

Consultoría:

“Identificación y Análisis de la Demanda, Oferta y Montos de Pago de los Servicios Ambientales derivados de sistemas de producción sostenible en el sitio potencial del Río Gualabo”

**ENTIDAD REALIZADORA:
FUNDACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO
(FUNDE)**

**INFORME FINAL
San Salvador, 28 de junio de 2004**

Indice de Contenido

<i>I. Introducción</i>	1
<i>II. Aspectos generales del área de estudio</i>	3
<i>III. Delimitación de cada sitio de estudio</i>	17
<i>IV. Uso actual y capacidad de uso de la tierra</i>	18
<i>V. Geología, topografía y suelos</i>	19
<i>VI. Sistemas de producción utilizados</i>	21
<i>VII. Análisis financiero de los usos actuales de la tierra</i>	22
<i>VIII. Impactos ambientales de los usos actuales de la tierra</i>	25
<i>IX. Climatología y balances hídricos de los usos actuales de la tierra</i>	25
<i>X. Presupuesto hídrico actual de la cuenca</i>	31
<i>XI. Usos de la tierra y sistemas de producción óptimos para la cuenca del río Gualabo</i>	32
<i>XII. Servicios ambientales derivados de los usos de la tierra propuestos</i>	34
<i>XIII. Análisis financiero de los usos de la tierra y sistemas de producción propuestos</i>	35
<i>XIV. Aspectos culturales que favorecen la adopción o rechazo de los usos de la tierra propuestos</i>	39
<i>XV. Presupuesto hídrico con la adopción de los usos de la tierra y sistemas de producción propuestos</i>	40
<i>XVI. Análisis de la demanda de otros servicios ambientales producidos con los usos propuestos</i>	41
<i>XVII. Diagnóstico rápido de los esquemas de tenencia de la tierra</i>	42
<i>XVIII. Vulnerabilidad ambiental</i>	42
<i>XIX. Análisis del costo de oportunidad de la tierra</i>	42
<i>XX. Montos óptimos y distribución de pagos por servicios ambientales</i>	43
<i>XXI. Análisis del mercado de leña</i>	45
<i>XXII. Identificación de proyectos de desarrollo</i>	46
<i>XXIII. Impactos sociales y ambientales del proyecto</i>	51
<i>XXIV. Marco legal e institucional actual</i>	53
<i>XXV. Plan de participación de la sociedad en el desarrollo del proyecto</i>	57
<i>XXVI. Conclusiones y recomendaciones para la ejecución del proyecto</i>	59

I. Introducción

Antecedentes

Esta consultoría está enmarcada dentro del proyecto ELS/97/007: “Apoyo y fortalecimiento técnico e institucional para el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales”, que ejecuta el Gobierno de El Salvador a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con el apoyo del Banco Mundial / GEF y la administración del programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Dicho proyecto propone desarrollar y consolidar un Sistema de Cobro y Pago por Servicios Ambientales (SCPSA), a partir de la identificación y promoción de usos de la tierra y sistemas de cultivos amigables con el ambiente. Asimismo, propone la consolidación del sistema de áreas protegidas del país, las cuales son también proveedoras de servicios ambientales a la sociedad salvadoreña.

Por lo tanto, la presente consultoría tiene como finalidad general la de proporcionar los criterios básicos y necesarios en los ámbitos ambiental, económico y social, que permitan evaluar y valorar si existen los elementos técnico-ambientales y socio-económicos necesarios para aplicar y desarrollar efectivamente un SCPSA, sobre la base de la protección del agua y de las áreas naturales, la conservación y el estudio de la biodiversidad para valorar y potenciar la satisfacción de las necesidades humanas y la mejora de la calidad de vida, y la consecuente adopción de sistemas de producción sostenible en las cuatro áreas potenciales pre-definidas por el MARN/BM. Las cuatro zonas pre-definidas son el Lago de Coatepeque, el bosque de Cinquera, el bosque de La Montañona, y el Río Gualabo.

Considerando que los servicios ambientales se definen como: “Las funciones regulatorias, en los ciclos de materia y en la transformación de energía, realizadas por los ecosistemas naturales y agrosistemas (usos de la tierra y sistemas de producción), que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente, y en la calidad de vida de la población”¹, el sistema de pago por servicios ambientales a desarrollar en El Salvador deberá entonces promover la adopción de sistemas de producción que incrementen la cobertura del suelo, mejoren y mantengan su fertilidad, incrementen la infiltración de agua en el suelo y controlen la escorrentía superficial. Además, los sistemas deben proveer seguridad alimentaria a los productores, y generar ingresos adicionales (a corto y mediano plazo) para que así puedan cubrir otras necesidades básicas y/o capitalizar su trabajo. La hipótesis de trabajo del proyecto es que: la cobertura vegetal de El Salvador puede incrementarse, pagándole a los propietarios de la tierra por los servicios ambientales (externalidad positiva) que ellos producen, ya sea utilizando sistemas sostenibles de producción, reforestando y/o conservando los bosques.

Objetivos

El objetivo del presente estudio es el de brindar los insumos necesarios en cuanto a la información biofísica, cultural y socio-económica existente de fuentes secundarias, que permitan al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), con el apoyo del Banco Mundial, elaborar el documento de préstamo para la implementación de un Programa nacional de Cobro y Pago por Servicios Ambientales. En este sentido, se presenta en este informe final, la delimitación, descripción y caracterización socio-económica y ambiental de una de las zonas de estudio identificadas por el MARN y el Banco Mundial, la correspondiente a la cuenca del río Gualabo.

¹ Ortiz, E. 2002. Servicios Ambientales: Marco Conceptual. Taller Internacional sobre Servicios Ambientales. CATIE-CR.

Metodología

La metodología del estudio consistió en la recopilación y análisis de la información disponible de fuentes secundarias para el área de influencia de la cuenca del río Gualabo, por parte de un equipo multidisciplinario de investigación de FUNDE. Para la delimitación del área de influencia de la cuenca del río Gualabo, se desarrolló una metodología partiendo de criterios de tipo hidrológico, la cual consiste en el trazo e identificación del parte aguas de la cuenca hidrográfica, y el análisis del comportamiento hidrológico sobre la base del tipo de suelo, uso del mismo, geología de la zona, oferta y demanda hídrica. Con ello se pretende llevar a cabo una evaluación general, basándose en los datos y estudios previos de la zona, del comportamiento de los parámetros hidrológicos de interés, tales como infiltración, precipitación, escorrentía, evapotranspiración potencial, flujo subsuperficial y subterráneo. Esto permitirá en un momento posterior del presente estudio, desarrollar un balance hídrico que permita conocer la oferta y demanda hídrica actual, así como las variables incidentes en la reducción de la vulnerabilidad a desastres naturales, así como también identificar los prestatarios y demandantes de servicios hidrológicos favorables a un aumento de la infiltración del agua, a la reducción de la erosión y carga de sedimentos, a la conservación de los recursos naturales, especialmente el agua y la biodiversidad, y de la belleza escénica que proporcionan las áreas naturales, generando oportunidades para la recreación y el ecoturismo.

II. Aspectos generales del área de estudio

Ubicación geográfica

Geográficamente el área de estudio está ubicada en el oriente del país, en el departamento de Morazán, sobre la falda sur del macizo montañoso del Cacahuatique, y dentro de la jurisdicción de los municipios de Yamabal, Sensembra y Guatajiagua. De acuerdo con la cartografía nacional del Instituto Geográfico Nacional (IGN), Centro Nacional de Registros, la zona de estudio se encuentra en las Hojas Cartográficas 2656 I NW y 2557 II SW, correspondientes a Guatajiagua y Sensembra, respectivamente, entre las Coordenadas 583,125 - 589,400 de longitud y 280,875 - 291,287 de latitud.

El Río Gualabo es a su vez la frontera natural entre los municipios de Guatajiagua y Yamabal, y cuenta con los siguientes afluentes: Las Piletas, El Varal, Chilile, Maguey, El Pescadito y El Llano. La microcuenca del Río Gualabo esta delimitada en su parte de aguas por carreteras de comunicación entre los siguientes cantones y caseríos: en Guatajiagua por la carretera vecinal desde el centro urbano de Guatajiagua al norte con Maiguera Abajo y El Volcán. En Yamabal al norte del centro urbano hacia Piedra Luna, Loma del Chile e Izletas. Cuando el Río Gualabo entra dentro del territorio municipal de Yamabal se le nombra Río Las Cañas, el cual cuenta con un recorrido de 2 Kms.

La microcuenca del río Gualabo forma parte del complejo hídrico del Cerro Cacahuatique, conformado por cuatro microcuencas (ríos Cirigual, El Ámate, La Montaña y El Gualabo), que le dan origen y por lo tanto forman la parte alta de la cuenca del Río Grande de San Miguel.² La microcuenca cuenta con una altura que va desde los 200 metros sobre el nivel del mar (msnm) a los 1,300 msnm. Las aguas superficiales del Río Gualabo realizan un recorrido de 18.3 Kms: Nacen en el caserío Izleta a 1,300 msnm y finalizan en los límites con San Miguel, donde se juntan las 4 microcuencas y da inicio el Río Grande como tal, en los cantones de San Bartolo, San Juan y San Jacinto de San Miguel.

Importancia ecológica

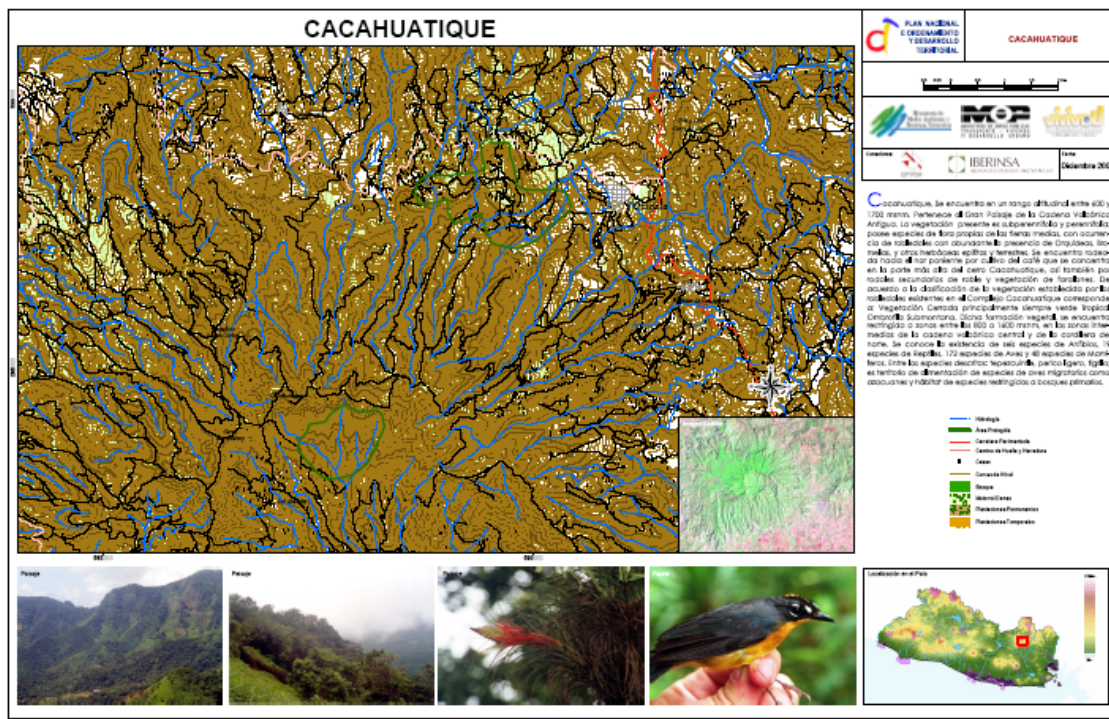
Ubicación natural.

El río El Gualabo forma parte de la parte alta de la cuenca alta del río Grande de San Miguel, y por lo tanto se constituye en una cuenca hidrográfica de segundo orden³. Es tributario del río Las Cañas, el cual, a su vez, desemboca en el río Los Amates, que a su vez desemboca y da origen a lo que se conoce como el río Grande de San Miguel. En el río El Gualabo propiamente desembocan más de 25 corrientes superficiales de agua, de las cuales aproximadamente cinco son permanentes, y el resto estacionales.

La ficha de ubicación del Cacahuatique correspondiente al Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNODT) se presenta a continuación:

² Asociación Coordinación de Comunidades para el Desarrollo del Cacahuatique (CODECA), PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUALABO, GUATAJIAGUA, YAMABAL Y SENSEMBRA. 2003 –2007. Primer Borrador, Marzo 2003.

³ En el presente estudio, se aceptará como número de orden de una cuenca hidrográfica, en el sentido creciente. Así, para aquellas que no tienen tributarias, se le da como número de orden uno; para las que cuentan con al menos una tributaria, dos; y, así, sucesivamente. Por ello el orden de la cuenca del río El Gualabo. PASOLAC/DGRNR/MAG (José Roberto Handal, Hugo Arsenio Lone y Mario Ernesto Lobo). DIAGNOSTICO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA DEL RIO EL GUALABO DE MORAZAN. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), Servicio de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Septiembre 2001.



Vegetación y Vida Silvestre.

En términos generales, y debido a la escasa población que habita en la microcuenca, aún se conservan especies florísticas y faunísticas, que tienen el calificativo de amenazadas o en peligro de extinción.⁴

Flora.

En el área se encuentran identificadas las siguientes especies:⁵

No.	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
1.-	Suncuya	<i>Annona purpurea (moc)</i>	Annonaceae
2.-	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Annonaceae
3.-	Mango	<i>Manguifera indica</i>	Anacardiaceae
4.-	Jocote	<i>Spandia mombi</i>	Anacardiaceae
5.-	Jocote jobo	<i>Spondia Purpura</i>	Anacardiaceae
6.-	Palo de Mayo	<i>Plumería rubra</i>	Apocinacea
7.-	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
8.-	Tiguilote	<i>Cordia dentada</i>	Boraginaceae
9.-	Pie de venado B.	<i>Pauletia pers.</i>	Boraginaceae
10.-	Nacascolo	<i>Caesalpinia coriaria (jacq)</i>	Boraginaceae
11.-	Copinol	<i>Hymenea coubaril L.</i>	Boraginaceae
12.-	Copalillo	<i>Bursera graceolons</i>	Burseraceae
13.-	Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
14.-	Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Cecropiaceae
15.-	Aceituno	<i>Simaruba glauca</i>	Cecropiaceae
16.-	Capulin	<i>Muntinga calabura</i>	Elaeocarpaceae
17.-	Chilamate	<i>Sapium aligneurum</i>	Eufhorbiaceae
18.-	Huevo de gato	<i>Garcia nutans</i>	Eufhorbiaceae

⁴ PASOLAC/DGRNR/MAG (José Roberto Handal, Hugo Arsenio Lone y Mario Ernesto Lobo). DIAGNOSTICO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA DEL RIO EL GUALABO DE MORAZAN. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), Servicio de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Septiembre 2001.

⁵ CODECA, PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUALABO, GUATAJAGUA, YAMABAL Y SENSEMBRA. 2003 –2007. Primer Borrador, Marzo 2003.

19.- Conacaste Negro	<i>Enterorlobium ciclocarpum</i>	Leguminosae
20.- Quebracho	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Leguminosae
21.- Pintadillo	<i>Piptadenia constricta</i>	Leguminosae
22.- Magollano	<i>Pithecolobium dulce</i>	Leguminosae
23.- Almendro de río	<i>Andira inermis</i>	Papilionoidea
24.- Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionoidea
25.- Nance	<i>Birsonimia crasifolia</i>	Malpighiaceae
26.- Caoba	<i>Switenia humilis</i>	Meliaceae
27.- Papaturo	<i>Coccoloba spp</i>	Poligonaceae
28.- Huiliguiste	<i>Karwinskia caldeonii</i>	Rhamnaceae
29.- Salamo	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Rubiaceae
30.- Palo de Quina	<i>Exostema mexicanum</i>	Rubiaceae
31.- Tapaculo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculaceae
32.- Castaño	<i>Sterculia apetala</i>	Sterculaceae
33.- Chichicaste	<i>Boehmeria ulmifolia</i>	Urticaceae
34.- Orégano silvestre	<i>Lippia pyramidata</i>	Vervencaceae

Fuente: CODECA, PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUALABO, GUATAJIAGUA, YAMABAL Y SENSEMBRA. 2003 –2007. Primer Borrador, Marzo 2003.

Fauna.

Entre las especies animales se tienen una diversidad de aves, mamíferos, roedores, reptiles e insectos. Entre los más abundantes están las ardillas, conejos, tepezcuintles, venado cola blanca, taltuzas y lechuzas.⁶

No existen estudios científicos y registros recientes de la fauna en el área, aunque si se ha realizado un inventario preliminar por la vía de la observación directa y de la comunicación de pobladores quienes conocen y hacen uso de dicho recurso natural, obteniéndose la siguiente lista de especies animales identificadas, aunque sin poder determinar la densidad de cada especie:⁷

Mamíferos		Estado de las poblaciones
Conejo	<i>Silvilagus floridanus</i>	(mc)
Mapachín	<i>Procyon lotor</i>	(pc)
Cusuco	<i>Dasybus novemcinctus</i>	(mc)
Gato de Monte	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	(pc)
Rata de Campo	<i>Ygmodon hispidus</i>	(mc)
Aves		
Perico o chocoyo	<i>Arantiga caniculares</i>	(mc)
Colibrí	<i>Amazilia rutila</i>	(mc)
Cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>	(mc)
Huacalchia	<i>Heleodytes rufinucha</i>	(mc)
Chiltota	<i>Icterus pectorales</i>	(pc)
Zanate	<i>Cassidix Mexicanus</i>	(mc)
Gavilán Pollero	<i>Buteo magnirostris</i>	(mc)
Paloma de ala blanca	Zenaida Asiática	Migratoria
Reptiles		
Garrobo	<i>Ctenosaura similes</i>	(mc)
Iguana Verde	<i>Iguana Iguana</i>	(pc)
Boa o culebra ratonera	<i>Boa Constrictor</i>	(mc)
Mc = muy común		
Pc = poco común		

Fuente Diagnostico Territorial del Dpto. de Morazán PRODERE-ADEL MORAZAN 1994.

⁶ CODECA, PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUALABO, GUATAJIAGUA, YAMABAL Y SENSEMBRA. 2003 –2007. Primer Borrador, Marzo 2003.

⁷ PASOLAC/DGRNR/MAG (José Roberto Handal, Hugo Arsenio Lone y Mario Ernesto Lobo). DIAGNOSTICO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA DEL RIO EL GUALABO DE MORAZAN. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), Servicio de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Septiembre 2001 .

Importancia socioeconómica

Ubicación Político-Administrativa

En términos político-administrativos la cuenca del Río Gualabo la comparten tres Municipios: Guatajiagua, Yamabal y Sensembra.⁸ El curso del río es la división entre los dos primeros (Guatajiagua, Yamabal), y Sensembra abarca sólo pequeñas extensiones en las proximidades de la divisoria de aguas del lado de la margen izquierda.

Una breve descripción de las áreas de la micro cuenca por municipio, se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción del área de la micro cuenca del río El Gualabo, por municipio.

Municipio	Observaciones
Guatajiagua	A este municipio le pertenece toda el área que drena al río por la margen derecha, la que esta integrada por cuatro Cantones: El Volcán, El Sirigual, Maiguera y San Bartolo.
Yamabal	A este municipio le pertenece casi toda el área que drena al río por la margen izquierda, la que está integrada por tres Cantones: Joya del Matazano, Loma El Chile y San Juan..
Sensembra	A este municipio le pertenece una porción reducida del área que drena al río por la margen izquierda y pertenece al Cantón El Limón. El terreno que pertenece a este municipio está ubicado en las proximidades de la divisoria de aguas y, por su tamaño y la inexistencia de población, no es muy importante para los propósitos de este estudio.

Fuente: DIAGNOSTICO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA DEL RIO EL GUALABO DE MORAZAN. PASOLAC/DGRNR/MAG (2001)

La micro cuenca del Río Gualabo se encuentra en la mancomunidad denominada “Micro región Sur Occidental del Cacahuatique”, compuesta por cuatro municipios del departamento de Morazán y uno de San Miguel: Guatajiagua, Yamabal, Sesembra, San Francisco Gotera y Chapeltique, respectivamente.⁹

Población

De acuerdo a las estadísticas de los centros de salud, la población que habita el área de la cuenca del Río Gualabo al 2004 es de 721 familias, 3,763 personas; en esta estimación no se ha considerado aún, la población de aquellos caseríos que están fuera de la cuenca y que hacen uso del recurso agua de las fuentes de agua de la microcuenca del Río Gualabo.

