitud	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00
Objetivo 3. Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico										
Estrategia 1. Ordenamiento y uso de Reglamentos										
Implementar plan de ordenamiento y Manejo	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00	Q12,000.00
Aplicar reglamentación disponible	Q50,000.00	Q50,000.00	Q50,000.00	Q50,000.00	Q50,000.00	Q50,000.00	Q50,000.00	Q50,000.00	Q50,000.00	Q50,000.00
Estrategia 2. Reducir contaminación del agua										
Fomentar programas de Concienciación	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00
Reducir contaminación puntual										
Estrategia 3. Monitoreo, evaluación y seguimiento de calidad										
Formular e implementar programas de monitoreo	Q30,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q30,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00	Q15,000.00
Mantener información										
Objetivo 4. Divulgar los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del recurso hídrico										
Estrategia 1. Generación y divulgación de información										
Desarrollo y aplicación de Normativos	Q100,000.00					Q100,000.0				
Estrategia 2. Incorporación de Riesgos										
Incorporar en planes de manejo	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00
Objetivo 5. Fortalecimiento municipal para la gestión pública del recurso										
Estrategia 1. Mejorar capacidad Pública										
Fortalecer capacidad de gestión	Q250,000.00		Q250,000.00		Q250,000.00		Q250,000		Q250,000	

Propuesta de uso de la tierra para reducir vulnerabilidad a inundaciones en la Subcuenca del río Cristóbal, Guatemala

Acciones para su adopción		Q35,000.00		Q35,000.00		Q35,000.00		Q35,000.00		Q35,000.00
Estrategia 2. Formación, investigación y gestión										
Generar proyectos de investigación	Q250,000.00	Q250,000.00								
Intercambiar información	Q1,200.00	Q1,200.00								
Estrategia 3. Presupuesto										
Objetivo 6. Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico										
Estrategia 1. Participación.										
Incrementar participación	Q36,000.00		Q36,000.00		Q36,000.00		Q18,000.00		Q18,000.00	
Participación de grupos vulnerables	Q50,000.00	Q50,000.00								
Programas de comunicación	Q80,000.00	Q80,000.00								
Gestión comunitaria	Q10,000.00	Q10,000.00								
Estrategia 2. Cultura del agua										
Campañas de sensibilización	Q20,000.00	Q20,000.00		Q20,000.00		Q20,000.00		Q20,000.00		Q20,000.00
Estrategia 3. Manejo de conflictos	Q45,000.00	Q45,000.00								
TOTAL/ANNUAL	Q8,943,700	Q6,117,700	Q1,248,700.	Q917,700.	Q6,038,700.	Q840,700.	Q920,700.	Q707,700.	Q920,700.0	Q707,700.00
TOTAL/PROYECTO									Q27,364,000.00	

Los resultados obtenidos del análisis realizado en el cuadro 7.4 muestran que hay que invertir un total de 27,364.000.00, en la ejecución del Plan en diez años. Esto para cumplir con los seis objetivos y sus respectivas estrategias de acción que tiene la Propuesta, siendo estos: la Caracterización, cuantificación y optimización de la demanda de agua en la Subcuenca, en Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico, en la divulgación de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del recurso hídrico, en el fortalecimiento de la gestión pública municipal del recurso hídrico y, la Consolidación y fortalecimiento de la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico, con los cuáles se pretende Conservar los sistemas naturales y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para la Subcuenca del Río Cristóbal.

Todos los elementos de los objetivos y estrategias descritas y analizadas deberán servir con el fin de disminuir las vulnerabilidades asociadas al uso de la tierra (inundaciones), de lograr la sostenibilidad de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la Subcuenca. Es una alternativa que permite lograr los objetivos a corto mediano y largo plazo. Teniendo en cuenta también que el desembolso del recurso económico no podrá hacerse de una sola institución sino consensuada entre los actores interesados y, sobre todo, hay objetivos que pueden irse cumpliendo a manera personal, solamente, con la sensibilización, por ejemplo el evitar la contaminación; no tirando basura en cualquier parte.

Así, de manera general, se cree que de la aceptación e implementación del presente plan pone de manifiesto las interdependencias, hidrológicas, económicas, ecológicas y, sobre todo, sociales que existen en la Subcuenca. Estas interdependencias deben ser más integradas para que exista un buen desarrollo y una buena gestión de los recursos del agua y de la tierra.

7.9 MAPA DE PROPUESTA DE USO DE LA TIERRA

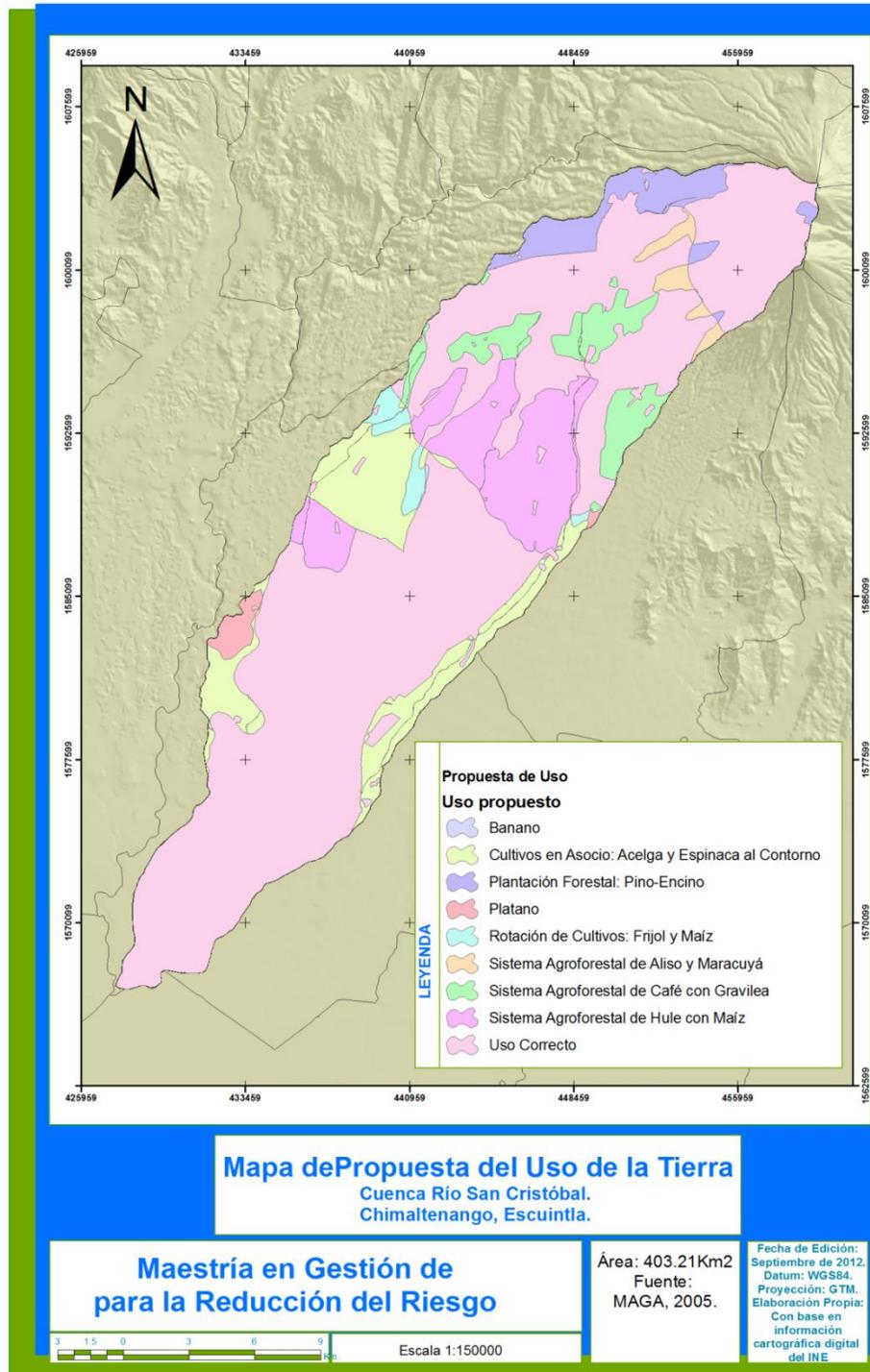


FIGURA 7.2 MAPA DE PROPUESTA DE USO DE LA TIERRA SUBCUENCA DEL RÍO CRISTÓBAL

El mapa de la propuesta de Uso de la Tierra para la Subcuenca del río Cristóbal, es una alternativa todavía a ser aceptada, pero se fortalece en la idea de que se realizó a través del estudio social demográfico, biofísico. Siendo el resultado de los componentes antes mencionados se dice que es un ámbito integrador y que en él se plasma la realidad del área, ahora el desafío a enfrentar, en la actualidad es el armonizar el mantenimiento de altos niveles de producción agropecuaria y forestal, para proveer alimentos y materias primas a la sociedad que debe cumplirse.