De la población total estimada, 1,547 es población masculina, representa el 47.9% de la población total y 1,806 es población femenina, representa el 52.0%. En términos generales, la distribución de la población por sexo es similar a la tendencia nacional, en donde el 51.0% son mujeres y 49% son hombres.

El cuadro siguiente muestra la distribución de la población en la cuenca, según cantones:

Cuadro 2. Población total y número de viviendas en cada municipio en el área de influencia de la microcuenca del río El Gualabo, por Cantón, año 2004.

Municipio	Cantón/Caserío	No. de Viviendas	Hombres	Mujeres	Población
Guatajiagua	El Volcan	135	310	332	642
	Maiguera	171	454	537	991
	San Bartolo	225	542	558	1,100

⁸ PASOLAC/DGRNR/MAG (José Roberto Handal, Hugo Arsenio Lone y Mario Ernesto Lobo). DIAGNOSTICO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA DEL RIO EL GUALABO DE MORAZAN. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), Servicio de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Septiembre 2001.

⁹ Entrevista del equipo de FUNDE con actores claves de la cuenca del río Gualabo, llevada a cabo en la Alcaldía de Yamabal el día 20 de mayo 2004.

Yamabal	El Gualabo	44	124	137	261
	Loma El Chile	114	298	318	616
	El Llano	32	78	75	153
Sesembra	No tiene	0			0
Totales		721	1,806	1,957	3,763

Fuente: Unidad de Salud de Sesembra y Guatagiagua, MSPAS, 2004

Así mismo, más de la población estimada que habita en la microcuenca (2,733 de 3,763, representa 72.7%) está bajo la jurisdicción del municipio de Guatagiagua y representa el 25.27% de su población total. El 27.4% de la población que habita en la cuenca está bajo la jurisdicción del municipio de Yamabal y representa el 26.8% de total de la población total del municipio. Entre los municipios de Yamabal, Guatagiagua y Sesembra se estima 18,468 personas, de las cuales el 20.4 % se encuentra en la cuenca del Río Gualabo.

Cuadro 3. Índice anual de crecimiento y peso porcentual de la población del área de la cuenca

Municipio								
	Urbana	Rural	Total	Sup. Km 2	Densidad	Índice Crecimiento anual	Población en área de cuenca Coatepeque	% población* en área de la cuenca
Yamabal	3,864	569	4,433	46	96.37	0.08%	2733	27.4 %
Guatagiagua			10,815	70.77	153	0.49%	1030	25.27 %
Sesembra	1,898	1,322	3,220	22.02	146.23	0.31%	0	0.0
Total			18,468				3,763	16.69

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Plan Participativo de Desarrollo del Municipio de Yamabal, 2002; Plan Municipal del Municipio de Sesembra, 2002 y Plan de Ordenamiento Territorial, (MARN/VIVOU:2003)

*El peso porcentual se ha calculado con respecto a la población de cada uno de los municipios

Poblaciones vulnerables: Población indígena.

La información respecto a este tema se encuentra muy generalizada y no se cuentan con información específica y datos demográficos que permitan localizar a las familias indígenas de la zona de Guatagiagua y Sesembra. Sin embargo, informantes claves sugieren que existen unas cincuenta familias en el barrio La Cruz, El Calvario y el caserío Maiguera y que en el área de la cuenca del Río Gualabo existe unas cincuenta familias que trabajan el tule. Este último dato tiene relevancia si se toma en cuenta que, generalmente, la población indígena trabaja las materias primas de su región para la elaboración de artesanías; se desconoce si estas familias se identifican como indígenas y si estas poseen propiedades para el cultivo. Según CASAR-Guatagiagua no existen proyectos locales para promover la producción de artesanías del tule, la mayoría de los proyectos que tiene esta organización se centran en los productos del barro.

Un aspecto a destacar en relación a los pueblos indígenas es que cuentan con organizaciones de desarrollo comunitario y de reivindicación de la identidad indígenas, entre estas organizaciones se encuentra la Asociación Lenca de Guatagiagua.

Es de amplio conocimiento que la población indígena es uno de los sectores históricamente menos atendidos en el país y constituye, en ese sentido, una población socialmente vulnerable. Ha sido hasta en la última década del siglo pasado que se iniciaron algunos esfuerzos por realizar estudios en relación a la problemática étnica y socioeconómica de dicha población y que asociaciones indígenas reivindican su etnicidad.

El antropólogo Mac Chapín (1990) estima una población indígena a nivel nacional en 600 mil personas, mientras que el informe BM/RUTA/CONCULTURA (2003) sugiere una estimación entre 7 y 9 % de la población nacional con orígenes indígenas; definiendo a éstos, al margen de sus rasgos físicos y puramente lingüístico culturales como el idioma y el vestuario. No obstante es difícil localizar territorialmente a los grupos de familias indígenas, de tal manera que permita orientar una política que beneficie a su comunidad o que minimice un impacto negativo por un determinado proyecto. Para el caso del Proyecto CPSA se debe considerar que en el área de los tres municipios y específicamente en la cuenca del Río Gualabo existe vulnerabilidad social en buena parte de la población.

Los siguientes datos caracterizan la situación de la población indígena en El Salvador (Banco Mundial/RUTA/CONCULTURA/Pueblos Indígenas de El Salvador, 2003).

- El 64% de las familias indígenas tiene un promedio de 5 miembros o menos, este coincide con el promedio de la familia rural.
- Según la OPS, en 1999, el porcentaje de hogares indígenas se encuentra en situación de pobreza relativa 61.1%, mientras que el promedio nacional es de 25.7%; y el porcentaje de hogares indígenas en pobreza extrema es de 38.3% y el promedio nacional de 18.9% para el mismo año.
- La tasa de desempleo es de 23.8% es el promedio en la población indígena y 7.5% el promedio nacional.
- La tasa de analfabetismo de la población indígena entre 10 y 65 años es de un 35.24 % y solamente un 14.21 de esta población tiene un promedio de escolaridad de 7 a 9 años.
- A nivel nacional, un buen número de familias viven en hacinamiento, no sólo por la convivencia con personas sino también con animales, entre ellos aves de corral; según la UNICEF el 45.92 % vivían en hacinamiento, y según la OPS el 64.8%.
- De acuerdo con el PNUD, 2001, el 74.0% de la población rural en El Salvador carece de agua potable y según la OPS el 91% de las familias indígenas carecen de este servicio.
- El 63.7% de las viviendas carecen de energía eléctrica, estas se iluminan con candil o candela y lámparas de gas.
- Uno de los aspectos más críticos de la población indígena es el acceso a la tierra, sobre todo en cuanto al tema de PSA. A nivel nacional un 76 % de los indígenas no disponen de tierras y cada vez son menos personas indígenas que cultivan la tierra, precisamente por que carecen de esta, por que tienen que arrendarla , no tienen créditos ya que no pueden ofrecer garantías hipotecarias. De tal manera y como ya ha señalado María Clara Mejía, las familias que podrían estar asentadas en las áreas seleccionadas carecen de tierras.

Niveles de Ingresos

El Cuadro 4, muestra los ingresos económicos percibidos por los tres municipios en la microcuenca, los cuales en la mayoría de los casos son de menos de ₡ 1,500 colones (USD \$141.73), sin embargo Guatajiagua dentro de su núcleo urbano percibe ingresos hasta por un monto de más de ₡ 5,000 colones (USD \$571.48), debido a que algunos de sus pobladores se dedican a la ganadería comercial y otros se dedican también al comercio, siendo estas actividades económicas las que posibilitan adicionalidad a sus ingresos como agricultores y jornalero.

Las familias del municipio de Sensembra en su núcleo urbano y fuera, reciben 55% y 45% respectivamente de ayuda económica que proviene de remesas del exterior, hallazgo que responde a la emigración de muchos de sus pobladores hacia Estados Unidos de América.

Cuadro 4. Niveles de ingreso familiares mensuales y porcentajes de familias que reciben remesas del exterior por Municipio.

Municipios	Niveles de Ingreso Familiar Prevalcientes (En Colones: ₡) y Porcentaje Estimado de Familias que Reciben Remesas del Exterior					
	Dentro del Núcleo Urbano		Familias con Remesa (%)	Fuera del Núcleo Urbano		Familias con Remesa (%)
	Menos de 1,500	5,000 y Más		Menos de 1,500	5,000 y Más	
Guatajiagua	X	X	15	X		25
Sensembra	X		55	X		45
Yamabal	X		6	X		10

Fuente: Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNODT). MOP/MARN/VMVDU 2003.

Es importante señalar que según un encuesta elaborada por Carrillo (2001), el ingreso promedio familiar total mensual, para una muestra de 164 familias entrevistadas de los tres municipios que conforman la microcuenca del Río Gualabo, fue de 1,158.40 colones (USD\$132.39), ingresos que reflejan la realidad de hoy en la microcuenca.¹⁰

Educación

En la sub cuenca del Río Gualabo existen ocho centros escolares, de los cuales siete tienen un nivel educativo hasta tercer grado, uno hasta sexto grado y un centro con atención educativa hasta noveno grado, ubicado este último en el caserío San Bartolo; en total los ocho centros tienen una cobertura de 462 alumnos. En ninguno de los tres municipios (Yamabal, Guatagiagua y Sensembra) existen centros escolares con un nivel de bachillerato, los alumnos deben desplazarse hasta San Francisco Gotera para obtener este nivel; de igual manera los que desean estudiar una carrera técnica vocacional deben trasladarse a esa ciudad, aproximadamente a una distancia de cinco kilómetros.

Cuadro 5. Analfabetismo y número de escuelas con educación básica por municipio, año 2001.

Municipios	Nivel Estimado de Analfabetismo (%)	Número de Escuelas con Educación Básica					
		Dentro del Núcleo Urbano			Fuera del Núcleo Urbano		
		1° a 3° Grado	4° a 6° Grado	7° a 9° Grado	1° a 3° Grado	4° a 6° Grado	7° a 9° Grado
Guatagiagua	70	1	2	3	12	1	4
Sensembra	10	0	0	1	2	2	0
Yamabal	20	0	0	1	5	2	1

Fuente: PNOTD. MOP/MARN/VMVDU 2003.

Los datos del Cuadro 5 también ponen de manifiesto que hay un alto grado de analfabetismo en el municipio de Guatagiagua (70%), el cual es significativamente mayor al de Sensembra (10%) y Yamabal (20%). Valdría la pena profundizar en las razones para tan marcada diferencia en ámbitos geográficos tan similares y próximos. Según la encuesta realizada como parte del estudio de valoración económica de la micro-cuenca del río Gualabo, solamente un 16.46% manifestaron poseer estudios de bachillerato y el 65.0% de la población adulta no sabe leer y escribir.¹¹

Por su parte, el informe de la Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples (EHPM) del 2002, señala que existe un índice de 26.29% de analfabetismo en la población rural a nivel nacional y 22.2% en el departamento de Morazán, prácticamente cuatro puntos más bajo.¹² Sin embargo, como se observa en el cuadro anterior, el índice de analfabetismo en el municipio de Guatagiagua es alarmante, este representa un 70.0%. El alto índice de analfabetismo podría deberse a factores culturales ya que en este municipio yace buena parte de la población indígena de la zona oriental. Según datos de CONCULTURA, el 40% de la población indígena a nivel nacional es analfabeta y el 27.1% tiene estudios hasta tercer grado.¹³

Salud

¹⁰ Carrillo Martínez, Saúl Antonio. Valoración económica del suministro de agua en la microcuenca del Río El Gualabo, Morazán. MAG-DGRNR-UCA-CODECA-PASOLAC, San Salvador. 2001

¹¹ Ob. Cit.

¹² Informe de la EHPM 2002. Dirección General de Estadística y Censo (DIGESTYC). Ministerio de Economía. San Salvador, 2003.

¹³ Informe anual del Estado de la Cultura y el Arte 2003. Consejo Nacional para la Cultura y el Arte de El Salvador (CONCULTURA). San Salvador, 2003.

Los dos Centros de Salud de importancia más cercanos a los caseríos de la microcuenca están ubicados en la cabecera de los municipios de Guataguiagua y Sensembra; el hospital más cercano se encuentra en San Francisco Gotera. A nivel de los caseríos la población es cubierta con el sistema básico de salud que prestan los promotores (personal residente del MSPYAS) que en algunos casos atiende a por lo menos tres cantones y sus respectivos caseríos. Los promotores de salud tienen como función el control de mujeres embarazadas y menores de cinco años, planificación familiar, control de las condiciones higiénicas de la vivienda, saneamiento básico, control de enfermedades comunes y llevar las estadísticas de población por cada uno de los caseríos que atienden. En algunos de los cantones y caseríos existen dispensarios de salud a cargo de promotores y con asistencia médica cuatro veces por mes.

Cuadro 6. Ubicación de centros de salud.

Ubicación	Centro de Salud	Atención
Las Izletas	Dispensario de salud	Sin función
San Bartolo	Dispensario de salud	consultas medicas 4 veces por mes
Guataguiagua	Centro de Salud	Consulta medica diaria
Sensembra	Centro de Salud	Consulta medica diaria

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la entrevista del equipo de FUNDE con actores clave de la cuenca del río Gualabo, 20 de mayo 2004.

Infraestructura y servicios básicos

En los tres municipios en sus los cascos urbanos existe servicios de alumbrado eléctrico y en menor proporción línea fija de teléfono, no obstante el municipio de Sensembra es el único que cuenta con alcantarillado sanitario en un 70%, y el municipio de Guataguiagua dispone de recolección de basura domiciliar (50%).

Fuera del área urbana de los tres municipios mencionados anteriormente los servicios que se ofrecen, en menor proporción, son: alumbrado eléctrico y línea fija de teléfono. La gestión de los desechos sólidos en general en la población rural, se desarrolla quemando la basura o se dispone simplemente enterrándola en el patio de sus casas.

Cuadro 7. Tenencia de Alumbrado Eléctrico, Alcantarillado Sanitario, Teléfono y Recolección Domiciliar de Basura, por Municipio en Porcentajes en el área de estudio.

Municipios	Viviendas con Servicio Básico (%)							
	En el Núcleo Urbano				En el área Urbana			
	Alumbrado Eléctrico	Alcantarillado Sanitario	Teléfono	Recolección Domiciliar de Basura	Alumbrado Eléctrico	Alcantarillado Sanitario	Teléfono	Recolección Domiciliar de Basura
Guataguiagua	80	0	70	50	20	0	30	0
Sensembra	80	70	10	0	20	0	5	0
Yamabal	90	0	50	0	30	0	20	0

Fuente: MOP/MARN/VMVDU 2003.

Agua potable

Según Los Centros de Salud de Sensembra y Guataguiagua, en los cascos urbanos de los tres municipios existen redes de distribución de agua potable. En Yamabal de un total de 138 viviendas en el casco urbano, 101 poseen servicio domiciliar. Este sistema es administrado por la alcaldía municipal. En

Sensebra de un total de 196 viviendas, 101 poseen servicio de agua intradomiciliar; este sistema es administrado por ANDA.

La misma fuente indica que en el área rural solamente el 26.0% de las viviendas poseen servicio domiciliario; el 43.0% poseen pozos; y el 28.0% se abastece de otras fuentes, entre las que puede ser de aguas de lluvia y del río. Así mismo señala que el 80 al 90.0% de la población no potabiliza el agua.

Cuadro 8. Acceso al agua en el área rural, según municipios

Municipio	No. Viviendas	Pozos	Cañería	Otros
Sensebra	489	65	211	193
Guatagiagua	531	424	78	20
Yamabal	114	0	8	106
Total	1134	489	297	319

Fuente: Centros de Salud Guatagiagua y Sensebra, MSPAS, 2004

Pobreza

El Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNODT), señala que en el periodo de 1995 al 200, la zona norte de la región oriental del país tiene el nivel más alto en la incidencia de la pobreza en hogares.¹⁴

De acuerdo con la Dirección General de Estadística y Censo (DIGESTYC), y tal como se muestra en los siguientes cuadros, en la región oriental el departamento de Morazán tiene el mayor porcentaje de hogares en situación de pobreza. Si bien la pobreza tiende a reducirse en las familias que reciben remesas familiares del exterior, para el caso de Morazán solamente el 36.10 % de los hogares reciben remesas.¹⁵

Cuadro 9. Porcentaje de hogares en situación de pobreza, Región oriental, 2002

Departamentos	Pobreza extrema %	Pobreza relativa %	En situación de pobreza %
Nacional	15.77	21.00	36.77
Morazán	27.18	24.72	51.90
Usulután	21.6	25.61	47.21
San Miguel	20.10	22.70	42.80
La Unión	17.43	24.42	41.81

Fuente: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM); DIGESTYC, 2002

Otro punto a señalar con respecto a la pobreza es la volatilidad de los ingresos, es decir que los hogares en situación de pobreza se pueden mover, según los ingresos económicos, entre las diferentes categorías de pobres. De acuerdo con el estudio socioeconómico realizado en la zona de la cuenca del Río Gualabo por CODECA, un 40% de la población consultada percibe un promedio de 2.86 dólares diarios lo que equivale a 68.57 dólares mensuales, 411.43 anuales; el otro 40% de las familias tienen un ingreso de 68.57 dólares mensuales, la diferencia de este grupo respecto al anterior es que las familias poseen bienes materiales como tierra y su respectivo sistema productivo, se calcula que estas familias tienen un ingreso anual de 822. 25 dólares; el último grupo, el 20% de las familias tienen un ingreso 196.80 dólares mensuales que equivale a 2,361.6 dólares anuales, las familias de este grupo además de poseer alguna parcela de tierra poseen de 5 a 10 cabezas de ganado.¹⁶

¹⁴ PNODT. Ministerio de Obras Públicas, Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MOP/VMVDU/MARN). San Salvador, 2003

¹⁵ Informe de la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples del 2002. DIGESTYC, Ministerio de Economía, San Salvador 2003.

¹⁶ Diagnóstico Rural Participativo Microcuenca Río Gualabo, Guatagiagua, Yamabal, Morazán. CODECA, 2001.

Al tomar como referencia el análisis de FUSADES respecto a la pobreza¹⁷, las familias del primer grupo estarían bajo la línea de pobreza y en pobreza extrema; el segundo grupo estaría bajo la línea de pobreza. Es decir que el 80% de las familias consultadas están en situación de pobreza. Este dato se perfila más alarmante al compararlo con la generalidad del departamento de Morazán, en donde el 51% de los hogares se encuentran en situación de pobreza. Tal como se ha señalado arriba, la incidencia en la pobreza tiende a reducirse en familias que reciben ingresos del exterior, los datos generales indican que en el departamento de Morazán el 36.10% de los hogares reciben remesas del extranjero. Mientras que La Unión tiene el menor promedio de hogares en situación de pobreza y tienen el mayor número de hogares que reciben remesas. El cuadro siguiente muestra los hogares que reciben remesas en los departamentos de la zona oriental de país:

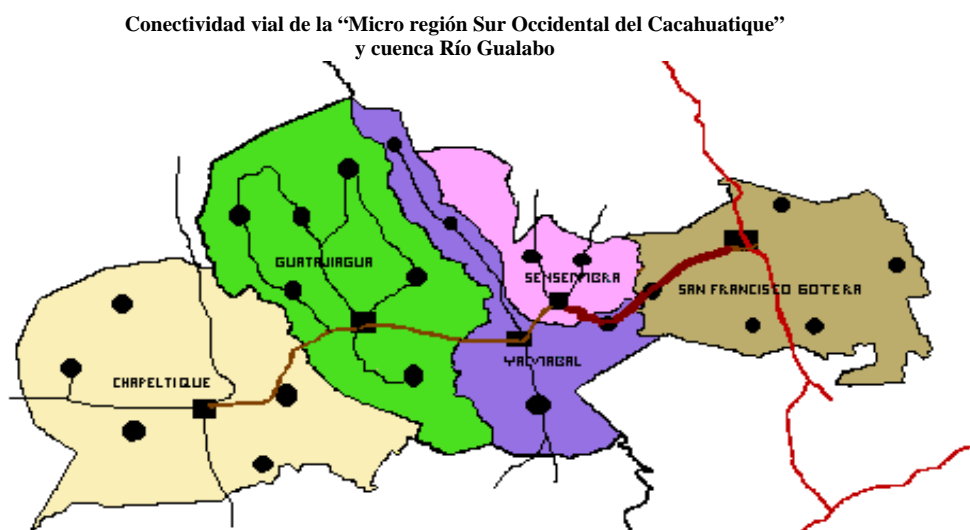
Cuadro 10. Número y porcentaje de hogares de la región oriental y departamento de San Salvador que reciben remesas, 2002

Departamento	No. de hogares x departamento	No. de hogares que reciben remesas	% de hogares que reciben remesas
Usulután	79,772	19,698	24.70
San Miguel	119,254	35,963	30.15
Morazán	38,502	13,900	36.10
La Unión	64,491	30,330	47.02
San Salvador			17.73

Fuente: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples; DIGESTYC, 2002

Vías de acceso

Como se observa en el siguiente mapa una calle de tierra conecta a los municipios de la micro región sur occidental de Cacahuatique con la carretera CA-7 o Militar y la carretera Panamericana. Esta conectividad permite que la cuenca del Río Gualabo tenga dos accesos: uno, por la carretera antes mencionada y el otro por la carretera que conduce desde la carretera Panamericana hasta Chapeltique. Además esta vía es una ruta turística que pone en gran ventaja a estos municipios la zona norte de Morazán, ésta es conocida como la “Ruta turística de la Paz”.