Se estima que parte de la degradación del recurso suelo puede reducirse a través de la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, entre ellas, las prácticas de conservación de suelos, especialmente en la parte media-baja de la Subcuenca en donde se detecto el mayor riesgo a erosión y la disminución del uso de agroquímicos junto al aumento de uso de abonos orgánicos.

En el capítulo de Caracterización biofísica si observamos el resultado en el mapa de uso de la tierra para el año 2012, la mayor parte del área presenta una cobertura de cultivo semi perenne (caña de azúcar) la cual se encuentra en la parte baja ya que esta área cumple con las condiciones requeridas para este tipo de cultivos, en la parte alta de la Subcuenca la cobertura cambia dándole mayor protección y cobertura encontrando Agricultura perenne (Café) y Bosque de Coníferas, además de presentar áreas con materiales volcánicos como cenizas, la Subcuenca por encontrarse dentro de la zona cañera presenta infraestructura para su funcionamiento así como viveros.

Una descripción para planificación nos dice que la Subcuenca en la mayor parte del área (68%) presenta un uso correcto ya que en las partes con poca pendiente las cuales son áreas extensas se utiliza para cultivos y la parte con pendientes altas se tiene una mejor cobertura con bosques y sistemas agroforestales, el inconveniente que presenta la Subcuenca en términos de cobertura es que no presenta bosques de galería a lo largo de los ríos y este es ocupado por pastos naturales o zonas de inundación. Los centros poblados tienden a ubicarse a la orilla de los ríos y para la Subcuenca San Cristóbal no es la excepción. Las categorías de intensidad de uso de la tierra determinadas para el territorio de la Subcuenca Cristóbal como se indicó, anteriormente permiten presentar hallazgos, principalmente, con el alto porcentaje de tierras en uso correcto con 68% es un dato positivo. pero esto se encuentra en la parte baja de la Subcuenca, debido a que el problema de riesgos a inundaciones radica en la parte media-alta de la Subcuenca se debe trabajar para llevar esas tierras a su capacidad de uso, las tierras de sobreuso que impactan de manera severa en los ecosistemas naturales y, a futuro, condicionan la recuperación de los mismos que pertenecen al 20% del territorio de la Subcuenca, ya que, se encuentran en la parte media-alta comprometiendo la degradación del recurso suelo, así como el riesgo a deslizamientos del mismo.

Según el mapa de la propuesta (figura 7.2) para el área media y alta se debería implementar sistemas agroforestales de café con gravilea, de café con maíz, así también incrementar las plantaciones forestales de pino y encino, esto con el objetivo de crear un modelo de gestión forestal sustentable. El área de la parte baja de la Subcuenca donde está establecida la caña está en uso correcto ya que allí está apto para cultivos semi perennes.

Para el cumplimiento de la Presente Propuesta se deben realizar cambios, especialmente en la parte media y alta con el fin de reducir la vulnerabilidad y evitar en la medida de lo posible los daños que dejan los eventos hidrometeorológicos en las partes bajas. Se indicó también, que en buena parte del área alta media, es necesario implementar bosques de galerías ya que estos poseen características propias que los hacen particulares, como el soportar la capacidad de inundaciones temporales, también estos bosques invaden, rápidamente, áreas expuestas o bancos de gravas, esto con el objetivo de reducir el riesgo. Todo debe realizarse en cooperación y coordinación con los diferentes actores, que como se vio, hay suficientes. La ejecución de este proyecto beneficiará a gran parte de la comunidad de La Subcuenca del río Cristóbal a corto y largo plazo