La microcuenca del Río Gualabo se encuentra en medio de dos carreteras de nivel terciario que comunican los centros urbanos de Yamabal y Gutajagua con los cantones que se encuentran hacia el

¹⁷ Para FUSADES “en la línea en la línea de pobreza, los ingresos permiten cubrir las necesidades básicas (equivalentes a dos canastas básicas de alimentos)”. Una Canasta Básica es el equivalente a 97.72 dólares (Canasta Básica de Alimentos –CBA) Para el 2003 la Canasta Básica de Alimentos por persona se compone de: 402 g de tortilla (¢ 2.57), 39 g de arroz (¢ 0.27), 14 g de carne (¢ 0.54), 14 g de grasas (¢ 0.19), 30 g de huevos (¢ 0.52), 31 g de leche fluida (¢ 0.19), 16 g de fruta (¢ 0.06), 60 g de frijol (¢ 0.48) y 65 g de azúcar (¢ 0.36). Esto equivale a ¢ 5.18 diarios por persona o ¢ 25.07 para una familia promedio de 4.84 miembros, más un 10% de combustible totalizan ¢ 855.02 mensuales. (DIGESTIC / MINEC, inédito)

norte o río arriba. Estas carreteras son a su vez el parte aguas de ambos lados de la microcuenca, ya que se ubican sobre las cimas de las colinas pronunciadas que forman las alturas dominantes.¹⁸

La carretera que comunica a Yamabal con los caseríos de Piedra Luna, Loma del Chile e Izletas tiene una longitud de 9 Km. desde el centro de Yamabal hasta el caserío de Izletas. Dicha carretera se encuentra en el verano en condiciones transitables, y en el invierno cuando las lluvias son intensas es transitable solo en vehículo de doble transmisión, con muchas dificultades. A orillas y en las cercanías de esta carretera se ubican los núcleos de población más numerosos e importantes del área.

Para llegar a las aguas superficiales del Río Gualabo, la mayoría de los pobladores de los Caseríos de Loma del Chile y Piedra Luna tienen que caminar entre una hora y dos horas por veredas privadas, ya que no se registran calles públicas. Estas veredas tienen inclinaciones de hasta el 70%, haciendo dificultoso poder llegar hasta las aguas del río.

La carretera que comunica a Guatajiagua con los caseríos de Maiguera Abajo y El Volcán tiene una longitud de 8 Km. desde Guatajiagua hasta el caserío El Volcán. Dicha carretera también es de nivel terciario, pero esta en condiciones bastante más deterioradas. En el verano la carretera es transitable en vehículo de doble transmisión, y en el invierno por lo general no se puede transitar con ningún tipo de vehículo.

En la parte oriente del Río Gualabo, desde el centro urbano de Yamabal se inicia una carretera de nivel terciario que conduce hasta la ciudad de San Miguel, de igual manera del centro de Guatajiagua inicia una carretera del mismo nivel que atraviesa el río en San Bartolo y se une con la carretera que conduce de Yamabal hasta San Miguel.

Vivienda

En la microcuenca existen alrededor de 615 viviendas habitadas, de las cuales existen 47 viviendas cuyos propietarios residen en EEUU y otras son de uso variado, incluyendo galeras para ganado o bodegas pequeñas. La población en un 87% posee casa propia, predominando la estructura de adobe y bahareque en un 67%, en un 21% de sácate jaragua y caña de maicillo (ranchos) y solo un 12% construcción de sistema mixto (ladrillo), mayoritariamente en la zona sur.¹⁹

Fuentes y niveles de ingreso

Las principales fuentes de ingreso provienen tanto de la siembra de granos básicos (maíz, maicillo, y frijol), como del cultivo del café e incluso de cultivos alternativos como la piña y diversas hortalizas, al igual que de la crianza de cerdos y aves de corral, y de la ganadería, la cual tiene tradición en la zona.²⁰

La producción en la zona presenta las siguientes características generales:

1. La producción es por lo general de carácter familiar.
2. La producción se da en pequeñas parcelas agropecuarias.
3. La producción ganadera es semi-comercial, ya que una parte se destina al consumo de subsistencia familiar.

También existen otros tipos de actividades y fuentes de ingresos no agropecuarias, como son principalmente la del comercio, tanto formal como informal, así como de producción de artesanías de barro (principalmente en Guatajiagua), y otras de carácter más marginal: Hay familias que se dedican a la elaboración de pan de forma temporal, mientras que algunas familias envían a sus hijas a realizar trabajos domésticos fuera de la comunidad, especialmente a los centros urbanos de Gotera y San Miguel.²¹

¹⁸ CODECA, PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUALABO, GUATAJIAGUA, YAMABAL Y SENSEMBRA. 2003 –2007. Primer Borrador, Marzo 2003.

¹⁹ CODECA, PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUALABO, GUATAJIAGUA, YAMABAL Y SENSEMBRA. 2003 –2007. Primer Borrador, Marzo 2003.

²⁰ Ob. Cit.

²¹ Ob. Cit.

Otro ingreso significativo lo componen las remesas familiares, ya que el 28% de las familias de la zona manifestaron contar con por lo menos un familiar en los Estados Unidos que envía remesas para el sostén de su familias.²² En una encuesta realizada por CODECA como parte de un Diagnóstico Rural Participativo (DRP), las familias manifestaron que recibían con que frecuencia la cantidad promedio \$150.00 mensual; es importante resaltar que las condiciones de vida de los reciben remesas es diferente y se evidencia con facilidad (poseen electro-domésticos, vehículos etc.).²³ Los ingresos promedio por familia se caracterizan en tres niveles (bajo, medio y alto):

El nivel bajo: Este sector es el 40% de la población, lo constituyen las familias que venden su fuerza de trabajo como único medio para subsistir y las familias que poseen menos de una manzana de terreno de propiedad. El salario promedio es de 25 colones por jornal de 6 horas sin horario de comida de 6 am, a 2 pm. El trabajo agrícola es eventual, al ser consultados los productores coincidieron que el promedio de tiempo trabajado es de 6 meses al año. Los ingresos son de 3,600 colones anuales en promedio.

El nivel medio: Este sector es el 40% de la población, lo constituyen las familias que cuentan con su parcela de 1 a 3 manzanas de tierra con producción de maíz, maicillo, y frijol, así como aves de corral y cerdos. El nivel medio de ingreso es de 600.00 colones mensuales con un promedio de 7,200.00 colones anuales.

El nivel alto: Este sector es el 20% de la población, lo constituyen las familias que producen maíz, maicillo, frijol, piña, café, aves y cerdos, o mantienen sus 5 a 10 cabezas de ganado, y además los que reciben remesas familiares. El ingreso es de 1,722.00 colones mensuales con un promedio de 20,665.00 colones anuales.

Sistemas Productivos

Estructura de las unidades productivas

La mayoría de los productores de la microcuenca, son pequeños propietarios de parcelas con un promedio aproximado de 3.5 manzanas. Sin embargo, el tamaño de las propiedades varía en un rango bastante amplio que comprende pequeñas parcelas o minifundios de media manzana o menos, así como propietarios de fincas de café con extensiones mayores a las 40 manzanas, incluyendo a cooperativas del sector reformado, y grandes ganaderos.²⁴

Características de la producción

Las parcelas del rango de 3.5 manzanas a menos de 0.5 manzanas se dedican principalmente al cultivo de granos básicos (maíz, frijol y maicillo) en la zona media y baja, al igual que a la ganadería, mientras que en la zona alta de la microcuenca se da el cultivo de café bajo sombra y más recientemente, parece estar ganando espacio la frontera agrícola para granos básicos, tanto de arrendatarios como de usurpadores, así como el avance del cultivo de guineo, sobre espacios de fincas de café no cultivadas y predios en descanso. Esta modificación en el cambio de uso, se viene dando principalmente como consecuencia de la depresión de los precios del café durante los últimos años, que ha hecho que muchos propietarios no trabajen sus fincas.²⁵

²² Diagnóstico Rural Participativo Microcuenca Río Gualabo, Guatajiagua, Yamabal, Morazán. CODECA, 2001.

²³ CODECA, PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUALABO, GUATAJIAGUA, YAMABAL Y SENSEMBRA. 2003 –2007. Primer Borrador, Marzo 2003.

²⁴ Ardon Mejía, Mario y Barrantes, Gerardo. “Experiencia de Acción Piloto de PSA Microcuenca Río Gualabo, Municipio Yamabal, Morazán, El Salvador.” Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), Tegucigalpa, Junio 2003.

²⁴ Ob. Cit.

²⁵ Ob. Cit..

Problemas ambientales y sociales

- 1- Pese al abundante recurso hídrico existente en la zona de Guatajiagua, Yamabal y Sensembra, uno de los principales problemas es el bajo o deficiente servicio de agua potable que tiene la población. Los sistemas de agua existentes no dan cobertura a todas las comunidades, solamente el 34.0% de las viviendas tienen acceso a un sistema de agua potable, la población del resto de las viviendas se abastecen de agua de otras fuentes como pozos, directamente del río y de nacimientos, lo que permite garantizar la potabilización del agua para consumo humano.
- 2- Existe un conflicto por acceso al agua, este conflicto es entre la población de la parte baja de las cuencas y los regantes, los usuarios de los sistemas de agua potable y ganaderos de la zona alta. El conflicto se genera debido a la falta de un marco que regule los diferentes usos y distribución del agua.
- 3- La mayoría de los agricultores productores que hacen usos del agua del ríos para riego no son miembros de las dos asociaciones de regantes existentes en la zona por lo que se hace mas difícil el control del uso del agua que hacen estos productores. Además no acatan las normas y medidas de la Ley de Riego y Avenamiento y no pagan los impuestos a las alcaldías correspondientes.
- 4- Otro de los problemas está relacionado con la producción agropecuaria. Entre estos la falta financiamiento, créditos y tasas altas por los créditos, insumos caros, bajos precios de los productos y cultivos no rentables, falta de asistencia técnica, plagas, enfermedades y falta de transporte para la comercialización de la producción. Entre los problemas relacionados con esta actividad económica, se señalan los de tipo ambiental: baja productividad por suelos gastados, erosión de los suelos, quemadas y talas de árboles.
- 5- Falta un plan de desarrollo turístico en la zona, que permita la gestión de la infraestructura básica necesaria, promover la oferta cultural y ambiental dentro de la ruta turística “ruta de la Paz” a nivel nacional.
- 6- El 80% de las familias de la zona se encuentran en condiciones de pobreza, situación que se agrava con el deficiente servicio básico de salud y educación. Aproximadamente, el 66% de las viviendas rurales poseen letrinas y solo en el área urbana de Guatajiagua hay un sistema de recolección de basuras, además no tiene un tratamiento final adecuado, esta queda a cielo abierto en el mismo municipio. Las tres principales causas de enfermedad son las infecciones respiratorias, las infecciones gastrointestinales y las anemias, las cuales están muy relacionadas a las condiciones higiénicas de alimentación.
- 7- En la cuenca del río Gualabo, la mayoría de las propiedades oscilan entre 3.5 y 5 mz y el 80% de los productores no tienen legalizadas sus propiedades, lo que dificulta el establecimiento del SCPSA.
- 8- Los estudios sobre población indígena en El Salvador indican la existencia de habitantes indígenas en los municipios de Sensembra y Guatajiagua, y las condiciones de vulnerabilidad social en que se encuentra dicha población. Sin embargo, según informantes claves esta población no está localizada como comunidad en un determinado territorio, por lo que resulta difícil orientar programas que beneficien directamente a la población indígena, sobre todo para los que se encuentran en las zonas rurales de los municipios. Según los estudios a nivel nacional el 76.0% de la población indígena no tienen acceso a tierra.

Situación actual del recurso hídrico

La cuenca puede dividirse en cuenca alta caracterizada por pendientes mayores de 30% y con elevaciones superiores a los 1200 msnm. Cuenca media, con pendientes mayores del 10% e inferiores al 30 % y elevaciones entre 300 – 1200 msnm. Cuenca baja con pendientes inferiores al 5% y elevaciones inferiores a los 300 msnm. Esta subdivisión permite distinguir tres zonas diferenciadas en función de su vocación agrícola y del comportamiento del ciclo hidrológico en la cuenca, permitiendo la proyección de medidas destinadas a la conservación y mejor aprovechamiento de recurso hídrico.

Actualmente la cuenca se encuentra en un acelerado deterioro de sus suelos y de sus recursos hídricos debido a la tala indiscriminada y quemas de áreas boscosas, con el objetivo de expandir la frontera agrícola mediante la siembra de cultivos tradicionales y temporales.

Esto ha repercutido en una notoria disminución de la capacidad de recarga acuífera así como de las fuentes de agua o nacimientos propios de la cuenca media, que abastecen mediante sistemas de abastecimiento por gravedad, a caseríos y cantones aledaños, tal como son el caso de los nacimientos “El Volcán” que abastece a 100 familias, “Quebrada Loma El Chile” que abastece a 120 familias y captación “La Guaruma” que abastece a 80 familias.

Para evitar la continuación de este proceso de deterioro, se hace necesario la preservación del bosque existente y la utilización adecuada del suelo mediante la aplicación de proyectos encaminados a potenciar una nueva estructura de uso de suelo tal como la que se propone más adelante.

Por otra parte, en los últimos años se ha agudizado la capacidad de aprovisionamiento de agua para riego en verano debido a la disminución de los caudales base y de la inadecuada operación y sistema de embalses existentes en el río Gualabo, de tal forma que los usuarios aguas arriba, muchas veces ocasionan interrupciones en el caudal circulante y en la dotación hacia otros usuarios aguas abajo, afectando gravemente el entorno ecológico y ambiental de la cuenca y generando crisis entre las asociaciones de regantes.

En ese sentido, uno de los propósitos del balance hídrico y la evaluación de las condiciones de demanda es verificar el déficit hídrico en el verano y estimar el almacenamiento requerido, tanto para las condiciones actuales, como para las condiciones futuras que integren proyectos agropecuarios y de desarrollo de la zona, consistentes en el incremento mínimo de 200 manzanas de cultivo agrícola.

III. Delimitación de cada sitio de estudio

La cuenca del río Gualabo, tal como se menciona en apartados anteriores, se ubica entre las coordenadas de 583125 y 589,400 de longitud y entre las coordenadas de 279,100 y 292,000 de latitud, comprendiendo un área de 27.14 Km² tal como se presenta en el plano topográfico anexo. Esta área supone un ligero incremento a la determinada por el estudio de PASOLAC (24.50 Km²), dado la necesidad de incorporar las amplias zonas de los valles de Guatajiagua y Yamabal que se sitúan en la parte baja de la cuenca y que constituyen una importante área de desarrollo potencial para los municipios.

Ubicación Político-Administrativa

En términos político-administrativos la cuenca del Río Gualabo la comparten tres Municipios: Guatajiagua, Yamabal y Sensembra.²⁶ El curso del río es la división entre los dos primeros (Guatajiagua, Yamabal), y Sensembra abarca sólo pequeñas extensiones en las proximidades de la divisoria de aguas del lado de la margen izquierda.

Una breve descripción de las áreas de la micro cuenca por municipio, se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11. Descripción del área de la micro cuenca del río El Gualabo, por municipio.

Municipio	Observaciones
Guatajiagua	A este municipio le pertenece toda el área que drena al río por la margen derecha, la que esta integrada por cuatro Cantones: El Volcán, El Sirigual, Manguera y San Bartolo.
Yamabal	A este municipio le pertenece casi toda el área que drena al río por la margen izquierda, la que está integrada por tres Cantones: Joya del Matazano, Loma El Chile y San Juan..
Sensembra	A este municipio le pertenece una porción reducida del área que drena al río por la margen izquierda y pertenece al Cantón El Limón. El terreno que pertenece a este municipio está ubicado en las proximidades de la divisoria de aguas y, por su tamaño y la inexistencia de población, no es muy importante para los propósitos de este estudio.

Fuente: PASOLAC/DGRNR/MAG (2001)

En la microcuenca están situados los siguientes Caseríos: El Volcán, Manguera Abajo, El Llano, San Bartolo, Relumbrón, Gualabo, Piedra Luna, Loma del Chile, e Izletas.

²⁶ PASOLAC/DGRNR/MAG (José Roberto Handal, Hugo Arsenio Lone y Mario Ernesto Lobo). DIAGNOSTICO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA DEL RIO EL GUALABO DE MORAZAN. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), Servicio de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Septiembre 2001.

IV. Uso actual y capacidad de uso de la tierra

Uso actual

Entre los usos productivos de importancia se han identificado: La ganadería, los pastos naturales, el café, el henequén, el maíz, maicillo y frijol, y otros cultivos de hortalizas y frutales en pequeñas extensiones dispersas en distintos sitios.²⁷ El siguiente cuadro provee un resumen de las coberturas y cultivos que se ubican en el espacio de la microcuenca del río Gualabo:

Cuadro 12. La distribución del espacio en la microcuenca

Tipo de Agroecosistemas	Area has
Bosque latifoliado	53.43
Café con sombra	107.50
Caña de azúcar	45.17
Cereales (maíz)	106.77
Matorral	1,307.69
Pasto con matorral	629.81
Pasto natural	200.52
Total	2,350.89

Fuente: PASOLAC/CBM (2003)

Uso potencial

En el cuadro 13, se resume la distribución de suelos por su clasificación agrológica, para la microcuenca del Río El Gualabo:²⁸

Cuadro 13. Distribución de las Clases de Suelo en la microcuenca del río El Gualabo.

Clase de Suelo	Área (Ha) ²⁹	Porcentaje en la Microcuenca
II	13.62	0.55
III	25.40	1.03
IV	51.73	2.11
V	370.31	15.11
VI	107.51	4.39
VII	1,058.59	43.21
VIII	819.58	33.45
Totales	2,446.74	99.85

Fuente: PASOLAC/DGRNR/MAG (2001)

El cuadro 13 es indicativo de las condiciones existentes en la microcuenca, de modo que el uso más adecuado para la misma, debe ser casi exclusivamente para cultivos permanentes, ya que se tienen severas restricciones para cultivos anuales, sobre todo si se consideran cultivos de terreno limpio. Entre los cultivos permanentes se pueden tener una extensa variedad que incluyen árboles frutales y maderables; café; piñas y pastizales.

²⁷ Ob. Cit.

²⁸ Ob. Cit.

²⁹ No incluye el área urbana, la cual es el 0.15 % de área de la microcuenca.

V. Geología, topografía y suelos

Geología.

La geología del área que comprende la microcuenca del río Gualabo, esta conformado en su mayor parte por rocas volcánicas que van del periodo terciario superior (Plioceno) al Cuaternario inferior (Pleistoceno).

La parte alta de la micro cuenca está compuesta por efusiones basalto andesíticas, del cuaternario, sobre efusiones del mismo tipo del terciario.

Considerando las características de los materiales que conforman la micro cuenca, la forma en que están dispuestos y la topografía, se induce la existencia de un sistema de fallas tectónicas, tales que, unas tienen una orientación Nor Oeste – Sur Este y, otras, Nor Este – Sur Oeste³⁰. El mapa geológico correspondiente se presenta como anexo.

Geomorfología.

La geomorfología de la microcuenca ha sido determinada por el volcanismo, el tectonismo, las precipitaciones y por fenómenos reductores, en los que estos últimos se han originado por movimientos telúricos y por condiciones de precipitación excepcionales. De hecho, los fenómenos reductores han afectado considerablemente el cráter de la estructura volcánica conocido como cerro Cacahuatique, desde cuya cúspide se inicia la micro cuenca de nuestro interés. Los mapas de elevación y pendientes correspondientes al área de Estudio se presentan como anexos. La morfología de una cuenca hidrográfica incluye características físicas, topográficas y geométricas; particularmente importantes para establecer gran parte del comportamiento hídrico superficial y subterráneo, de la misma, por medio de indicadores que tienen que ver con la forma o bien que consideran otros parámetros de importancia de la cuenca, como longitud de drenajes, pendiente media, etc.

En el siguiente cuadro se resume parte de las características principales de la microcuenca en estudio:

Cuadro 11: Características Geomorfométricas de la micro cuenca del río El Gualabo.

Área (Km ²)	Perímetro (Km)	Longitud de cauces (Km)	Longitud de la cuenca (Km)	Ancho de la cuenca (Km)	Índice de forma	Densidad de drenaje (Km/Km ²)
24.50	27.67	27.95	12.40	3.20	0.11	1.03

Fuente: PASOLAC/DGRNR/MAG (2001)

Los indicadores del cuadro y otros tales como la pendiente del cauce principal (7.49 %) y la relación de elongación (0.475), son indicativos de que la microcuenca tiene pendientes fuertes y relieve pronunciado.³¹

Suelos.

En términos generales los suelos son de tipo LATOSOLES DE ARCILLO ROJIZO y LITOSOLES. ALFISOLES, (fase pedregosa superficial de ondulada a montaña muy accidentada) GRUMOSOLES, LITOSOLES y LATOSOLES ARCILLO ROJIZOS y ALFISOLES (fase casi a nivel, a fuertemente alomada)

Tienen una pedregosidad de moderada a alta, con pendiente del 5% al 70%, con mayor frecuencia, con una profundidad que va de 0 a 30 ctms.

Estos suelos por sus características son de vocación forestal, pero en su mayoría son cultivados de granos básicos, provocando un deterioro sustancial.

³⁰ Según PASOLAC/DGRNR/MAG, este sistema de fallas no está identificado en el mapa geológico, pero es muy evidente su existencia en el campo. Ob. Cit.

³¹ Ob. Cit.

La mayoría de los suelos a perdido su fertilidad, sufren un deterioro bastante considerable, son suelos bastante contaminados por el uso de agroquímicos que se usa sin ningún control ni criterio técnico con la intención de que las cosechas produzcan mas.

Consideraciones hidrogeológicas sobre el cerro Cacahuatique y la cuenca del río Gualabo

Este edificio volcánico se ubica en el Entre País Montañoso de la Depresión Central de El Salvador, y el cráter central ya ha desaparecido, asimismo, mucho de los rasgos propios del edificio volcánico; y el término geomorfológico de cerro se ajusta a su aspecto exterior, pero no a su génesis. En efecto, el volcán Cacahuatique es un relicto volcánico (tipo Estromboliano) del Terciario superior -Plioceno- (Fm. Bálsamo), el cual, según parece, tuvo una reactivación en el Cuaternario -Pleistoceno- (Fm. Cuscatlán). Yace sobre una base volcánica del Terciario medio -Eoceno-Oligoceno- (Fm. Morazán). Desde el Cuaternario inferior ha estado inactivo, en un proceso de desgaste de masa y profundización de la meteorización, a tal grado que, en ciertos sectores, el proceso de laterización ha dejado un subsuelo rojizo rico en óxidos ferrosos, aluminio y sílice (Fotos 5, 6, 7: Geología) y con escasas trazas de los otros elementos constituyentes, como Ca, K, Mn, Mg; los minerales originales han sido transformados en arcillas, pero manteniendo las formas originales. El resultado es un suelo empobrecido de nutrientes y poco desarrollado, susceptible a la rápida erosión y difícil recuperación. Algunos de los elementos, como el Mn y el Mg, pueden ser encontrados entre las fracturas de las rocas, a manera de pátinas oscuras (Foto 26: Geología).

Dada la naturaleza y las condiciones del subsuelo del Cerro Cacahuatique, así como el hecho de que se constituye en la parte alta de la cuenca del río Gualabo, en términos hidrogeológicos la infiltración es difícil y lenta, y más bien parece predominar el escurrimiento superficial, aun cuando, hay evidencias de pequeños nacimientos y manantiales, probablemente del tipo colgado. La densa vegetación encubre el escurrimiento superficial y en el parte aguas, las fuertes pendientes y lo disectado del terreno parecen sugerir una importante pérdida de masa y posterior arrastre a las partes bajas de la cuenca, como en los llanos (Guatajiagua). La formación de Pié de Monte puede ser importante por igual.

La parte media de la sub-cuenca está por igual, constituido por rocas volcánicas del Terciario medio-superior del Entre País Montañoso, fracturados, meteorizados, y, por ende poco, poco permeables. Los altos escarpes a manera de Mesas, pueden ser Ignimbritas (Fm. Chalatenango), los cuales tienen pobre permeabilidad primaria, pero si permeabilidad secundaria (debido a fracturas de enfriamiento). La parte media probablemente no se ve beneficiada del agua infiltrada de la parte alta dadas las características del terreno y la profundidad del nivel freático.

Las partes bajas de la cuenca parecen ser una depresión tectónica, con abundante acumulación fluvio-lacustre entremezclado con secciones volcánicas recientes del Holoceno. La abundancia de materiales volcánicos sueltos en este sector debe al desgaste de masa de las partes altas y el posterior acarreo de los clastos a lo largo de las diferentes fuentes fluviales. La abundancia de agua en la parte baja de la sub-cuenca debe, muy probablemente, a la importante infiltración secundaria, propia de una zona volcánica, proviniendo de la parte media y alta.

En esencia, los terrenos altos (Cacahuatique) son un entorno frágil, y debe su estabilidad a la presencia de una vegetación natural; pero de modificarse por la siembra de café, o cultivos como maíz y frijol, puede dar a lugar a condiciones de inestabilidad.

VI. Sistemas de producción utilizados

CULTIVO DE MAÍZ

El maíz se siembra en su mayoría en laderas, y es cultivado en un 100 % por todas las familias en diferentes dimensiones, las inclinaciones donde se cultiva van desde 10 al 60 %, el método es a través de macanazos con distancias aproximadas de 30 centímetros e igual distancia entre surco y surco, no se siembra a curvas a nivel, se siembra cruzado. En muchos casos se practica cultivos migratorios.

A nivel general el promedio de siembra es de media manzana, con rangos desde 2 tareas hasta 3 manzanas. El promedio de producción es de 18 qq por manzana, con rango de 12 qq hasta 22 qq.

La semilla que comúnmente se utiliza es criolla, y las actividades básicas del cultivo son: Chapoda frecuentemente se utiliza herbicidas y para el control de plagas se utiliza pesticidas altamente tóxicos, siembra, fertilización, (se realiza una sola fertilizada 4 qq. de abono por manzana especialmente formula y sulfato), limpia de cultivo, dobla, tapiscado, destuse y desgrane, almacenamiento.

La mayoría usa trojas para el almacenamiento de la cosecha, fabricadas de horcones y tablas en forma de cajón, solo un 10% cuenta con silos metálicos.

La comercialización se realiza comúnmente en los centros urbanos(Gotera, Chapeltique, San Miguel)

CULTIVO DE MAICILLO

El cultivo de maicillo lo practican un porcentaje significativo del 60% de los productores con rangos de 2 tareas de manzana, hasta una manzana, este producto es básicamente para mantener la crianza de especies menores (cerdos, gallinas, chumpes) y una parte insignificante para vender. Este cultivo se produce en asocio con el maíz, la fertilización se realiza en lo mínimo, las actividades son siembra y recolección de cosecha, aporreo y almacenamiento.

La producción promedio es de 16 qq, por manzana con rangos de 12 qq hasta 20 qq, cuando el invierno ha estado bueno.

CULTIVO DEL FRÍJOL

La producción de fríjol la realizan en menor cantidad de productores ya que no todas la tierras son aptas para este cultivo según conocimiento empírico de los productores.

El promedio de productores que cultivan fríjol es de un 60% con un promedio de siembra de 2 tareas, con rango desde 1 tarea hasta 1 manzana. El promedio de cosecha es de 1 qq por tarea, haciendo un total de 16 qq por manzana, con rangos de 14 qq hasta 20 qq.

La mayoría de productores el fríjol lo siembran en asocio con maíz o maicillo y la semilla utilizada es criolla. Las labores son: limpia de parcela, siembra, fertilización con foliar (2 litros por 3 tareas), riego de insecticida en su mayoría Volatón (un litro por 3 tareas), recolección de cosecha, aporreo y almacenamiento.

La producción en su mayoría es para el consumo en un 60 % promedio por familia y el resto de qq son comercializados, generalmente en Ciudad Barrios.

CULTIVO DE CAFÉ

El cultivo de café lo practican en un área geográfica de 60 manzanas con un promedio de 1.5 de manzana, que son las familias que poseen mas tierras, con un rango de 0.5 manzana hasta 8 manzanas, el promedio de producción es de 12 qq oro por manzana, la variedad en su mayoría es Borbón, es una plantación vieja, pero hay esfuerzo por repoblar con nueva plantación de variedad pacas.

Este cultivo recibe asistencia técnica de PRO CAFÉ y muchos productores están afiliados a la Cooperativa de Ciudad Barrios por que de alguna manera reciben algún beneficio, comercialización, créditos anuales y alguna asistencia técnica.

VII. Análisis financiero de los usos actuales de la tierra

Granos básicos.

El siguiente cuadro presenta los datos de rentabilidad para cada uno de los cultivos de granos básicos identificados en la cuenca del río Gualabo.

GRANOS BASICOS	A Ñ O 2 0 0 3			
	Rendim.	Costo	Ingreso *	Rel. B/C
Maíz Tradicional	45.7	406.9	432.0	1.06
Frijol de mayo (solo)	14.9	404.9	462.9	1.14
Sorgo Tradicional	26.3	230.5	264.5	1.15

* Tomado de precios promedio mensuales al productor de granos básicos, PNODT (2002).

Fuente: Con base al Anuario de Estadísticas Agropecuarias y Manual de costos de producción, DGEA, 2003.

En el cuadro anterior se establece que todos los cultivos actuales de la zona presentan poca rentabilidad. Aunque los rendimientos utilizados corresponden al país en general, es de esperarse este tipo de situación en toda la zona de análisis, ya que el potencial de la tierra no es adecuado en términos de la pendiente, profundidad, estructura del suelo y clima, para hacer de estos cultivos, sistemas verdaderamente rentables; por lo que se considera que los rendimientos obtenidos, pueden incluso ser menores a los utilizados. El cultivo del frijol es demandante de calidad de suelos y las áreas aptas son reducidas.

Es de hacer notar que para alcanzar la rentabilidad de estos cultivos será necesario de un incremento sustancial en los costos de producción, debido a la necesidad de usar prácticas de manejo y conservación de suelos; en caso contrario, los niveles de rentabilidad tenderán a la baja, con el consiguiente deterioro de las tierras.

Caficultura.

El siguiente cuadro, muestra la estructura general de costos para el sistema cafetalero identificado en la zona, con base a la altura del mismo.

COMPOSICIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN POR MANZANA DE CAFETAL ESTABLECIDO

CONCEPTO	JORNAL	VALOR JORNAL	VALOR ACTIVIDAD	SUB-TOTAL ¢	TOTAL ¢	TOTAL \$
A. COSTOS DIRECTOS						
1. FASE AGRÍCOLA						
1.1. Insumos						
111. Siembra o Resiembra			0.00			
112. Mantenimiento de Cafetal			0.00			
113. Control Sanitario			10.59			
114. Nutrición			84.09			
115. Otros			0.00			
Sub-Total				94.68		
1.2. Mano de Obra						
121. Siembra o Resiembra	0.33	27.85	9.19			
122. Mantenimiento de Cafetal	2.60	28.17	73.24			
123. Control Sanitario	8.55	28.11	240.36			
124. Nutrición	0.68	27.93	18.99			
125. Otros	0.00	0.00	0.00			
Sub-Total				341.78		
Total Fase Agrícola					436.46	49.88
2. FASE RECOLECCIÓN						
211. Cortadores			623.79			
212. Caporales	0.61	33.14	20.21			
Sub-Total				644.00		
Total Fase Recolección					644.00	73.60
3. TRANSPORTE						
311. Transporte Café			8.84			
312. Insumos y Otros			4.38			
Sub-Total				13.22		
Total Fase					13.22	1.51
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					1,093.68	124.99
B. COSTOS INDIRECTOS						
4. GASTOS ADMINISTRATIVOS					238.18	27.22
4.1. Personal						
4.1.1. Empleo Permanente					208.25	23.80
4.1.2. Empleo Temporal					5.16	0.59
4.1.3. Prestaciones Legales					0.00	0.00
4.2. Servicios						
4.2.1. Luz, Teléfono y Agua					23.01	2.63
4.3. Papelería y Suministros de Oficina						
4.3.1. Papelería y Suministros de Oficina					1.75	0.20
4.4. Otros						
4.4.1. Otros					0.00	0.00
SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS					238.18	27.22
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					1,093.68	124.99
TOTAL GENERAL					1,331.86	152.21

Fuente: PROCAFE.

Esta estructura de costos supone un rendimiento del sistema de 5.37 QQ oro/mz. El precio promedio anual del quintal oro en el mercado internacional, según el informe de mercado internacional de precios y promedio de cierre a futuro del café, es de \$34.12 (bajío) para el primer semestre de este año, de manera que con dicho rendimiento se obtiene un ingreso total de \$183.2.

Este valor de ingreso total, nos permite estimar una relación beneficio-costos de 1.2. Aunque esta relación no es del todo atractiva, si representa una alternativa de producción que eventualmente genere ingresos para los caficultores de la zona. Es importante aclarar que actualmente se está experimentando un alza en el precio internacional de este cultivo, el cual podría ser más rentable si se pensara en producir con valores agregados en términos de certificación de la producción, caficultura orgánica, café gourmet, etc., a fin de segmentar el mercado y obtener mejores precios de venta.

El análisis de los costos promedio de los usos actuales de la tierra se presenta de forma sintética en el siguiente cuadro:

Actividades productivas relevantes, relacionadas con el uso de la tierra actual	Rentabilidad promedio de producción de la actividad desarrollada ^{1/}
❖ Café	Café tradicional (semitecnificado): \$30.99 / Mz
❖ Granos Básicos	Maíz tradicional (semitecnificado): \$25.10 /Mz Frijol de mayo: \$58.00 /Mz Sorgo: \$34.00/Mz

1/ Costos tomados de PROCAFE para café y del Informe Final del Programa Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, 2001, para granos básicos

VIII. Impactos ambientales de los usos actuales de la tierra

Los usos de la tierra tienen una gran incidencia en el comportamiento del ciclo hidrológico y la determinación del balance hídrico, en tanto afectan directamente la capacidad de infiltración de los suelos, la evapotranspiración real y el escurrimiento superficial. Así, se tiene que un suelo con alta cobertura vegetal potenciará una notable disminución de la evaporación directa y un incremento en la intercepción superficial del escurrimiento laminar propiciando consecuentemente la infiltración, lo cual favorece el incremento de la humedad del suelo y del flujo subsuperficial y subterráneo. De igual forma, suelos con una cobertura vegetal muy pobre o inadecuada, incidirán negativamente en el comportamiento de dichos parámetros y en la conservación de los recursos hídricos.

La microcuenca en su conjunto manifiesta un alto grado de degradación, ha sido intervenida la cobertura boscosa en su totalidad y se conservan remanentes (30%) de esta cobertura constituida por cultivos de café, cercas vivas, algunos bosques de galería a la orilla del río, quebradas y parches de la zona alta, con regeneraciones de cobertura donde predominan árboles y arbustos de manzana rosa. Se reporta la ocurrencia de inicios de cárcavas potenciales y deterioro del cauce del río.³²

Al realizar el análisis comparativo de los usos de los suelos con respecto a su capacidad productiva, se puede establecer que el uso no es adecuado en cuanto a su vocación, dado que se están haciendo cultivos anuales intensivos en suelos que son aptos para cultivos permanentes, el mal uso provoca el incremento de los fenómenos reductores (erosión y deslizamientos), así como la disminución de nutrientes y el empobrecimiento de los suelos.

Quemas

Una de las actividades que incrementa el riesgo por deslizamientos son los incendios o quemas en áreas de cultivo tradicional en las laderas. Esta práctica no solo da lugar a la erosión de los suelos sino también pone en peligro zonas de bosques y cafetales, incrementando por tanto, el riesgo de deslizamientos de tierra de las partes que ya están tipificadas como de alto riesgo. Así mismos existe el riesgo de deslizamiento en las mismas laderas en las que se cultivan.

IX. Climatología y balances hídricos de los usos actuales de la tierra

Climatología.

Los datos obtenidos, por más de 50 años, por el Servicio Meteorológico Nacional, relativos a la temperatura y a la precipitación, permiten afirmar que estos parámetros son, en cada parte de El Salvador, función de la altitud y de la ubicación dentro del territorio, variables que no tienen incidencia con relación a los movimientos atmosféricos generales, tales como las influencias de los "huracanes" y de los "nortes", fenómenos que establecen las condiciones del clima cuando se presentan en la región centroamericana. El Salvador y los otros países de Centro América, en lo relativo a los aspectos climáticos está influenciado sustancialmente por los océanos y los movimientos atmosféricos del norte, siendo los fenómenos locales de menor importancia cuando prevalecen estos eventos generales.

Por otra parte, y por estar ubicado en la parte exterior del cinturón climático tropical, El Salvador registra condiciones de temperatura de muy bajas fluctuaciones durante todo el año, ocurriendo las máximas variaciones en el transcurso de un día (> 25° C, entre el día y la noche para cualquier punto del territorio), contrariamente a lo que sucede en otras latitudes cuyas variaciones extremas se dan entre estaciones climáticas. Generalmente, las máximas temperaturas en el país se registran en los meses de marzo y abril, mientras que las mínimas entre diciembre y enero.

³² Ob. Cit.

Los vientos son predominantemente NE de baja velocidad, excepto cuando se tiene influencia de los huracanes (generalmente del Atlántico) o de los "nortes" (provenientes de las latitudes altas del hemisferio Norte), cuyos registros de velocidad máxima son mayores a los 100 kilómetros por hora en gran parte del país, según refieren datos específicos monitoreados por el Servicio Meteorológico Nacional.

Temperatura.

En general, El Salvador, presenta un régimen de variación anual de temperatura de manera que las máximas se dan en marzo y abril, mientras que las mínimas se registran en diciembre y enero. Esta situación, por tanto, no es diferente en la zona de estudio, donde por término medio la temperatura mínima absoluta observada es del orden de los 10° C y la máxima absoluta es del orden de los 40° C, en toda la microcuenca. La diferencia entre la máxima y la mínima temperatura (considerando los extremos entre el día y la noche, en los meses de la época lluviosa), es mayor a los 22° C, lo que explica, en parte, las condiciones de precipitación existente en la zona. En general, la distribución de las precipitaciones en el área de la microcuenca se explica, además, por los gradientes de temperatura entre la parte baja y la parte alta de la misma, y, por la dirección predominante de los vientos interactuando con las condiciones orográficas.

En la zona de nuestro interés se han registrado valores de temperatura máxima absoluta comprendidos entre los 35.7 y los 42.5° C, así como de los 10.6 a los 12.5° C como temperatura mínima. En el 75 % de los casos, las temperaturas mínimas se han registrado en diciembre, mientras que las máximas en abril.

Una observación de interés es que, en todo El Salvador y por consiguiente en la zona de estudio, las temperaturas máximas son cada vez mayores y las mínimas son cada vez menores, lo que es coherente con la problemática del cambio climático y con las diferencias de calor específico existentes entre la tierra firme (en este caso porque los materiales predominantes en la microcuenca son rocas) y el océano³³. Esta condición entre las diferencias de temperatura permite asegurar que las precipitaciones serán más altas en el futuro inmediato y mediano, cuando se tengan años húmedos, mientras que las sequías serán más críticas cuando se tengan años secos. Es más, aún cuando se tengan condiciones de sequía, los volúmenes de precipitación tenderán a concentrarse en pocas tormentas, de modo que se tendrán exceso de lluvia en casos muy puntuales. La proporción de incremento y disminución de las precipitaciones en la zona, se presentan más adelante en el apartado correspondiente.

Es de esperar, de acuerdo con los resultados del estudio de Centella, que las variaciones del incremento de temperatura combinadas con las precipitaciones estén en el rango de 0.95 a 4.30° C, para los períodos de secas; y, de 0.70 a 2.85° C, para períodos normales, durante las estaciones lluviosas desde el año 2020 al 2100.