8. CONCLUSIONES

- Los caudales máximos de escorrentía que se presentan en el área corresponden a las altas precipitaciones sobre la misma, tomando en cuenta que se ubica en la Bocacosta del Pacífico. La fisiografía de la parte alta condiciona el modelo a favorecer la escorrentía por las altas pendientes y las zonas sin cobertura, especialmente, las faldas del volcán de Fuego, ya que a pesar de la profundidad de los suelos, pueden generar caudales cercanos a los $700 \text{ m}^{3/\text{s}}$ en las Subcuencas de los ríos Pantaleón y Cristóbal, teniendo un total para la Subcuenca superior a los $1400 \text{ m}^{3/\text{s}}$. Esto a pesar de que el volumen que se recarga es alto, considerando las condiciones de evapotranspiración y precipitación que existe en el área.
- Las características socioeconómicas, principalmente, de los sistemas de producción en este caso del café con sombra y de la caña de azúcar son las que dominan el uso de la tierra. Los involucrados en estas actividades son más diversos en el caso del café, mientras que en el caso del cultivo de la caña son pocos ingenios.
- Las áreas vulnerables están fuera de la Subcuenca, las áreas dentro de la Subcuenca están bajo control, principalmente, por la fisiografía de zona alta y media, cercano al punto de aforo se manifiesta el problema más grande debido a que aquí el río cambia de pendiente y se vuelve más lento, por lo que, necesita más área para transportar los caudales y termina desbordándose ante la inexistencia de taludes adecuados.
- Existen suficientes actores en la Subcuenca y todos deben jugar un papel importante en la Gestión Para la Reducción del Riesgo, pero el accionar de cada uno de los actores está determinado y diferenciado por el poder que ejercen en la toma de decisiones, de esta forma los roles formales son cumplidos en la medida que estos actores y agentes tengan el poder suficiente para poder impulsar sus agendas y posicionar sus puntos de vista. Sin embargo, los espacios de coordinación y seguimiento de las acciones son escasos y poco aprovechados para potenciar las acciones de cada uno dentro de la Subcuenca, por lo que desarrollan agendas individuales y no agendas locales o a nivel de Subcuenca de forma conjunta.
- La propuesta formulada responde a un ordenamiento territorial basado en el aprovechamiento de la tierra de acuerdo a los usos permitidos, según su capacidad de uso, tratando de evitar, al máximo, el riesgo de la degradación de los suelos y, principalmente, garantizando la regulación del ciclo hidrológico que garantice caudales máximos de menor magnitud y evite procesos de erosión que aumenten el caudal total a través de los caudales sólidos transportados, por lo que se presenta una propuesta técnica para su negociación.
- La propuesta está formulada de acuerdo a los lineamientos establecidos en la Política y Estrategias de Recursos Hídricos.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar un monitoreo hidroclimático de varios puntos de interés dentro de la Subcuenca, principalmente en el tema de los caudales para afinar este aspecto básico y preparar las estructuras adecuadas para el manejo de las avenidas extremas.
- Realizar un análisis de los sedimentos para encontrar un valor aproximado de los caudales sólidos transportados, lo cual ayudara a garantizar el manejo integrado de la escorrentía sólida y líquida que al final influye en los caudales transportados globales
- Considerar la implementación de estructuras de manejo y contención de los caudales dentro de la Subcuenca. Por ejemplo presas, diques, implementación de bosque de galería.
- Crear una instancia de coordinación local en la Subcuenca, para los diferentes actores que desarrollan actividades vinculantes a nivel de la misma, aprovechando los esfuerzos y recursos disponibles de todos los actores identificados, lo cual permitirá un manejo adecuado de la situación.
- Negociar el plan de uso de la tierra de forma participativa y utilizando una instancia multidisciplinaria que facilite el seguimiento a la misma y que garantice la participación efectiva de todos los interesados y, por ende, el mayor nivel de consenso en la toma de decisiones.

10. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

1. Ajú Sincal, JA. 2009. Elaboración de la monografía del municipio de San Pedro Yepocapa, Departamento de Chimaltenango. Tesis Lic. En Pedagogía. Facultad de Humanidades. USAC. Guatemala, Guatemala. 83 p.
2. ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT). 2012. Conózcanos (en línea). Consultado el 18 de Noviembre de 2012. Disponible en: http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=10CON:Anacafe_mision
3. Aparicio Mijares, FJ. 2001. Fundamentos de hidrológica de superficie. México, Limusa. 303 p.
4. ASAZGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, GT). 2012. Nuestra historia (en línea). Consultado el 14 de Diciembre de 2012. Disponible en: <http://www.azucar.com.gt/index.html>
5. ASIES (Asociación de Investigación y Estudios Sociales, GT). 2012. Evaluación del proceso de fortalecimiento de la Justicia en Guatemala en el año 2000 (en línea). Consultado el 30 de Noviembre de 2012. Disponible en: http://www.asies.org.gt/sites/default/files/articulos/publicaciones/evaluacion_del_proceso_de_fortalecimiento_de_justicia_2000_0001a.pdf
6. Asturias Hernández, RM. 2006. Impacto del cambio de uso del suelo en el comportamiento del ciclo hidrológico de las Subcuencas de los ríos San Lucas y Arenal. Tesis Ing. Ag. Guatemala, USAC. 102 p.
7. Buol, S.W.; Hole, F.D.; McCracken, R. J. 1981. Génesis y clasificación e suelos. Traducción: Agustín Contín. 2 ed. México, D.F., Trillas. 417 p.
8. Cabrera, CA. 1997. Determinación de políticas de explotación de las aguas subterráneas para las aldeas de San José Pacul y Pachalí del municipio de Santiago Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 52 p.
9. Cardona Hernández, LE. 2006. Contribución al programa de investigación de hidrología forestal del Instituto Nacional de Bosques INAB desarrollado en la Subcuenca río Frío Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 161 p.
10. Castro, L. O. (2003). Las Subcuencas Hidrográficas de la Zona Cañera Guatemalteca y su entorno. Guatemala.
11. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). Curso de Manejo Integral de Subcuencas Hidrográficas. Costa Rica. 396 p.
12. CONAP. 2008. Áreas protegidas: listado de áreas protegidas. Guatemala. Consultado nov. 2008. Disponible en <http://conap.gob.gt:7778/conap/areas-protegidas/sigap/listado-areas-protegidas/>
13. CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, GT). 2012. Información General (en línea). Consultado el 18 de Noviembre de 2012. Disponible en: <https://www.facebook.com/conredgt/info>
14. Consejo Municipal de Desarrollo. 2010. Plan de Desarrollo del Municipio de San Pedro Yepocapa, Chimaltenango. Guatemala. 113 p.
15. Consejo Municipal de Desarrollo. 2010. Plan de Desarrollo Municipal Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. Guatemala. 100 p.

16. Constenlla, LA. 1983. El proceso de urbanización en Guatemala. Guatemala, USAC, Centro de Estudios Urbanos y Regionales. 35 p.
17. COORDINACIÓN TÉCNICA ADMINISTRATIVA. Estadística anual. Distrito 04-12-18. San Pedro Yepocapa, Chimaltenango. 2008
18. Corado Recinos, MJ. 1999 Efecto de la incorporación de materiales orgánicos en la disponibilidad y aprovechamiento de la humedad del suelo en el ICTA La Alameda, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC
19. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
20. Custodio, E; Llamas, MR. 2001. Hidrología subterránea. 2 ed. Barcelona, España, Omega. v. 1, s.p.
21. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. 2006. Claves para la taxonomía de suelos. Soil Survey Staff, USDA-NRCS, Estados Unidos. Décima Edición. 339 p.
22. Dourojeanni, A; Jouravlev, A. 1999. Gestión de Subcuenca y ríos vinculados con centros urbanos. Chile, CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura. 88 p.
23. FAO (Food and Agriculture Organization, IT). 1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Roma, Italia. 106 p. (Estudio FAO: Montes no. 48).
24. FAO, 2012. Perspectivas para el medio ambiente: Agricultura y medio ambiente (en línea). Consultado el 11 de Enero de 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.htm>
25. FAO. 1996. Metodología para planificación de uso de la tierra. Roma, Italia.
26. FAO. 2003. Tenencia de la tierra y desarrollo rural (en línea). Consultado 14 de Diciembre de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/Y4307S/y4307s00.htm#Contents>
27. FAO. s.f. Capítulo 7 “Estimaciones a partir de modelos” (en línea). Consultado 26 de Noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s09.htm>
28. FAO. s.f. Predicción de la erosión de suelos (en línea). Consultado 26 de Noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S03.htm>
29. FAO. 1976. A framework for land evaluation. Soils Bulletin 32. FAO, Rome.
30. FAO. 1995. Forest resources assessment 1990; global synthesis. Forestry Paper 124. FAO, Rome.
31. Fuentes Montepeque, JC. 2008. Evaluación del sistema de alerta temprana para inundaciones, en la Subcuenca del río Coyolate. Tesis MSc. Guatemala, USAC. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos -ERIS-. 101 p.
32. González Recinos, BE. 2002. Evaluación del efecto del crecimiento urbano en la cobertura vegetal y el uso del suelo en la Subcuenca del río Platanitos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 84 p.
33. González, A; Illescas O. s.f. Diagnostico preliminar de los usos del suelo y sus impactos ambientales en la Subcuenca del lago del Amatitlán. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. 25 p.
34. Groothousen, C. 2000. Las parcelas de muestreo permanente: bases para estudios de crecimiento y rendimiento en bosques de pino en Honduras. Siguatepeque, Honduras: AFECOHDEFOR : ESNACIFOR : BID. 84 p.
35. Gutiérrez Ramírez, HR. 1994. Crecimiento urbano y su efecto sobre el uso del suelo y el área boscosa en la Subcuenca del río Villalobos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 75 p.