Presión Atmosférica.

Al igual que para la mayor parte de parámetros, los datos de la presión atmosférica presentados en este estudio, son los correspondientes a la red nacional establecida para tal efecto, ya que no es posible la creación de una red específica para este proyecto.

Los registros mencionados, han sido extrapolados, ya que no existen datos específicos de la zona. En términos generales, la presión atmosférica, en la microcuenca del río El Gualabo oscila en el rango de 650 y 740 mm de Hg, resultados acordes con las características de la zona.

Humedad Relativa del Aire.

En El Salvador la humedad relativa del aire (HRA), registra los mayores promedios mensuales en las zonas montañosas y en los meses lluviosos, especialmente en septiembre. En la microcuenca de estudio, la situación es similar; mientras que el mes más seco es, febrero. Los mínimos valores suelen ocurrir en cualquier mes de la estación seca, siendo marzo y abril, los que presentan mayor frecuencia al respecto.

³³ PNUD, proyecto ELS/97/G32, Evaluación de los impactos del cambio climático en la zona costera de El Salvador, J. R. Handal, El Salvador, abril de 1999.

Para la zona de estudio, las diferencias son mínimas comparados con los valores más altos, variando los promedios máximos mensuales del 80 al 85 %, durante el mes de septiembre; los registros para el mes de junio son relativamente menores, variando los máximos promedios mensuales del 76 al 83 %. Esta situación se explica por la incidencia de los huracanes durante el mes de septiembre, ya que en el período de sus influencias se da la saturación del aire en todo el país, donde prevalecen condiciones de bajas presiones y de bajas temperaturas que favorecen y alimentan la condensación.

Al igual que en el resto del país, en la microcuenca del río El Gualabo, la HRA presenta su valor más bajo entre las 12:00 y las 15:00 horas del día, por motivos del calentamiento del aire, disminuyendo el contenido de vapor de agua entre el 30 y el 40 % de su valor máximo a las temperaturas que se presentan en ese lapso de tiempo. Al disminuir la temperatura en las horas de la puesta del sol, por el enfriamiento del aire, la humedad relativa aumenta hasta que alcanza alrededor de las 24:00 horas el 100 %, valor que normalmente se mantiene hasta la salida del sol del día siguiente, cuando nuevos incrementos de temperatura aumentan la capacidad del aire para aceptar más humedad y por consiguiente a reducir la cantidad de precipitación en ese lapso, de no existir eventos generales que interfieran.

Con esa marcada tendencia mostrada por la HRA, es evidente que los aportes a las precipitaciones serán determinantes del lado del incremento de las mismas. Todo apunta a indicar que la HRA será más baja en los períodos de tiempo de las mínimas actuales, situación que implica una mayor saturación para temperaturas cada vez menores que se dan después de la puesta del sol y, por tanto, mayor capacidad de condensación e incremento de las precipitaciones. Es de esperar que el incremento referido sea proporcional a la modificación experimentada en la radiación, ya que así lo muestran los resultados de los cambios en la temperatura.

Radiación Solar.

La radiación es generalmente alta, especialmente durante la estación seca. En los meses de marzo y abril, se superan las 400 cal/cm²/día, de acuerdo con registros de datos contenidos en los anuarios meteorológicos del MAG.

Con la estación lluviosa establecida, se dan disminuciones importantes en la radiación durante los meses de junio y septiembre, que presentan los menores valores debido al incremento de la nubosidad, ya que se da una mayor reflexión de los rayos solares. No obstante, los datos muestran que la radiación, en la zona de interés, nunca ha sido menor que las 300 cal/cm²/día.

Como era de esperarse, la luz solar registra valores menores en las elevaciones mayores, particularmente durante la estación lluviosa, debido a la concentración de nubes y el consiguiente efecto de albedo. Los rayos solares son reflejados y se provoca una pérdida de calor, generándose una temperatura más baja en la superficie por debajo de las nubes. Contrariamente, a lo que sucede en la parte baja de la microcuenca, donde se tienen mayores valores de luz y radiación solar, por lo despejado de la atmósfera, debido al establecimiento de la brisa marina y las corrientes de convección generadas por las condiciones orográficas.

Indudablemente, las diferencias existentes en la actualidad se verán ampliadas, de acuerdo con la tendencia mostrada por los datos y como refieren estudios relacionados con el cambio climático, de modo que los valores máximos de la estación seca tenderán a incrementarse, mientras que los mínimos de la estación lluviosa tenderán a disminuir, ambos en el mismo porcentaje que se establecen para las variaciones de temperatura.

El pronóstico no es simple, ya que la radiación varía inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el sol y la tierra, distancia variable en función del tiempo, ya que esa distancia a su vez es función, no sólo de la traslación y la rotación de la tierra, sino también de la precesión y la nutación, entre otros movimientos a considerar del planeta.

En resumen, las tendencias de la radiación y el incremento de la temperatura debido al incremento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), apuntan hacia variaciones de carácter físico y químico del ciclo del agua. Esta situación provocará, por un lado, incrementos en la evaporación del agua del océano, y por consiguiente más agua disponible para precipitación durante la estación lluviosa, cuando el comportamiento de las lluvias tenga un desempeño normal, es decir sin presencia de sequías; y, por otro,

el incremento de los GEI en la atmósfera, ocasionará variaciones importantes en la calidad de las aguas meteóricas, particularmente en su acidez.

Hidrología.

Precipitación.

En términos generales, la precipitación la constituyen todas las formas de humedad proveniente de la atmósfera, las cuales dependen, a su vez, de la latitud del sitio que se trate. Para la microcuenca del río El Gualabo y, en general, para todo El Salvador, la precipitación se presenta como agua lluvia, la cual se manifiesta vertical y horizontalmente.

La precipitación horizontal se tiene cuando la neblina es interceptada por los obstáculos geográficos que encuentran a su paso las nubes o corrientes de aire húmedo, las que en virtud de la reducción de la temperatura debido al movimiento ascendente y a la existencia de la vegetación, se condensan en las finas hojas de los árboles y arbustos, de la zona. Aunque se conoce, por experiencia de otros países, que la precipitación horizontal es un porcentaje considerable de la vertical (del orden del 12 %), en esta zona, ni en el país, no se tienen datos que la cuantifiquen, por lo que en el balance no son incorporados estos valores.

Por lo anterior, los datos de lluvias que soportan el presente estudio corresponden a la precipitación media vertical y son los obtenidos en las estaciones pluviométricas y pluviográficas, de la red nacional, ya que no es posible la creación de una red específica para este proyecto en particular.

La lluvia, como lo muestran los datos registrados por el Servicio Meteorológico Nacional, como ha sido comprobado a través de la experiencia cotidiana y como quedó establecido en el estudio de los escenarios climáticos de referencia (Centella et al), tiene variación cronológica similar en todo el país. Perfectamente se distinguen una estación seca, y una estación lluviosa bien definidas, así como períodos de transición seca lluviosa y lluviosa seca, respectivamente al término de dichas estaciones.

Por término medio, en todo el territorio de El Salvador se distingue un período lluvioso desde mediados de mayo hasta mediados de octubre; le sigue inmediatamente después hasta mediados de noviembre una transición lluviosa-seca; el período de estación seca abarca desde noviembre hasta mediados de abril y; se completa el año hidrológico con la transición seca-lluviosa de mediados de abril hasta el inicio de la estación lluviosa.

Normalmente, el retiro de la estación lluviosa está precedido de "un último temporal", como refieren expertos alemanes que han realizado estudios en el país (Gierloff-Emden y otros), situación que también es del dominio de muchos agricultores y buena parte de la población del país.

Otra observación de interés que se obtiene de los anuarios meteorológicos y relacionada con la estación lluviosa es que de mayo a octubre se concentra más del 92 % de la lámina anual de precipitación en todos los puntos del territorio. Asimismo, los datos de las distintas estaciones meteorológicas muestran que, más del 70 % de la lluvia anual cae entre las 6 de la tarde de un día y las 6 de la mañana del día siguiente, concentrándose alrededor del 92 % de la lluvia total anual en el rango de quince horas (de las 3 de la tarde de un día, hasta las 6 de la mañana de día siguiente), siendo el mes más copioso septiembre.

Durante la estación lluviosa se dan períodos secos en los meses de julio y agosto, situación que alcanza hasta 29 días de duración, cuando no se tienen años de "sequía". A esta situación se le ha conocido como "canícula". Normalmente este fenómeno se da en elevaciones menores a los 800 msnm y está restringido a ciertas áreas del país, particularmente a aquellas zonas donde la roca madre está aflorando o está a escasa profundidad y donde existe una importante manifestación volcánica (efectos de la actividad termal), tectónica (generación de calor) y transformaciones químicas cuando la caliza reacciona con el agua. En resumen, los lugares más afectados por este tipo de efectos son aquellos donde existe una considerable liberación de calor, desde el interior de la corteza, que generan corrientes de convección y el desplazamiento continuo de masas de aire caliente. Dicha liberación de calor, crea condiciones de alta temperatura en la superficie y la transferencia correspondiente hacia la atmósfera, lo que incrementa la capacidad del aire de recibir más humedad sin llegar a la saturación, y en consecuencia, a formar zonas de

alta presión donde se eliminan la posibilidad de las lluvias. Por ello, las observaciones de otros eventos naturales indican una fuerte correlación entre la actividad volcánica y tectónica, con la ausencia de lluvias en El Salvador, como sucedió en 1965, 1982, 1986 y como ha sucedido en 2001, para citar unos ejemplos específicos.

Otra observación importante es que una vez la actividad generadora de calor ha cesado, se han normalizado las precipitaciones. Cuando se han generalizado las sequías, ya se han contabilizado 40 días y más, sin lluvia en la zona oriental, particularmente en la zona de estudio y alrededores inmediatos, durante varias ocasiones durante las décadas de los ochenta y noventa, del siglo pasado.

Por otra parte, la distribución anual de la lluvia en la microcuenca del río El Gualabo se caracteriza por mayores valores de lámina de agua en las montañas, disminuyendo hacia la parte baja hasta un poco menos de los 2000 mm. En todo el país se presentan dos tipos de lluvia: el tipo chubasco, de alta intensidad, corta duración y que cubre pequeñas áreas, cuyo origen es convectivo y orográfico; y, el tipo temporal, de débil a moderada intensidad, con duración desde 20 horas extendidas hasta 3 días consecutivos con láminas iguales o mayores a 200 milímetros, con intensidades mayores a los 60 mm/hora, en períodos que varían de 3 a 6 horas³⁴. El origen de este último tipo de lluvia se asocia con los huracanes del Atlántico, cuya frecuencia se acentúa en septiembre y octubre, como lo establecen los datos históricos al respecto. La explicación de la mayor frecuencia de los huracanes en los meses indicados, está fuera de los alcances del presente estudio, por lo que no nos extenderemos al respecto.

En cuanto a la duración y la cantidad de lluvia, asociada a los temporales, otros estudios, las noticias periodísticas y los datos del Servicio de Meteorología de la DGRNR, muestran que las lluvias de este tipo pueden prolongarse hasta diez días y que la cantidad de agua precipitada en un solo día ha sido mayor que los 300 mm, tal como ocurrió en septiembre de 1961, 1974, 1982 y 1988, así como en octubre - noviembre de 1998, en gran parte del territorio nacional.

Por otra parte, el estudio Escenarios Climáticos de El Salvador, plantea por el lado de la reducción en la cantidad de precipitación, que para el período del 2020 al 2100 será del 10 al 43 %, de la cantidad actual. En cuanto a los incrementos de la lluvia, para el mismo tiempo se esperan valores que varían del 2.5 al 13.0 %, al actual. Lo anterior implica que en la parte baja de la microcuenca del río El Gualabo podrían esperarse años con precipitaciones en el rango de los 1167 a los 2314 mm de lluvia, dependiendo de si se tienen años secos o húmedos.

Considerando la distribución anual de la lluvia, los incrementos en la precipitación indican que los meses con porcentajes más altos serán mayo, junio, octubre y noviembre, manteniéndose septiembre prácticamente constante con respecto a la situación actual, esto es, al inicio y al término de la época lluviosa se esperan incrementos considerables en la cantidad de lluvia. En términos porcentuales, el incremento de la lluvia para junio y octubre será del orden del 10 al 15 %. Este aspecto reviste especial interés dentro del presente, porque la cantidad de agua disponible y los riesgos por desbordamientos, también crecerán en esa misma proporción para los meses indicados, siendo muy importante para junio y octubre, porque en estos meses ha existido una considerable concentración de la lámina de agua en todo el país y ha sido cuando se han generado problemas de deslizamientos importantes en la zona de este estudio.

Evapotranspiración.

La evapotranspiración real de la microcuenca del río El Gualabo, sigue el patrón de comportamiento de todo el territorio nacional, de modo que disminuye con la altitud. Esto se explica por la menor radiación incidente en las partes altas (debido al efecto Albedo) y a la reducción de la temperatura por la expansión de la masa gaseosa húmeda por el ascenso del aire en los relieves altos. Aunque este fenómeno físico está mejor representado por una ecuación polinómica de grado cuatro, para efectos de cálculo, en la microcuenca, se han utilizado ecuaciones exponenciales que representan los datos existentes en un modelo igual de confiable, como lo indica el coeficiente de correlación. Este fenómeno ha sido representado en un mapa, de manera análoga a la precipitación mediante líneas de igual evapotranspiración en toda la microcuenca.

³⁴ Un trabajo muy importante al respecto, lo constituye la Publicación Técnica No. 7 del Servicio de Meteorología Nacional. Publicación que contiene el análisis de un temporal, realizado por el Dr. Wilfried H. Portig en 1958, quien fuera el primer jefe de Meteorología Sinóptica y de Pronósticos del mencionado Servicio.

Infiltración.

Las características geomorfométricas y de los suelos, de la microcuenca, ya dicen mucho con relación a la infiltración. Ante tales indicadores y ante la escasa población que habita en su zona de influencia, no es difícil asegurar que las condiciones de infiltración que se tienen son muy reducidas.

De hecho, el alto porcentaje de evapotranspiración en la microcuenca de estudio (> 80 % de la precipitación), supera el porcentaje de la cuenca del río Grande de San Miguel (78.7 %), según refieren los resultados del Plan Maestro de los Recursos Hídricos de El Salvador.

Escorrentía.

Los datos hidrométricos corresponden a registros de aforos realizados en diferentes puntos del cauce principal del río involucrado y a cálculos realizados utilizando métodos estadísticos no paramétricos. Aunque no han seguido un patrón sistematizado para el análisis correspondiente, con ellos es posible emitir algunos juicios de valor relacionados con el escurrimiento.

Por la inexistencia de estaciones pluviográficas en el área de influencia de la microcuenca, se ha considerado un artificio válido para los propósitos del presente estudio. Se ha optado por relacionar los datos de precipitación de la estación El Boquerón con los de la microcuenca, ya que presentan condiciones topográficas, climáticas y datos muy similares, a lo largo del año. Con tales datos se han calculado, por métodos estadísticos no paramétricos, los caudales máximos para diferentes períodos de retorno, desde 5 hasta 50 años, los que varían desde 92.83 hasta 212.44 m³/s, tal como se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Caudales pico calculado utilizando métodos estadísticos no paramétricos (función de distribución de probabilidad Gumbel), para diferentes períodos de retorno.

Período de Retorno (años)	Caudal máximo probable (m ³ /s)
5	163.39
10	179.22
15	187.60
20	193.19
25	197.96
50	212.44

Fuente: PASOLAC/DGRNR/MAG, DIAGNOSTICO HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA DEL RIO EL GUALABO DE MORAZAN. 2001.

Por otra parte, claramente se observa una tendencia a la reducción de los caudales para la época de estiaje hasta valores por debajo de los 10 litros por segundo; no obstante, y de acuerdo con estimaciones realizadas por las huellas de la erosión y datos proporcionados por los pobladores de la zona, ya se han generado caudales que superan los 60 m³/s, cuando se han tenido crecidas importantes durante el desarrollo de "temporales" de relativa importancia. Por término medio, el caudal de escurrimiento del río El Gualabo, distribuido uniformemente a lo largo del año, es de 695.32 m³/día equivalentes a 193 l/s.

Asimismo, por término medio, el caudal durante la época lluviosa con respecto al correspondiente al caudal medio anual, es aproximadamente ocho veces mayor. Mientras que la relación del caudal máximo al caudal mínimo en la microcuenca es 200. Estos datos son coherentes con las características geomorfométricas, del relieve y de los suelos, que presenta la zona del estudio. Estas condiciones de escurrimiento limitan fuertemente el uso del recurso disponible, sobre todo durante la época de estiaje, ya que sólo se dispone una cantidad de agua insuficiente para el riego de unas 60 Manzanas de tierra (menos del 2 % del área de la microcuenca), situación que explica, en parte, la escasa población en la zona y el uso de agua subterránea de otras microcuencas para el consumo humano.

X. Presupuesto hídrico actual de la cuenca

Oferta total

MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION REAL PARA LAS CONDICION DE USO DEL SUELO ACTUAL	CAMBIO DE ALMACENAMIENTO EN LA CUENCA PARA EL USO DE SUELO ACTUAL (mm)
ENERO	2.68	32.70	-40.85
FEBRERO	1.14	0.91	-8.17
MARZO	14.07	14.07	-7.36
ABRIL	55.26	55.76	-9.93
MAYO	274.85	162.42	85.79
JUNIO	270.09	161.95	32.47
JULIO	224.82	174.04	-9.19
AGOSTO	335.38	167.04	96.69
SEPTIEMBRE	382.27	129.75	100.80
OCTUBRE	291.27	117.56	49.67
NOVIEMBRE	55.44	98.12	-73.07
DICIEMBRE	2.01	84.91	-97.17
ANUAL	1909	1199	119.66

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).

Estimación de la demanda y Balance final

MES	CAUDAL SUPERFICIAL (mm)	CAUDAL DISPONIBLE (mm)	DEMANDA DE POBLACION (mm)	DEMANDA DE RIEGO (mm)	COMPORTAMIENTO HIDRICO (mm)
ENERO	10.83	10.83	0.91	13.61	-3.69
FEBRERO	8.40	8.40	0.91	13.61	-6.12
MARZO	7.36	7.36	0.91	13.61	-7.16
ABRIL	9.43	9.43	0.91	13.61	-5.09
MAYO	26.65	26.65	0.91	13.61	12.13
JUNIO	75.67	75.67	0.91	0.00	74.76
JULIO	59.97	59.97	0.91	0.00	59.06
AGOSTO	71.65	71.65	0.91	0.00	70.74
SEPTIEMBRE	151.72	151.72	0.91	0.00	150.81
OCTUBRE	124.04	124.04	0.91	0.00	123.13
NOVIEMBRE	30.39	30.39	0.91	13.61	15.87
DICIEMBRE	14.27	14.27	0.91	13.61	-0.25
ANUAL	590	590.39	10.94	95.27	484.18

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).

XI. Usos de la tierra y sistemas de producción óptimos para la cuenca del río Gualabo

Los usos de la tierra y sistemas de producción óptimos dependerán de los criterios que se apliquen en cuanto al servicio ambiental que se está proveyendo. En este sentido, una primera aproximación consiste en definir la prioridad que se le da a los distintos servicios ambientales, lo cual está definido en los términos de referencia de la siguiente manera:

- A. Mantenimiento del ciclo hidrológico
- B. Conservación de la biodiversidad
- C. Mitigación y prevención de riesgos

A partir de esto, para definir dichos usos de la tierra y sistemas productivos óptimos es necesario identificar las variables que influyen en la capacidad o potencial de la tierra para proveer los servicios ambientales prioritarios, en términos de sus distintos parámetros. Una propuesta de las variables y parámetros que afectan los tres servicios ambientales priorizados se presenta en el siguiente cuadro:

Servicio ambiental	Variables ambientales y sociales de la tierra	Impactos en los parámetros del servicio ambiental
Mantenimiento del ciclo hidrológico	<p>Altura</p> <p>Pendiente y tipos de suelo y sub-suelo</p> <p>Cobertura y uso de la tierra</p> <p>Usos del agua (riego, uso doméstico, uso industrial, etc.)</p>	<p>Precipitación, temperatura, evaporación</p> <p>Escorrentía e infiltración</p> <p>Escorrentía, evapotranspiración, temperatura, e infiltración</p> <p>Alteración del ciclo natural</p>
Conservación de la biodiversidad	<p>Ubicación geográfica (clima, topografía, geología, suelos)</p> <p>Extensión y variedad de ecosistemas</p> <p>Estado de la vegetación (primaria, secundaria, etc.)</p> <p>Uso de la tierra y otros recursos naturales (agua, flora, fauna, etc.)</p>	<p>Tipos de ecosistemas y zonas de vida; biodiversidad potencial</p> <p>Conservación cuantitativa y cualitativa de diversidad biológica; estabilidad ecológica</p> <p>Conservación cualitativa de biodiversidad; estabilidad ambiental.</p> <p>Cantidad, calidad y perdurabilidad de la biodiversidad</p>
Mitigación y prevención de riesgo	<p>Tipos e intensidad de fenómenos naturales (tormentas, terremotos, vulcanismo, etc.)</p> <p>Uso de la tierra para asentamientos humanos e infraestructura social</p> <p>Tipos de suelo y sub-suelo</p>	<p>Probabilidad de recurrencia</p> <p>Vulnerabilidad social: nivel de organización y preparación frente a los fenómenos naturales</p> <p>Estabilidad del terreno; limitaciones a su uso.</p>

Si el mantenimiento del ciclo hidrológico se define como prioridad, esto hace conveniente aplicar un enfoque de cuenca, lo cual a su vez nos permite definir por sus características tres zonas o áreas dentro de

la cuenca (cuenca alta, media y baja) con distintos óptimos en cuanto a usos de la tierra y sistemas de producción se refiere. Una propuesta de definición de los mismos se presenta en el siguiente cuadro:

Usos de la tierra y sistemas de producción óptimos para el servicio ambiental prioritario de mantenimiento del ciclo hidrológico en la cuenca del río Gualabo

Zona	Variables	Características	Uso de la tierra óptimos (cobertura)	Sistema de producción óptimo
A) Cuenca alta	Altura Pendiente Tipos de suelo y sub-suelo	>1,200 msnm >15% VII – VIII Ojo! Hay que aclarar qué significan estos números	Bosque natural, preferiblemente primario	Parque nacional o área natural protegida para la conservación e investigación de la biodiversidad
B) Cuenca media	Altura Pendiente Tipos de suelo	200 – 1,200 msnm 5 – 15% V – VII	Bosque natural manejado Agro-ecosistemas de cobertura permanente Pequeñas y medianas represas y reservorios de captación de aguas lluvias	Zonas de amortiguamiento con infraestructura adecuada para el ecoturismo (senderos y áreas de observación, cabañas, áreas de camping, etc.) Agricultura orgánica (café, frutales, forestales; cultivos en asocio: granos básicos, frijol y hortalizas con obras de conservación de suelos? con maderables, frutales, etc.) Sistemas de abastecimiento de agua potable, acuicultura, riego
C) Cuenca baja	Altura Pendiente Tipos de suelo	<200 msnm <5% I – IV	Producción agropecuaria ecológica Asentamientos humanos	Agricultura y ganadería tecnificada Servicios de saneamiento ambiental

XII. Servicios ambientales derivados de los usos de la tierra propuestos

En cuanto a los beneficios de los usos de la tierra propuestos, estos se presentan a continuación, en términos del servicio ambiental prioritario de mantenimiento del ciclo hidrológico, así como de los otros servicios ambientales derivados para el área.

Zona	Uso de la tierra óptimos (cobertura)	Sistema de producción óptimo	Servicio ambiental prioritario	Servicios ambientales derivados
A) Cuenca alta	Bosque natural, preferiblemente primario	Parque nacional o área natural protegida para (la) fines de recreación, conservación e investigación de la biodiversidad	Aumento de la precipitación e infiltración Reducción de la escorrentía, erosión y evaporación Reducción de la contaminación	Conservación de la biodiversidad Mitigación y prevención de riesgo Belleza escénica
B) Cuenca media	Bosque natural manejado Agro-ecosistemas de cobertura permanente Pequeñas represas y reservorios de captación de aguas lluvias	Zonas de amortiguamiento con infraestructura adecuada para el ecoturismo (senderos y áreas de observación, cabañas, áreas de camping, etc.) Agricultura orgánica (café, frutales, forestales; cultivos en asocio: granos básicos, frijol y hortalizas con maderables, frutales, etc.) Sistemas de abastecimiento de agua potable, acuicultura, riego	Aumento de la precipitación e infiltración Reducción de la escorrentía, erosión y evaporación Reducción de la contaminación	Conservación de la biodiversidad Mitigación y prevención de riesgo Belleza escénica
C) Cuenca baja	Producción agropecuaria ecológica Asentamientos humanos	Agricultura y ganadería tecnificada Servicios de saneamiento ambiental	Reducción de la contaminación	Conservación de la biodiversidad Mitigación y prevención de riesgo Belleza escénica

XIII. Análisis financiero de los usos de la tierra y sistemas de producción propuestos

El costo promedio de las alternativas propuestas es un primer valor que servirá de referencia para el estimado del costo de oportunidad del uso del suelo, previo al establecimiento del Sistema de cobro y pago por servicios ambientales, bajo el supuesto de que las externalidades que se generen a partir de los sistemas productivos manejados eficientemente contribuirán a la conservación y protección de los activos naturales que proveen servicios ambientales.

De acuerdo a la problemática observada en los actuales sistemas productivos en la zona del río Gualabo, se sugieren las siguientes alternativas tecnológicas tendientes a frenar y, eventualmente a revertir el actual patrón de degradación medioambiental y a mejorar la situación socioeconómica de los productores de la zona.

- **Manejo integrado de gallina ciega (*Phyllophaga spp*) en el sistema maíz-frijol.**

Con base a la información tecnológica generada por el CENTA (2000), el manejo integral consiste en:

- a) Arar el suelo (con máquina o con animales) para que los huevos, larvas y pupas queden expuestos a la luz solar, y así de esta manera mueran por efectos del calor solar; también quedan expuestos para ser devorados por pájaros, sapos, gallinas y otros animales.
- b) Uso de trampas para la captura de adultos. Estas trampas son sencillas y fáciles de construir, existen diversos tipos de trampa artesanales construidas con envases, latas, trozos de madera y otros materiales, debiendo seleccionar la que más le convenga. Estas trampas deben colocarse de preferencia cerca de los árboles o cercos; se recomienda colocar 6 trampas por manzana. La fuente de luz debe durar por lo menos tres horas.
- c) Utilización de insecticidas biológicos
 - *Metharrizium anisoplae* o
 - *Steinernema carpocapseae*. (nematodo).Ambos en dosis de 1.5 kg / Ha
- d) Uso de tratadores de semilla químicos: Promet (Furatiocarb) y Force (Teflutrina) en dosis de 1.25 lt. Por 46.0 kg de semilla deberán ponerse en práctica las recomendaciones de seguridad

Ventajas

- Reduce las poblaciones de larvas y adultos de *Phyllophaga spp*.
- Reduce los daños causados por *Phyllophaga spp*, en un promedio de 60%.
- Reduce la aplicación de insecticidas químicos y evita la mezcla de sustancias nocivas utilizadas por algunos productores.
- Combina prácticas de manejo que ayudan a conservar las condiciones naturales de los suelos.
- Mejora los rendimientos al evitar pérdidas causadas por el ataque de *Phyllophaga spp*.

Beneficios.

- a) Socioeconómicos
 - Evita pérdida de cosechas.
 - Aumenta los rendimientos en aquellas zonas de infestación.
 - Es de bajo costo y accesible al productor.
- b) Ambientales
 - Integra formas de manejo que facilitan la conservación del recurso suelo y sus características. Evita la contaminación para el humano y para el medio ambiente.

Costos de la tecnología.

El costo es variable para cada zona del país. Se numeran los recursos que implican costo monetario para el productor.

- Arado (mecanizado o con animales) \$49.0 por Ha.

- Rastra \$ 33.0 por Ha.
 - Materiales para trampas como plástico, candil o lámpara, gas o combustible.
 - Insecticidas biológicos. (\$6.86/ kg de cada uno. Recuérdese que solamente deberá ocuparse uno de los dos).
 - Tratadores de semilla químicos. \$20.00 c/u.
- Total\$108.86**

Las trampas para captura de adultos se hacen con recursos sencillos que generalmente se encuentran en los campos de los productores.

• Obras de conservación de suelo y agua.

Cultivo de Vetiver.

Esta tecnología es apropiada en aquellas zonas donde se tiene una acelerada degradación del recurso suelo (PASOLAC, 2001).

El pasto vetiver se adapta desde el nivel del mar hasta 2600 msnm; prefiere los suelos francos arenosos profundos; sin embargo puede desarrollarse en diferentes tipos de suelo. Clima: Se adapta a temperaturas que oscilan entre los -9 a 45 °C y a un rango de precipitación que varía entre 500 y 6000 mm. Suelo. Se adapta a suelos con cualquier tipo de textura y tolera una variación del pH excepcionalmente amplia (CENTA, 2002).

El grado de aceptación del vetiver es bastante grande en todo el país, esto se debe principalmente a que; retiene el suelo, es tolerante a la sequía, reduce la escorrentía, no se convierte en maleza y, en menor grado, a que es tolerante al fuego. Además, el material de poda sirve como abono orgánico y mejora la eficiencia de la barrera durante los primeros años, lo consume el ganado en zonas y épocas críticas, mejora el rendimiento de los cultivos y conserva la humedad de la parcela (PASOLAC, 2001).

Costos de la tecnología.

A continuación se presentan los costos de establecimiento y mantenimiento de 1000 m de barrera viva/ha con zacate vetiver (Vetiveria Zizanioides)

Detalle	Cantidad	Unidad	Costos (\$)	Jornales	Precio (\$)	Total
Semilla		Macolla*	0.26 ⁸⁸		0.00	129.14
Trazo y estaquillado		jornales		3	10.29	10.29
Surcado		jornales		1.5	5.14	5.14
Separación de haces y siembra		jornales		12.5	42.86	42.86
Total año 1						187.43
Primera Poda		jornales		2	6.86	6.86
Segunda Poda		jornales		2	6.86	6.86
Total año 2						13.71
Primera Poda		jornales		2	6.86	6.86
Segunda Poda		jornales		2	6.86	6.86
Total año 3						13.71
Total						214.86

* Macolla de 20 haces

**Precio ofrecido por CENTA.

Incorporación de rastrojos.

Los residuos de cultivos después de que estos se cosechan y la disponibilidad inicial de estos varía de acuerdo al sistema y a su productividad.

En El Salvador al momento de la cosecha cuando el productor define su uso, la producción es máxima y a partir de ese momento la disponibilidad disminuye ya sea por pastoreo, la venta fuera del predio o por descomposición hasta el momento de la preparación del terreno (Cerna y Saín, 1994).

El manejo consiste en aprovechar los residuos que quedan después de las cosechas a pesar de que estos son maduros y fibrosos ya que los rastrojos de maíz, sorgo, y frijol retienen un 35% del nitrógeno y fósforo y un 70% del potasio extraído del suelo por el cultivo. También son buena fuente de materia orgánica (Proyecto LUPE, 1994).

La forma como se manejan los rastrojos influye mucho en la degradación y productividad del suelo, afectando la erosión, fertilidad, condición física y conservación de la humedad por lo que el costo de oportunidad de manejar el rastrojo como mantillo es un factor importante a considerar en la adopción de esta práctica por parte de los pequeños productores ya que la mayoría tienen sistemas mixtos de granos básicos y ganado (Cerna y Saín, 1994).

Costos de la tecnología.

Detalle	Cantidad	Unidad	Costos (\$)	Jornales	Precio (\$)	Total
Rondas	800	m	6.86	2		6.86
Rastrojo en bruto sistema maíz / frijol	6.9 ⁸	Tn			53.71 ^{**}	53.71 ^{**}
Total sistema maíz/frijol						60.57

⁸Rendimiento de rastrojo del sistema por hectárea.

^{**}Costos del arrendamiento de una hectárea de rastrojo para el ganado.

- **Incorporación de especies forestales: Cercas vivas de madrecaao (*G. sepium*) .**

Esta tecnología consiste en el establecimiento de hileras de plantas leñosas (una ó más especies), cactáceas, bromeliáceas o cualquier especie vegetal que sigue la línea de la propiedad, ajustándose a su forma, dimensiones y necesidades. (Otarola, 1994).

Ventajas.

- Protección de cultivos y animales de ciertos factores climáticos (viento, sol) del suelo y alimentación rumiantes.
- Delimitación de propiedades.
- Fuente de leña y postes. Mejoramiento de suelo y utilización en agricultura orgánica (follaje) y forraje.
- Recuperación de la belleza natural de paisaje y servir de refugio para la fauna.
- El establecimiento y manejo de la cerca viva es accesible a la economía familiar.
- La vida útil de la cerca viva es mayor que el de la cerca muerta.
- El madrecaao es una especie forestal nativa, fácil de obtener.
- Atenuar el proceso de erosión de los suelos, al ayudar a conservar la humedad de los mismos y su retención, principalmente en tierras de ladera.
- Resistente al manejo por su alta capacidad de rebrote.
- La leña de madrecaao tiene alto poder calórico (leña 4550 kcal/kg y en carbón 7150 kcal/kg), lo que la hace preferida entre las amas de casa.
- En general, se considera que la cerca de madrecaao es sostenible.

Beneficios

a) Económicos:

Se ha estimado que la inversión del establecimiento y manejo de una cerca viva se recupera al sexto ó séptimo año, dependiendo de la demanda de productos forestales en el sitio y del precio de los mismos.

b) Sociales:

Mediante el abastecimiento de madera y leña, se reducen el tiempo invertido en la búsqueda y obtención de éstos. Por otra parte, evita el conflicto entre dueños de plantaciones forestales y personas de escasos recursos demandantes de productos forestales.

c) Ambientales:

Las condiciones de conservación de los Recursos Naturales (bosque, suelo, agua y fauna), son favorecidos, permitiendo simular áreas naturales que brinden beneficios como disminución de la erosión, mayor infiltración de agua, mejoramiento del microclima, hospederio de aves, etc.

Costos de la tecnología

Los costos de establecimiento de un kilómetro de cerca viva de madrecaaco, incluyendo la cerca muerta es de \$ 822.86.

Costos de establecimiento y mantenimiento de 1 km de cerca viva establecida por estacones.

Detalle	Cantidad	Unidad	Precio (\$)	Jornales	Costo (\$)	Total
AÑO 1						
Chapeo o limpia				6.5	22.29	22.29
Ahoyado				3.9	13.37	13.37
*Acarreo de estacones				0	0	0
Distribución de estacones				1.4	4.8	4.8
Plantación	665	plantas	190	3.2	10.97	201
Replantación	100	plantas	28.57	0.8	2.74	30.74
Limpia manual				6	20.57	20.57
Control de plagas			37.71	1.4	4.8	42.51
Rondas de fuego				3.5	12	12
AÑO 2						
Chapeo o limpia				5.8	19.89	19.89
Control de plagas			37.71	0.8	2.74	40.45
Rondas corta fuego				3.5	12	12
Poda				2	6.86	6.86
AÑO 3						
Chapeo o limpia				3.6	12.34	12.34
Rondas corta fuego				3.5	12	12
Poda				1.7	5.83	5.83
AÑO 4						
Chapeo o limpia				3.6	12.34	12.34
Rondas corta fuego				3.5	12	12
Raleo				2	6.86	6.86
AÑO 5						
Chapeo o limpia				2	6.86	6.86
Control de plagas	6.6	lb	37.71	1.7	5.83	43.54
Rondas corta fuego				3.5	12	12
COSTO TOTAL				63.9	219	550.2

Fuente: Otárola, 1994.

Un resumen de los costos de las actividades descritas anteriormente se presenta en el siguiente cuadro:

Actividades productivas relevantes, relacionadas con el uso de la tierra actual	Costo promedio de producción de la actividad desarrollada ^{1/}	Alternativa de cambio tecnológica amigable con el medio ambiente	Costo promedio de las mejoras	Costo promedio de la producción, manejada con enfoque sostenible
❖ Café	Café semitecnificado: \$7.99 / Mz	1. Conversión hacia caficultura orgánica	1. Costos promedio de certificación: \$40 / Mz	1. \$7.99 / Mz
❖ Granos Básicos	Maíz semitecnificado: \$10.55 /Mz Frijol de mayo: \$32.83 /Mz	2. Manejo integrado de plagas. 3. Obras de conservación de suelo y agua. 4. Incorporación de especies forestales	2. Manejo integral de gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> spp): \$108.86 ^{2/} 3.1 Zacate Vetiver: \$214.86 (1000 m) ^{3/} 3.2 Incorporación de rastrojos (sistema maíz-frijol): \$60.57 /ha 4 Cercas vivas de madrecaao (<i>G. sepium</i>) ^{4/} : \$822.86 (1000 m)	2. Sistema maíz-frijol con MIP: \$170.87 /ha 3.1 Sistema maíz-frijol utilizando 1 km de zacate vetiver: \$276.87 /ha 3.2 Sistema maíz-frijol incorporando rastrojos: \$122.58 /ha 4. \$822.86 (1000 m)

1/ Costos tomados del Informe Final del Programa Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, 2001.

2/ El costo es variable para cada zona del país, pero este valor puede ser considerado como promedio aceptable.

3/ Promedio de cinco años.

4/ Costos Totales para cinco años, incluye la cerca muerta.

XIV. Aspectos culturales que favorecen la adopción o rechazo de los usos de la tierra propuestos

Existen varios aspectos culturales identificados por el equipo investigador, a través de las entrevistas y visitas de campo realizadas al área de estudio de la cuenca del río Gualabo, tales como:

- Para el cultivo de la milpa se considera necesario la limpia total del terreno a ser utilizado, despojándose el mismo de toda cobertura existente, incluyendo árboles y matorrales. En muchos casos esta limpia se realiza a través de la quema, incluso en terrenos con cobertura boscosa original, lo cual sirve para cosechar el bosque como leña y para preparar el terreno para el cultivo de la milpa, generalmente de maíz o de maicillo, con consecuencias ambientales nefastas.
- No existe una tradición de desarrollar un asocio de cultivos que permitan conservar y mejorar la calidad del suelo, tales como la incorporación de especies de leguminosas en los cultivos de granos básicos, lo cual protege contra la erosión, a través de la cobertura vegetal que provee, y al mismo tiempo ayuda a mejorar la calidad del suelo, al fijar nitrógeno. Por ejemplo, una de las especies de leguminosas más comunes en el área, conocido como carbón colorado, es simplemente cosechado como leña, pero nunca plantado en asocio con otros cultivos.
- El agua es sub-aprovechada y por lo tanto sub-valorada, llegándose comúnmente a situaciones de mal uso y abuso. Estas incluyen el uso de diques de desviación hechos directamente sobre la rivera del río, que se utilizan para canalizar agua para regar terrenos particulares durante la época seca, generalmente a través de canales sin ningún tipo de revestimiento y sin considerar las necesidades verdaderas de agua del cultivo que se riega, generándose enormes desperdicios. El agua del río también es utilizada directamente para lavar la ropa e incluso los vehículos.

XV. Presupuesto hídrico con la adopción de los usos de la tierra y sistemas de producción propuestos

Oferta total

MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION REAL PARA LAS CONDICIONES DE USO DEL SUELO PROPUESTAS	CAMBIO DE ALMACENAMIENTO EN LA CUENCA PARA EL USO DE SUELO PROPUESTO (mm)
ENERO	2.68	32.71	-40.86
FEBRERO	1.14	0.85	-8.11
MARZO	14.07	13.99	-7.28
ABRIL	55.26	55.52	-9.69
MAYO	274.85	146.66	101.55
JUNIO	270.09	146.73	47.69
JULIO	224.82	157.13	7.72
AGOSTO	335.38	144.71	119.02
SEPTIEMBRE	382.27	115.13	115.42
OCTUBRE	291.27	103.92	63.31
NOVIEMBRE	55.44	90.05	-65.00
DICIEMBRE	2.01	85.39	-97.65
ANUAL	1909	1093	226.10

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).