36. Gutiérrez, MA; Ayala, AR. 1998. Hidrología urbana: efectos de la impermeabilización en las Subcuencas urbanas de la ciudad de Posadas. Argentina, La Rioja, Entidad Binacional Yacyretá. 125 p.
37. Herrera Alvarado, Amílcar Elvin. 1993. Evaluación del rendimiento de semilla, bajo dos métodos de poda, en seis cultivares de bleado (*Amaranthus* spp.); en el municipio de Malacatancito, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, Guatemala. 56 p.
38. Herrera Ibañez, I.R. 1995. Manual de Hidrología. Primera Edición. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala. 233 p.
39. Herrera Ibañez, IR. 1984. Levantamiento semidetallado de suelos de la Subcuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 199 p.
40. Herrera, I. 2002. Hidrogeología práctica. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 192 p.
41. Herrera, I. 1995. Manual de hidrología. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 223 p.
42. Herrera, I. 1998. Reconocimiento hidrogeológico de la Subcuenca del río Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala. Tesis Mar. Sc. Costa Rica, UNA. 104 p.
43. ICC (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, GT). 2012. ¿Quiénes somos? (en línea). Consultado el 18 de noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.icc.org.gt/?PAGE=2>
44. IGM (Instituto Geográfico Militar, GT). 1983. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja ciudad de Guatemala, no. 2059–I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
45. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1973. Mapa geológico de república de Guatemala; hoja Sololá, no. 1960 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
46. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 2006. Base Cartográfica Digital (DVD). Guatemala, Guatemala.
47. IGN. 1973. Mapa topográfico de república de Guatemala; hoja Chichicastenango, no. 1960 I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
48. IGN. 1973. Mapa topográfico de república de Guatemala; hoja Santa Catarina Ixtahuacan, no. 1960 III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
49. IGN. 1973. Mapa topográfico de república de Guatemala; hoja Sololá, no. 1960 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
50. IGN. 1973. Mapa topográfico de república de Guatemala; hoja Totonicapán, no. 1960 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
51. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1997. Clasificación de tierras por capacidad de uso: aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala. Guatemala, Guatemala. 96p.
52. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1999. Manual de clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 81 p. Consultado 15 nov. 2007. Disponible en línea: <http://www.inab.gob.gt>
53. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. Censos nacionales XI de población y VI de habitación 2002. Guatemala. 38 p.
54. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. IX Censo Nacional de Población y IV de Habitación. Versión digital. Guatemala, INE. 9763 p.
55. INE. 2004. IV Censo Nacional Agropecuario. Versión Digital. Guatemala, INE 152 p.
56. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2002. Estudio de intensidades de precipitación en la república de Guatemala: estudio de intensidades de precipitación en la