Estimación de la demanda y Balance final

Mes	Caudal superficial l (mm)	Caudal ecológico (mm)	Caudal disponible (mm)	Demanda de población (mm)	Demanda de riego (mm)	Comportamiento hídrico (mm)	Volumen de almacenamiento mínimo requerido para los meses de verano (MT3)
Enero	10.83	7.36	3.47	0.91	15.52	-12.96	351,695.76
Febrero	8.40	7.36	1.04	0.91	15.52	-15.39	417,773.59
Marzo	7.36	7.36	0.00	0.91	15.52	-16.43	445,977.07
Abril	9.43	7.36	2.07	0.91	15.52	-14.37	389,878.34
Mayo	26.65	7.36	19.29	0.91	15.52	2.86	0.00
Junio	75.67	7.36	68.31	0.91	0.00	67.40	0.00
Julio	59.97	7.36	52.61	0.91	0.00	51.70	0.00
Agosto	71.65	7.36	64.29	0.91	0.00	63.38	0.00
Septiembre	151.72	7.36	144.36	0.91	0.00	143.45	0.00
Octubre	124.04	7.36	116.68	0.91	0.00	115.77	0.00
Noviembre	30.39	7.36	23.03	0.91	15.52	6.60	0.00
Diciembre	14.27	7.36	6.91	0.91	15.52	-9.52	258,454.74
Anual	590	88.32	502.07	10.94	108.64	382.48	1,863,779.50

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).

XVI. Análisis de la demanda de otros servicios ambientales producidos con los usos propuestos

El análisis de la demanda de servicios ambientales producidos con los usos propuestos se presenta de forma sintética en el siguiente cuadro:

Demandantes o beneficiarios	Servicio ambiental demandado	Recursos naturales utilizados
Comunidades ubicadas dentro de la cuenca del río Gualabo	<p>A/ Mantenimiento del ciclo hidrológico: cantidad, calidad y disponibilidad de agua</p> <p>B/ Conservación de la biodiversidad: cantidad, calidad y resistencia de la fauna y flora</p> <p>C/Mitigación y prevención de riesgo: preparación social frente a desastres naturales</p>	<p>A/ Agua para consumo doméstico</p> <p>B/ Leña, cereales, otros recursos biológicos</p> <p>C/ Control de deslaves e inundaciones</p>
Asociaciones de regantes y regantes particulares; asociaciones ganaderas y ganaderos particulares dentro de la cuenca	<p>A/ Mantenimiento del ciclo hidrológico: cantidad, calidad y disponibilidad de agua</p> <p>B/ Conservación de la biodiversidad: cantidad, calidad y resistencia de la fauna y flora</p> <p>C/Mitigación y prevención de riesgo: preparación social frente a desastres naturales</p>	<p>A/ Agua para riego</p> <p>B/ Leña, cereales, otros recursos biológicos</p> <p>C/ Control de deslaves e inundaciones</p>
Comunidades aguas abajo del río Gualabo (río Las Cañas, Río Grande de San Miguel)	<p>A/ Mantenimiento del ciclo hidrológico: cantidad, calidad y disponibilidad de agua</p> <p>B/ Conservación de la biodiversidad: cantidad, calidad y resistencia de la fauna y flora</p> <p>C/Mitigación y prevención de riesgo: preparación social frente a desastres naturales</p>	<p>A/ Agua para consumo doméstico y riego</p> <p>B/ Leña, cereales, otros recursos biológicos</p> <p>C/ Control de deslaves e inundaciones</p>

XVII. Diagnóstico rápido de los esquemas de tenencia de la tierra

En cuanto a la tenencia de la tierra, lo que predominan son los propietarios de parcelas con un promedio de 3.5 manzanas por familia. Sin embargo, en la zona se dan grandes variaciones en cuanto al tamaño de las parcelas, en un rango bastante que varía desde minifundios de menos de 0.5 de manzana, hasta grandes fincas tanto particulares como del sector cooperativo reformado que llegan hasta las 90 manzanas.³⁵

El 89% de las familias dicen ser propietarias de su propia parcela. Sin embargo, alrededor del 80% de los propietarios no tienen legalizadas sus propiedades, ya que no cuentan con escrituras registrales. Claramente, esto constituye una inseguridad jurídica muy grande.³⁶

Por su parte, el Centro Nacional de Registros (CNR) tiene contemplado la actualización registral y catastral del departamento de Morazán dentro de sus planes futuros. Actualmente, el CNR se encuentra digitalizando la información catastral y registral existente, incluyendo la actualización del levantamiento topográfico para luego proceder a un barrido con fotografías aéreas y a la actualización de los datos.

XVIII. Vulnerabilidad ambiental

El grado de los desastres no siempre está en relación directa con los procesos físicos que los causan. Factores como la ocupación de áreas inseguras, el desarrollo urbano desordenado, los cambios ambientales, la pobreza, etc., contribuyen de forma determinante al aumento de la vulnerabilidad. A través del tiempo los municipios de Guatajiagua, Sensembra y Yamabal han sido afectados fuertemente por las sequías. Según datos de la Dirección General de Economía Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en el año 2001 la sequía en el país afectó a 44 municipios de la zona oriental y causo pérdidas valoradas en US \$ 162.30 millones de dólares; los cultivos más afectados fueron maíz, sandía y frijol. Este contexto pone de manifiesto la severa vulnerabilidad que tienen los pequeños productores en la microcuenca del Río Gualabo.

XIX. Análisis del costo de oportunidad de la tierra

El costo de oportunidad de la tierra se considera los rendimientos que se generan con los usos de la tierra y sistema productivos actuales, los cuales se resumen así:

Actividades productivas relevantes, relacionadas con el uso de la tierra actual	Rentabilidad promedio de producción de la actividad desarrollada ^{1/}
❖ Café	Café tradicional (semitecnificado): \$30.99 / Mz
❖ Granos Básicos	Maíz tradicional (semitecnificado): \$25.10 /Mz Frijol de mayo: \$58.00 /Mz Sorgo: \$34.00/Mz

1/ Costos tomados de PROCAFE para café y del Informe Final del Programa Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, 2001, para granos básicos

³⁵ Ardón Mejía, Mario y Barrantes, Gerardo. "Experiencia de Acción Piloto de PSA Microcuenca Río Gualabo, Municipio Yamabal, Morazán, El Salvador." Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), Tegucigalpa, Junio 2003.

³⁶ Ob. Cit.

XX. Montos óptimos y distribución de pagos por servicios ambientales

Los montos óptimos de pago por servicios ambientales, así como la distribución de los mismos, dependerán de los siguientes factores:

a) Costo anual de oportunidad del uso de la tierra y sistema productivo actual:

Este monto sería equivalente a la rentabilidad que percibe el propietario o arrendatario con el uso actual de la tierra, en función del sistema de producción utilizado. Estos se pueden recapitular según lo presentado en el apartado anterior:

- Café tradicional (semitecnificado):
 - Rentabilidad promedio: \$30.99 / Mz
- Maíz tradicional (semitecnificado):
 - Rentabilidad promedio: \$25.10 /Mz
- Frijol de mayo:
 - Rentabilidad promedio: 58.00 /Mz
- Sorgo:
 - Rentabilidad promedio: \$34.00/Mz

b) Inversión anual requerida para pasar del uso actual al uso óptimo:

Los montos óptimos para el pago por servicios ambientales estarían determinados por un límite inferior equivalente a los costos de inversión que representa el cambio de uso de la tierra propuesto. La distribución de los mismos depende del uso de la tierra asignado a cada propiedad, tal como se aprecia en el siguiente cuadro:

Uso actual	Uso propuesto	Costo Actual	Costo con mejoras propuestas	Monto óptimo por Mz.
Bosque	Conservación de bosque	No identificado a la fecha	Costos de implementación del plan de manejo Costos de los programas de diversificación productiva y apoyo a iniciativas turísticas Fondo semilla para microempresas turísticas	Por determinar
Áreas descubiertas	Regeneración natural (con agroforestería)	No identificado	Agroforestería con regeneración natural \$87.73	Agroforestería con regeneración natural \$87.73

Pastizales y granos básicos	Agricultura y ganadería sostenible	Maíz: \$572.3 Frijol : \$ 404.9	Maíz con cercas vivas de madrecaao (100 m) : \$627.32 Frijol con cercas vivas de madrecaao (100 m): \$459.92 MIP en maíz: \$648.43 /mz MIP en frijol: \$481.03 Maíz con zacate vetiver (100 m): \$593.79 Frijol con zacate vetiver (100 m): \$426.39 Maíz con incorporación de rastrojos: \$614.66 Frijol con incorporación de rastrojos: \$447.26 Sistema maíz – bosquete:\$976.4 Sistema frijol – bosquete: \$809.0 Cultivo en callejones de Leucaena \$44.10 Sistema ganadero utilizando pasto mejorado suazi: \$0.22/botella	Cercas vivas de madrecaao (<i>G. sepium</i>) ^{5/} : \$55.02 (100 m) Manejo integral de gallina ciega (<i>Phyllophaga spp</i>): \$76.13/mz ^{2/} Zacate Vetiver ^{3/} : \$21.49 (100 m) Incorporación de rastrojos (sistema maíz-frijol): \$42.36 /ha Bosquetes (1111 plantas/mz): \$404.1 Cultivo en callejones de Leucaena \$44.10 Pasto suazi: \$165.1 /mz Carimagua: \$166.5 /mz
-----------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---	---

Fuente: elaboración propia

Las cifras señaladas anteriormente constituyen una aproximación general sobre los montos que pueden ser compensados en términos de los servicios ambientales, sin embargo en el caso de la agricultura y ganadería sostenible, el aumento de la productividad derivado de las mejoras potencia la adopción de los sistemas. La adopción también dependerá del grado de acompañamiento técnico y las facilidades que se brinden.

Un aspecto importante para la determinación de los montos óptimos y la distribución de pagos es la definición en conjunto con los productores y propietarios de la tierra, a fin de identificar con ellos las técnicas más aceptadas.

c) Rentabilidad anual generada por los usos de la tierra óptimos

La rentabilidad anual generado por los usos de la tierra óptimos se refiere a los ingresos que los propietarios o arrendatarios que han logrado el cambio de uso de la tierra vayan logrando por la venta de productos asociados a los nuevos sistemas de producción, tales como café orgánico, frutales y forestales.

d) Formula para determinar los montos óptimo y distribución de pagos por servicios ambientales

Finalmente, la fórmula que se propone para calcular los montos óptimos de los pagos por servicios ambientales es la siguiente:

- Monto óptimo = a) Costo anual de oportunidad del uso de la tierra y sistema productivo actual + b) Costo anual de inversión para pasar del uso actual al uso óptimo – c) Rentabilidad anual del uso óptimo

En cuanto a la distribución de los mismos, los pagos deberán efectuarse año con año. Sin embargo, el horizonte de los mismos estará determinado por el tiempo que toma pasar del uso actual al uso óptimo, así como por las rentabilidades que el uso óptimo vaya generando a través del tiempo, lo cual a la vez permitirá compensar los costos anuales de oportunidad del uso actual y del costo anual de inversión, en la medida que la rentabilidad de los usos óptimos se vaya incrementando a través del tiempo.

XXI. Análisis del mercado de leña

En términos generales en El Salvador, la producción y consumo de leña, es interpretado por los diversos sectores nacionales como uno de los factores principales ligados fuertemente a los procesos de deforestación del país (MARN, 2000; PRISMA, 1996; Current y Juárez, 1992). Sin embargo, tales apreciaciones son contrarias a la importancia reconocida de la leña y los biocombustibles como materiales energéticos amigables con el medio ambiente, ya que su producción representa bajos costos ambientales, resultado de un equilibrio de la energía limpia necesaria para su producción y la cantidad de gases liberados al medio durante los procesos de utilización, en comparación con el uso de los combustibles de origen fósil.

En el país existe un alto porcentaje de consumo de leña, la cual es usada tradicionalmente por los sectores domiciliarios y rurales, ya que se convierte en un recurso natural de bajo nivel tecnológico como alternativas sostenibles de producción eficiente y de energía de amplio uso (FAO, 1999).

Bajo este marco surge la discusión sobre el tema, el cual representa un paradigma para la sociedad salvadoreña; por un lado se reconoce que el precio de mercado nacional de la leña a experimentado un incremento progresivo de su valor de mercado en comparación con los precios del gas propano para uso domiciliario. Además, se establece que los aprovechamiento no sostenibles de los recursos boscosos hayan provocado una disminución de la cobertura forestal del país. Sin embargo, un mayor precio de mercado de la leña puede alentar su producción y favorecer una mayor valorización económica de los bosques productivos (Current y Juárez, 1992). También, la extracción de leña, por si sola, no es la causante directa de la deforestación; si no más bien, este fenómeno responde a la creciente expansión de la frontera agrícola, conflicto del uso de la tierra y debido a otros factores socioeconómicos.

Existe poca información actualizada de la producción y consumo de la leña en el país. Asimismo, no se cuenta con un inventario forestal actualizado que permita conocer la capacidad de producción sostenible de los ecosistemas y recursos forestales presentes. De los datos existentes, la oferta sostenible de la producción de leña para 1999, era de 3,884,298 toneladas. De acuerdo con Current y Juárez (1992), el 43 % de la oferta sostenible era aportada por la leña obtenida como producto de la poda en cafetales en 1991. La FAO(1999) reporta una producción nacional de leña y carbón vegetal de 6,809,000 m³.

Current y Juárez (1992), encontraron que hay un incremento en el consumo diario de leña, expresado este en kilogramos/día/per cápita, cuando existe una mayor disponibilidad del recurso. Por ejemplo, en los cafetales, en donde se tiene una mayor producción y accesibilidad de leña, se consumen hasta 3.68 Kilogramos diarios. En área de estudio de la microcuenca del Río Gualabo existe vegetación diversa, pero prevaleciendo el cultivo de café, sus árboles de sombra y árboles dispersos de carbón en El Cerro Cacahuatique, lugar de extracción/tala de árboles para leña.

Los canales de comerciales en los municipios de Yamabal, Sensembra y Guatajiagua son:

Municipio	Usos de la leña	Destino	Costo de venta de la Carretada de leña en el lugar
Yamabal	Autoconsumo	San Miguel	250.00 a 275.00 colones
	Panadería	San Francisco Gotera	
	Cerámica	Guatajiagua	
	Ladrillera	Chapeltique	
		Moncagua	
Sensembra	Autoconsumo	Sensembra	275.00 colones
Guatajiagua 1/	Autoconsumo	-	-

Fuente: elaboración propia con base a reunión con líderes municipales, Yamabal 2004.

1/ Municipio que compra la carretada de leña a Yamabal o Sensembra por un valor de 350.00 colones.

La demanda de leña en la zona es de 58,379.52 Kilogramos.

XXII. Identificación de proyectos de desarrollo

En el área de influencia de la cuenca del río Gualabo se han identificado los siguientes programas y proyectos de desarrollo:

Programas y Proyectos	Institución ejecutora y financiera	Lugar y beneficiarios	Objetivo
Programa. SCPSA en la microcuenca del Río Gualabo	CODECA-PASOLAC-ALCALDIA MUNICIPAL	Productores y consumidores de agua del municipio de Yamabal	Protección de los recursos naturales, agua, bosque, suelos, biodiversidad
Programa Bono Forestal	MAG-CATIE	Nacional	Fondo dirigido al pago a los dueños de propiedades forestales
Capacitación y Asistencia técnica	CODECA-PRODENOR FAO	30 productores de las cuencas del río Gualabo y río Yamabal	Mejorar la producción agropecuaria
Proyecto conservación de suelos y reforestación	CODECA FIAES	Cuenca del río Guayabo, 64 mz.	Proteger los recursos hídricos de la cuenca del río Gualabo
Producción de hortalizas (tomate, pepino, chile verde, repollo, zanahoria)	FIAES ADECIE	Joya El Matazano, Abelines, Cuhilla, El Coyol, El Carbon, Lindolfo	Mejorar las opciones económicas de productores locales
Proyecto de Apicultura. 10 Apiarios	CODECA FAO PRODENOR	Cuenca del río Gualabo.	Proporcionara asistencia técnica para la construcción de 10 apiarios con 30 colmenera.
Los conflictos ambientales relacionados con el agua de los ríos Yamabal y Gualabo	CHF-PARTNERS FUNDE	Cuenca DEL río Gualabo y Yamabal	Resolución de conflictos
Desarrollo y manejo de los recursos hídricos del río Grande de San Miguel	CND JICA	Cuenca del río Grande de San Miguel. Proyecto regional	Control de inundaciones Sistema de irrigación en 13,000 ha.

Como se menciona en el cuadro anterior, en la cuenca del río Gualabo ya se está implementando un sistema de cobro y pago por servicios ambientales por parte de la municipalidad de Yamabal, con el apoyo de CODECA y PASOLAC. Esta experiencia piloto se describe a continuación citando el documento de Ardón y Barrantes (2003).

Experiencia de Acción Piloto (AP) de PSA, Municipio de Yamabal

Esta experiencia de PSA busca el desarrollo de un proceso demostrativo de gestión, conservación y aprovechamiento de los recursos hídricos de las Microcuenca del Río Gualabo, que constituye la principal fuente de abastecimiento para el sistema de suministro de agua de la Comunidad de Yamabal, localizada aguas abajo de esta microcuenca. La microcuenca del Río El Gualabo también provee agua para la actividad agrícola y ganadera aguas abajo, donde se localiza la fuente de agua que abastece el servicio de suministro de agua para comunidad de Yamabal. Asimismo, las familias que viven en áreas rurales dentro de la microcuenca, se abastecen de agua de pequeños nacimientos generalmente localizados próximos a las viviendas.

Un aspecto que favorece el contexto más amplio de esta Acción Piloto de PSA, es que está siendo apoyada por el Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de Centro América (PASOLAC) y liderada por la ONG local Coordinación de Comunidades para el Desarrollo del Cacahuatique (CODECA), que cuenta con experiencia de trabajo en la zona. CODECA, ha asumido como enfoque de planificación, la unidad de microcuenca y dentro de sus perspectivas más amplias visualiza el trabajo a futuro, hacia un proceso de articulación de las tres municipalidades que tienen jurisdicción sobre tres microcuencas contiguas, dentro de las cuales se ubica en el centro la Microcuenca del Río Gualabo y que conforman una región importante para el mantenimiento del caudal del Río Grande de San Miguel.

El nacimiento donde se ubica la toma para el acueducto que abastece a Yamabal, se localiza en la porción izquierda de la zona alta de la microcuenca. El mismo abastece el sistema de distribución con capacidad de almacenamiento de 200 metros cúbicos de agua, que abastece a unos 95 a 100 usuarios de la cabecera municipal. El agua se distribuye a la población por un periodo de 3 horas diarias (dos por la mañana y una por la tarde). El servicio de suministro de agua de Yamabal, es manejado y administrado por la Alcaldía Municipal y en la actualidad sólo cuenta con un 5% de mora en el pago de las cuotas por parte de los usuarios.

Los logros alcanzados en el contexto en que tiene lugar esta Acción Piloto de PSA, han dado lugar a una alta valoración de la experiencia, debido a los siguientes factores:

1. Con financiamiento de PASOLAC (y otras fuentes complementarias como el Corredor Biológico Mesoamericano y el PNUD) se ha logrado la realización de los estudios y documentos específicos previos sobre Diagnóstico, Valoración Económica del Servicio de Suministro de Agua, Diagnóstico Hidrológico de la Microcuenca, Plan Tecnológico y Plan de Manejo de la Microcuenca del Río Gualabo.
2. Se ha elaborado una ordenanza municipal para promover el mecanismo de PSA dentro de la jurisdicción de Yamabal y se está negociando la adopción del mismo mecanismo por parte de las municipalidades de Guatajiagua y Sensembra.
3. Algo importante que se rescata de los estudios de valoración económica del agua, es la disposición generalizada de la población a participar en esquemas de pago para la protección de bosques y obras de conservación de suelos. Más del 62% de los consultados mostraron disposición a pagar, y esa disposición de pago adicional, representa cerca del 40% de lo que se paga en promedio en la actualidad. Este es un factor favorable en la implementación del pago por servicios ambientales, que se está promoviendo y puede ser un aspecto a considerar en el ajuste de la tarifa de aguas.
4. La capacidad del servicio de suministro de agua, bajo una calendarización regular, convierte al mecanismo de PSA en una instancia viable para promover la participación en la conservación de la microcuenca de los pobladores que se benefician del servicio de suministro de agua en Yamabal.
5. Es la única experiencia en donde los estudios, han sido articulados en una presentación consolidada sobre el avance de la acción piloto. Esto tiene mucho que ver con el logro de cierta eficacia, para dar a conocer los avances de la experiencia sobre el enfoque de PSA y poder incidir hacia diferentes niveles.
6. Los líderes y autoridades municipales están anuentes y participando activamente en instancias de acción y promoción del mecanismo de PSA a nivel municipal, intermunicipales, departamentales y a nivel de país, como la Mesa Nacional sobre PSA de El Salvador.