- república de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, Departamento de Investigación y Servicios Hídricos. s.p.
57. Instituto de Derecho Ambiental y Desarrollo Sustentabl en IDEADS. (1999). MANUAL DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE GUATEMALA. GUATEMALA.
 58. Instituto de Derecho Ambiental y Desarrollo Sustentablen IDEADS. (1999). MANUAL DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE GUATEMALA. GUATEMALA.
 59. INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMATICO. (2011). INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMATICO. Recuperado el 26 de MARZO de 2012, de <http://www.icc.org.gt/?PAGE=2>
 60. INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMATICO. (2011). INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMATICO. Recuperado el 26 de MARZO de 2012, de <http://www.icc.org.gt/?PAGE=2>
 61. Inzunza, M. 2001. Los ríos: procesos erosivos [texto del curso de manejo de suelos] (en línea). Chile, Universidad de Chile. 135 p. Consultado 14 oct 2005. Disponible en www.inzunza.uc.ac.cl/textos.
 62. Johnson, EE. 1975. El agua subterránea y los pozos. Minnesota, Estados Unidos, Johnson. 513 p.
 63. Klingebiel, AA; Montgomery, PH. 1961. Land capability classification. Washington, D.C., US, USDA. 210 p (Oíl Conservación Service, Agricultural Handbook).
 64. Lerner, DN; Issar, AS; Simmers, I. 1990. Groundwater recharge: a guide to understanding and estimating natural recharge. Germany, Verlag Heinz Heise. v. 8, 345 p.
 65. Lesser, JM. 2001. Décimo tercer curso internacional en contaminación de acuíferos: restauración de suelos y acuíferos con contaminantes orgánicos. México, UNAM. s.p.
 66. Linsley, A. 1988. Hidrología para ingenieros. 2 ed. México, McGraw-Hill. 386 p.
 67. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 1991. Plan maestro de riego y drenaje: hidrogeología-disponibilidad de agua subterránea. Guatemala. 72 p. (Proyecto PNUD/OSP/GUA/88/003).
 68. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos, GT). 2005. Base Cartográfica Digital (DVD). Guatemala, Guatemala.
 69. MAGA, 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala. Escala 1:250,000. 1 CD.
 70. MAGA. 2010. Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala. 1 CD ROM.
 71. MAGA. 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala. Escala 1:250,000. 1 CD.
 72. MAGA. 2001. Mapa fisiográfico - geomorfológico de la república de Guatemala, a escala 1:250,000 - memoria técnica- (en línea). Guatemala. Consultado 10 oct 2007. Disponible en <http://www.maga.gob.gt/sig>
 73. Martínez, A; Navarro, J. 1996 Hidrología forestal el ciclo hidrológico manual X textos. Valladolid, España, Universitario Ciencias. no. 18, p. 19, 12, 15, 45, 51, 179, 199.
 74. Mongil, J; Navarro, J. 2012. Infiltración y grupo hidrológicos de suelos en las Laderas de los Páramos (Valladolid). Ávila, España. Universidad Católica de Ávila. 23 p.

75. MUNICIPALIDAD SAN PEDRO YEPOCAPA. Monografía año 2009. Departamento de Chimaltenango, Guatemala C.A. aprobado.
76. Muñoz Palacios, C. 1998. La conceptualización e identificación de zonas de recarga hídrica prioritarias a nivel nacional. Guatemala. 45 p. (Proyecto FAO-GCP/GUA/007/NET).
77. Nittler, J; Barahona, R. 1993. El manejo de Subcuencas en el proyecto de desarrollo agrícola de Guatemala. Guatemala, MAGA. 92 p. (Proyecto de Desarrollo Agrícola G de G/AID520-0274 USAID).
78. OAS (Organization of American States, GT). 1991. Proyecto de Manejo y Conservación de los Recursos Naturales Renovables de la Subcuenca del Río Chixoy. Guatemala. 108 p
79. Orozco Orozco, EO. 2004. Potencial de recurso hídrico subterráneo y modelo matemático preliminar del sistema acuífero del valle aluvial del río Guacalate desde Antigua Guatemala hasta Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala. Tesis M.Sc. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Sistema de Estudios de Posgrado. 132 p.
80. Padilla Cámara, TA. 2003. Evaluación del potencial hídrico en la Subcuenca del río Cantil, para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Costa Rica, UCR. 104 p.
81. Padilla Cámara, TA; Salguero Barahona, MR; Orozco y Orozco, E. 2003. Metodología para la determinación de áreas de recarga hídrica natural. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía – Instituto Nacional de Bosques. 106 p.
82. Parrotta, J.A. 1992. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. *Gliricidia*, mother of cocoa. SO-ITFSM-50. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p.
83. Peña Llopis, J. 2001. Análisis de los cambios de usos del suelo (1946-1999) en una Subcuenca semiárida (Agost, Alicante). España. Asociación Española de Ecología Terrestre. *Ecosistemas: Revista de Ecología y Medio Ambiente* 10(3): 47-58.
84. Pérez Castillo, C. Shinomi, Y. 2004. Manejo Integral de Subcuencas Hidrográficas: Conceptos básicos. Chile. 11 p.
85. PRODESOC (Programa para el Desarrollo Rural Sostenible, NI). 2006. Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales. Guía técnica para promotores. Río San Juan, Nicaragua. 67 p.
86. Reyna, El. 1998. Las interrelaciones de la presión demográfica. Guatemala, Guatemala, The World Bank. 12 p.
87. Ridder, N de. 1994. Primer curso nacional de drenaje agrícola y control de inundaciones a nivel de postgrado: hidrogeología de los diferentes tipos de zonas llanas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 33 p.
88. Ritchers, J. 1995. Manejo del uso de la tierra en América central; hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. San José, Costa Rica, IICA. 440 p.
89. Rodríguez, C. B. (2010). Monografía Santa Lucía Cotzumalguapa. Escuintla, Guatemala. 25p.
90. Saloj, N. (26 de Octubre y 12 de Noviembre de 2012). Información del municipio. (A. García, G. Guzmán, & C. Estrada, E. Hernández Entrevistadores)
91. Sánchez, AG et al. 1994. Estudio semidetallado de los suelos de la zona cañera del sur del Guatemala. Escuintla. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. 216 p.
92. Sandoval Illescas, JE. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 345 p.

93. Schosinsky, G. 2007. Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. Costa Rica, Escuela Centroamericana de geología / Universidad de Costa Rica. 18 p
94. SEGEPLAN. Sistema Nacional de Información Territorial – SINIT. Chimaltenango, Escuintla. Guatemala. Consultado el 18/09/2012.
95. SEGEPLAN. 2010. Propuesta de Ordenamiento Territorial en el Ámbito rural del Municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Escuintla, Guatemala. 124 p.
96. Silva Medina, GA. 2003. Transporte de sedimentos en ríos. Colombia, Bogotá. Consultada 10 oct 2007. Disponible en <http://www.geocities.com/gsilvam/sedimentos.htm>
97. Tobías, HA et al. s.f. Primera Aproximación a la Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala. 28p.
98. Tobías, HA. 2012. Copias del curso mapeo y clasificación de suelos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p.i.
99. Toledo Meneses, EA. 1997. Estudio y diseño para la implementación del sistema de riego por aspersión de la estación del ICTA La Alameda, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 50 p.
100. URL (Universidad Rafael Landívar, GT). 2004. Perfil Ambiental de Guatemala. Informe sobre el estado del ambiente y bases para su evaluación sistemática. Guatemala, Facultad de ciencias ambientales y agrícolas. Instituto de agricultura y recursos naturales y ambiente.
101. Vargas, A. 2002. Manantiales de una parte del valle central de Costa Rica. Revista Geológica de América Central no. 27: 39-52.
102. Veliz Zepeda, RE. 1996. Comparación de metodologías de capacidad de uso de la tierra en la Subcuenca del río Itzapa, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 113 p.
103. Villatoro, B. R. (2008). Evaluación de la tolerancia a la sodicidad de variedades promisorias de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) y servicios agronómicos en el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA-. Escuintla.
104. Villón Béjar, M. 2004. HidroEsta: manual de usuario. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 295 p.
105. Villota, H. 1994. Sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno; documento de apoyo al curso de mapeo y clasificación de suelos. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 94 p.
106. Zárata, R. 1994. Estado de la degradación de la tierra inducida por el hombre: un manual para su cartografía. Montecillo, Estado de México, México, Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, Instituto de Recursos Naturales, Programa de Edafología. 79 p. (Cuaderno de Edafología no. 24).
107. Zelada, J. (26 de Octubre de 2012). Asociación de pequeños caficultores. Cooperativa San Pedro. (C. Mansilla, G. Guzmán, & C. Estrada, Entrevistadores)
108. Zhang, Y; Egroote, J; Wolter, C; Sugumaran, R. 2008. Integration of Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) into a GIS framework to assess soil erosion risk. Department of Geography University of Northern Iowa. Cedar Falls, Iowa, USA. 8 p.