La continuidad del proceso de sistematización de esta Acción Piloto de PSA, cuenta con el potencial para ir generando y afinando recursos didácticos y de comunicación, para el desarrollo de protocolos de capacitación, en lo que respecta a gestión participativa de servicios de provisión de agua y conservación de los recursos naturales, que pueden ser extrapolables para la promoción de nuevas Acciones Piloto de PSA, hacia ámbitos cada vez más amplios. La dispersión político administrativa de la microcuenca en la jurisdicción de tres municipios, que no se han llegado a poner de acuerdo en cuanto a la gestión de la microcuenca bajo una perspectiva unificada, constituye otro de los aspectos a superar hacia el futuro, para el desarrollo de esta acción piloto de PSA.

Análisis sobre valoración económica del agua y otros estudios como base para la implementación de PSA

Para la promoción del mecanismo de pago por servicios ambientales en Gualabo, se desarrolló el estudio “Valoración económica del suministro de agua en la Microcuenca del Río El Gualabo, Morazán, El Salvador”, que se esperaba que sirviera de base en la implementación del mecanismo. En la revisión actual de la experiencia, se hizo un análisis de dicho estudio con el fin de identificar los principales aportes que brinda para un proceso de implementación. El análisis se concentró en los aspectos biofísicos de la oferta, la valoración económica empleada y la disposición de pago que sustentaría el pago por el

servicio ambiental hídrico. Seguidamente se presentan los resultados del análisis de los aspectos considerados:

Oferta hídrica de la Microcuenca Río Gualabo. La precipitación promedio significa 49.71 millones de m³ anuales. La evapotranspiración se estima en 80% o más; es decir, de los 49.71 millones. m³/año de precipitación, 39.77 millones. m³/año no estarán disponibles. Por lo anterior, la oferta disponible en la microcuenca El Gualabo es de 9.94 millones. m³/año para escurrimiento superficial y recarga de acuíferos. Del volumen de oferta disponible, no se estimó el nivel de infiltración y recarga para la Microcuenca El Gualabo. De este modo, resulta pertinente contar con estimaciones sobre el volumen que representa el potencial de recarga. Sólo así se pueden hacer los balances entre la oferta hídrica disponible y la demanda social de agua, para las distintas fuentes: superficial y subterránea, con el fin de evaluar si con el nivel de aprovechamiento de agua, se está ante un déficit o superávit y en qué tipo de fuente.

Valoración económica. Para la promoción del pago por servicios ambientales en la Microcuenca del Río El Gualabo, se hizo una valoración económica aplicando el análisis de disposición de pago directamente. No se presenta un análisis de los costos que significaría la protección de bosques y las obras de conservación de suelos, lo que impide realizar una comparación en la disposición de pago y dichos costos.

Disposición de pago. Se hizo un análisis de disposición de pago aplicando 164 encuestas y considerando una significancia estadística de 10%. Según el estudio, el 62.20% está dispuesto a pagar un monto adicional en la tarifa de agua, para proteger bosques y realizar obras de conservación de suelos. De los que dijeron no estar dispuestos a pagar, la principal razón para negarse a pagar un monto adicional, obedece a la situación económica (76.50%) y un número reducido cree que no es responsabilidad de ellos (19.56%). La disponibilidad de pago estimada es de 12.06 colones/mes/familia. De la encuesta de disposición de pago, se determinó que el gasto promedio por familia es de 30.26 colones/mes. Mientras tanto, el ingreso estimado es de 1,158.4 colones/mes.

La disposición de pago adicional representa cerca del 40% del promedio de pago actual por el servicio de agua que reciben las familias. De esta manera se puede plantear un ajuste en la tarifa actual de acuerdo con la disposición de pago estimada. Sin embargo, también hay que plantearse la opción de que todos los usuarios del agua paguen un monto para protección, aunque no sean abastecidos por el sistema de abastecimiento actual. Es decir, que los usuarios independientes también paguen por el servicio ambiental hídrico.

Dos de los estudios (valoración económica y estudio hidrológico) realizados ponen en perspectiva una visión de por lo menos tres microcuencas vecinas dentro del complejo denominado Cacahuatique, lo que facilitara el manejo de información al momento de involucrar al resto de municipios en una iniciativa de PSA más amplia. El diagnóstico socio económico logra una buena aproximación a la problemática de la comunidad, pero descuida el hacer énfasis en cuales serían los factores potenciales locales para el desarrollo de una acción piloto fundamentada en lo local, en términos generales, se puede visualizar un diagnóstico centrado unilateralmente en las carencias. El plan de manejo está fuertemente fundamentado en la excelente información biofísica, pero el mismo está planteado bajo propuestas generales, que deberán ser operacionalizadas en planes de acción definidos y consensuados en un trabajo detallado a nivel de base.

Percepción, valoración, resultados y replicabilidad de la experiencia de PSA

Se cuenta con ordenanza municipal aprobada por el Consejo de Yamabal, pero que se está promoviendo entre las alcaldías de Guatajiagua y Sensembrera, para que sea retomada por ellas y aplicada en lo que les corresponde, dentro de la cobertura territorial de la Microcuenca del Río El Gualabo. La microcuenca cuenta con los estudios biofísicos más completos de todas las Acciones Piloto promovidas por PASOLAC en los tres países (Honduras, Nicaragua y El Salvador). Lo cual es un buen punto de partida para la caracterización de la microcuenca y la definición de las acciones de manejo a desarrollar junto a los pobladores locales y las autoridades municipales.

Se puede manifestar, que la AP de PSA en la Microcuenca del Río Gualabo, parte de haber dado prioridad a la elaboración de los estudios sugeridos dentro de la estrategia metodológica del PASOLAC e incluso paralelamente, han ido incidiendo en la conformación de instancias de nivel regional, nacional. A nivel municipal se tiene una ordenanza municipal emitida por la Municipalidad de Yamabal y se esta

promoviendo la iniciativa para que sea retomada y suscrita por las municipalidades de Guatajiagua y Sensembra. Queda pendiente el abordaje a los usuarios y oferentes de la Microcuenca del Río Gualabo como parte de la implementación del plan de manejo ya elaborado. A la fecha se reporta la elaboración de 40 planes de finca para garantizar el manejo adecuado de las fincas y que sirva de instrumento para toma de decisiones del pago a los productores por los Servicios Ambientales generados.

La implementación de un Plan de Manejo de la microcuenca, consensado con la población y autoridades locales, dentro de una Acción Piloto de PSA, puede contribuir a reducir los impactos de los cambios que se avecinan, en cuanto al cambio de manejo del espacio y de las actividades productivas que paulatinamente, se van dando dentro de la microcuenca.³⁷ Los potenciales aspectos que pueden influenciar cambios tecnológicos y de manejo del espacio en la microcuenca son:

1. La tendencia de avance del cultivo de guineo, hacia los espacio de café y guamiles en la zona media y alta de la microcuenca, como consecuencia de la depresión de los precios del café.
2. La ampliación de la brecha carretera que va por el parte-aguas izquierdo de la microcuenca hasta la comunidad de Izletas. Esto facilitará la modificación de la disposición de invertir en nuevas actividades productivas o ampliar las que ya se realizan, porque facilitará el transporte de la producción hacia el mercado local, regional y nacional.
3. El limitado acceso al agua para irrigación de cultivos, talvez será el factor más limitante para la expansión de las actividades productivas.
4. La experimentación en pequeña escala de algunos productores, con intentos de diversificación productiva agrícola, que han implementado algunas prácticas de conservación de suelos, pero con un componente de uso de insumos químicos, puede incidir en la contaminación dentro de la microcuenca.
5. La posibilidad de implementación de proyectos de captación de agua para usos múltiples a lo largo de la microcuenca financiados por BID, es otra de las iniciativas que de implementarse, con seguridad cambiarán los patrones de manejo e impacto ambiental dentro de la microcuenca.

Es por eso que una Acción Piloto de PSA bien articulada a nivel de las comunidades y de las autoridades locales, puede constituir un marco adecuado para la implantación coherente con el desarrollo sostenible de la microcuenca. Las perspectivas de acompañamiento que hacia el futuro, se plantea CODECA para su trabajo en la microcuenca son acciones como:

- Manejo integral de la microcuenca, pero priorizar las acciones en la conservación de la zona alta de la microcuenca en donde están los nacimientos y la conservación de las fincas de café, que progresivamente están avanzando hacia el cultivo de banano de unos tres tipos.
- Declaración de zonas de veda (orilla del río y ojos de agua).
- Reforestación.
- CODECA tiene algunas iniciativas de promover el cultivo de frutales entre un cierto número de productores todavía muy reducido (mango, limón, naranjas).
- Promover prácticas de MSSA en agricultura en laderas.
- Promover el establecimiento de bosque para leña.
- Manejo de desechos sólidos y líquidos.
- Iniciativas de ordenamiento micro territorial.
- Mantener y mejorar bosques de galería.
- Promover marcos normativos de uso de los recursos a nivel local.
- Concentrar esfuerzos en la aplicación de la ordenanza municipal.
- Desarrollo de una estrategia de cosecha, conservación y aprovechamiento de agua y humedad dentro de la microcuenca, con actividades concretas a nivel de familia y de comunidades. Es conveniente la capacitación anticipada de pobladores locales en la cosecha conservación y aprovechamiento de agua. Para esto existen dos experiencias con algunas propuestas alternativas: En la experiencia de El Regadío, Nicaragua, existen dos campesinos capacitados en cosecha, almacenamiento y aprovechamiento del agua, que fueron capacitados dentro de una iniciativa de Las Escuelas Móviles de Manejo del Agua, promovidas por el Proyecto TROPISec en Nicaragua. La otra experiencia más aplicada de cosecha, conservación y aprovechamiento de agua en la agricultura, la tiene la organización COSECHA en Honduras.
- La posibilidad de promover una iniciativa para la reforestación de los entornos próximos a los pozos localizados en la zona baja. Esto también está siendo considerado en la ordenanza municipal que se está emitiendo.

³⁷ Ob. Cit.

- Hay mucho trabajo que se puede hacer en la restauración de cercas vivas con la diversidad de plantas, ya existente y la experiencia de manejo con que se cuenta en el uso de plantas como: jote, piñas de cerco, izote, caulote, chilamate, manzana rosa, madreño, etc. Esta es una tarea que debe ser tomada en cuenta ahora que con la ampliación de la carretera, se han eliminado muchas cercas vivas y existe material vegetativo que se puede utilizar en la restauración de las nuevas cercas a la orilla de la carretera ampliada.
- Promoción de prácticas alternativas para el incremento de la materia orgánica en las parcelas de cultivo.
- Incrementar la iniciativa de promover la siembra de frutales dentro de los solares y parcelas de los productores, pero asegurándose de colocar en los agujeros una buena reserva de materia orgánica en diferentes niveles de descomposición que puede ayudar al establecimiento de huertos con servicios múltiples para la unidad familiar y la comunidad.

El establecimiento de parcelas de propagación de material vegetativo para la conservación de los suelos, es una acción que debe iniciarse lo más pronto posible, de tal manera que al iniciar un proceso más amplio de promoción de las prácticas, se cuente en la microcuenca con el material disponible.

XXIII. Impactos sociales y ambientales del proyecto

En cuanto a los impactos sociales y ambientales del proyecto, existen varios elementos relevantes a considerar para el desarrollo de proyecto del SCPSA para el caso del río Gualabo, a saber:

- Que la población considerada dentro de la microcuenca sean conocedores del significado e implicaciones del SCPSA
- Que los pobladores reconozcan la necesidad de pagar para lograr mejoras en cantidad y calidad del recurso agua, y
- Realizar estudios de disponibilidad de pago y valoración económica de uso del agua para consumo y recreación

Bajos estas consideraciones y las medidas propuestas sobre las mejoras técnicas con relación a los usos de la tierra, se pueden prever impactos sobre la diversidad biológica, la sociedad local, el balance hídrico y la belleza escénica del paisaje. Impactos que generarán beneficios al largo plazo, sí los pobladores se empoderan de la conceptualización, manejo y seguimiento del uso del SCPSA.

No obstante, las preocupaciones/necesidades de la sociedad local se enmarcan en los siguientes aspectos:

- Desempleo
- Ampliación de la cobertura de servicio de agua
- Servicio continuo del agua
- Contaminación por fuentes puntuales y no puntuales en el río
- Servicios de salud y educativos deficientes
- Infraestructura

Sin embargo, los diferentes cambios propuestos a los actuales sistemas productivos y usos de la tierra supone, en primer lugar, aumentar la rentabilidad de los sistemas de producción para generar confianza en la agricultura como negocio y generadora de servicios ambientales. En segundo lugar, pero de manera concomitante, asegurar que los aumentos de rentabilidad no provoquen deterioro ambiental y beneficien a la mayoría de familias dentro de las comunidades. Esto implica mantener y mejorar la fertilidad de los suelos, optimizar el uso y calidad del agua, lograr un balance en cuanto a la extracción y regeneración de los recursos vegetales y animales, generar empleos y abaratar los costos relativos de los alimentos. Solamente así se logrará desarrollar agroecosistemas que sean: *ambientalmente amigables, socialmente equitativos y aceptables y económicamente rentables*.

Los tres aspectos mencionados, concebidos en equilibrio dinámico y como un conjunto, constituyen la base para lograr una agricultura sostenible, considerada ésta como un impacto significativo para los objetivos del proyecto.

Debe tomarse en cuenta que la organización social y el grado de cohesión existente en la zona puede y debe influir en el tiempo que tarden los impactos para ser verificables y cuantificables. En la cuenca de Coatepeque, la organización de la sociedad presenta cierto grado de desarrollo, sin embargo la cooperación y coordinación entre las organizaciones de la zona es muy débil, lo cual podría significar un obstáculo en la gestión y manejo racional que se haga de los recursos naturales en la cuenca.

En el mediano y largo plazo el sistema de CPSA tiene un impacto social positivo ya que implica el cambio en los patrones productivos y económicos existentes, sistema social organizativo y sobre todo las relaciones sociedad - recursos naturales; es decir nuevas formas de percepción y conocimientos para el buen uso y explotación de los recursos naturales. Que a la vez deja un impacto social en tanto que pretende la sostenibilidad en calidad y cantidad de los recursos hídricos para la presente y futuras generación. Además mejoraría los sistemas productivos generando mejores condiciones económicas para pequeños y medianos propietarios. El mantenimiento de las áreas de cafetales también sostendrían el empleo en las zonas y el cultivo de especies maderables y frutales también dejaría un beneficio económico muy importante para la población.

El impacto negativo puede considerarse si se implementan cobros por servicios ambientales y la oferta de los servicios de los mismos no es mejorada tal como se propone. Otro peligro que podría surgir es un

conflicto social entre los sectores con diferente capacidad de pago, ya que ello implica que la población usuaria de los servicios que tiene capacidad de pago es la que tiene derecho a la oferta de los servicios ambientales.

XXIV. Marco legal e institucional actual

Aspectos institucionales en el ámbito nacional

La implantación de un SCPSA debe partir de un marco institucional claro y moderno que contemple el reconocimiento de los servicios ambientales, la obligación de compensarlos, la forma de sancionar los delitos contra el ambiente y la creación de instrumentos económicos que incentiven la protección de las áreas naturales como proveedoras de los servicios ambientales. Para una correcta formulación de este marco jurídico, no sólo se debe contar con una ley general moderna, tal y como es el caso de El Salvador con su Ley de Medio Ambiente, sino que debe confirmarse que una ley general del ambiente esté complementada por leyes afines al sector (Ej. Agua y recursos naturales, ordenamiento territorial y desarrollo local, etc.) para darle el carácter integral necesario. Además, se debe diagnosticar cuáles ámbitos de la legislación nacional incentivan o por el contrario desestiman la protección y conservación de los ecosistemas, ya que mucho del deterioro del medio natural y la pérdida de bosques experimentadas en el pasado no se debe tanto a la ausencia de legislación pro-ambiental, sino más bien a la existencia de leyes y mecanismos de incentivo a ciertas actividades agropecuarias, de explotación forestal y hasta de desarrollo urbanístico que aceleraron la explotación insostenible de los recursos naturales, y que por lo tanto se constituyen en incentivos perversos al ambiente.

Para que el Sistema de Pago por Servicios Ambientales tenga viabilidad, debe existir un marco organizacional que responda a las siguientes funciones estratégicas:

- ✓ Función rectora de la política ambiental
- ✓ Función coordinadora de la política forestal
- ✓ Función administradora de las áreas nacionales de conservación
- ✓ Función de representación del sector privado
- ✓ Función de pago y financiamiento de servicios ambientales
- ✓ Función de monitoreo, evaluación y certificación del cumplimiento de las responsabilidades de prestación de los servicios ambientales
- ✓ Función de promoción y comercialización de los servicios ambientales
- ✓ Función de establecimiento de tarifas y de labores de cobro de servicios ambientales relacionados al agua; suelo; prevención de desastres; recreación y ecoturismo

A continuación se describen cada una de las funciones antes indicadas.

Función rectora de la política ambiental

El SCPSA opera a partir de las directrices de la autoridad rectora del ambiente, es decir, el MARN. El MARN debe contar con el marco institucional apropiado, y con una política ambiental y una estrategia de aprovechamiento de los recursos naturales definidas. Su responsabilidad es la supervisión del cumplimiento de las funciones asignadas a las diversas organizaciones involucradas en el SCPSA. Esto implica las tareas de planificación, coordinación, asesoría, y control de dichas organizaciones. Adicionalmente, implica la responsabilidad del MARN en torno a la definición de las fuentes de financiamiento para el SCPSA, donde pudieran incluirse los fondos provenientes de la compensación ambiental contemplada en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Función coordinadora de la política forestal

El sector forestal puede participar en el SCPSA en lo que se refiere a la definición de planes de manejo forestal, el aprovechamiento sostenible de la madera y las acciones propias de protección y conservación del bosque, bajo la coordinación del Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En este sentido, las instituciones autónomas adscritas al MAG, tales como el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), también deberían facilitar la asistencia técnica necesaria a los agroforestadores para que logren diseñar programas y proyectos compatibles con la participación en un SCPSA, incluyendo la certificación.

Función administradora de las áreas nacionales de conservación

La administración de las áreas nacionales de conservación debería estar a cargo del MARN, a través de su integración en un Sistema de Areas Protegidas, en el cual deberán definirse las áreas principales en términos de conservación de la biodiversidad, las cuales deben permanecer bajo manejo Estatal, así como las áreas complementarias para usos de educación y ecoturismo, las cuales pueden estar bajo manejo de las municipalidades, ONG's y propietarios particulares.

Función de representación del sector privado

El sector privado puede estar representado por diferentes cámaras, asociaciones de desarrollo, organizaciones gremiales o propietarios independientes que serán los gestores de los planes de prestación de servicios ambientales en las áreas de propiedad privada.

Función de pago y financiamiento de servicios ambientales

Dicha función se refiere a la administración de los fondos del SCPSA. En este sentido, sería conveniente un administrador descentralizado de dichos fondos, a través de la figura de un fideicomiso de carácter nacional, bajo la supervisión en los aspectos técnico ambientales del MARN, y con la participación en la administración del mismo, que a su vez pueda operar los distintos proyecto o "cuentas" en el ámbito local.

Sus funciones incluirían:

1. Definir los planes de largo plazo y presupuesto anual para la operación del fondo.
2. Diseñar una estrategia y plan de acción para la gestión de fondos en el ámbito nacional e internacional.
3. Identificar a los beneficiarios de los recursos del fondo de acuerdo con las políticas y áreas naturales prioritarias definidas por el MARN.
4. Financiar la asistencia técnica para la formulación de planes de manejo.
5. Establecer contratos con los propietarios de las áreas naturales definidas como prioritarias por el MARN para servicios ambientales, incluyendo las obligaciones adquiridas a través de planes de manejo para éstas.

Función de monitoreo, evaluación y certificación del cumplimiento de las responsabilidades de prestación de los servicios ambientales

Debe existir un ente independiente que se encargue del monitoreo, evaluación y certificación del cumplimiento de las obligaciones adquiridas a través de los planes de manejo, el cual puede ser de carácter estatal, incluyendo al Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) para todos los aspectos hidrogeológicos, y al MARN para los aspectos de biodiversidad; de carácter académico-universitario; de carácter de sociedad civil organizada sin fines de lucro (Asociaciones y ONGs); o de empresa privada (incluyendo consultores independientes).

Función de promoción y comercialización de los servicios ambientales

La labor de promoción y comercialización de los servicios ambientales se enfoca a la gestión de fondos en el ámbito internacional, para el servicio de mitigación del cambio climático o secuestro de carbono atmosférico en el marco del Protocolo de Kyoto. Esta labor debería de ser desarrollada por el MARN a través de la Oficina de Desarrollo Limpio.

Función de establecimiento de tarifas y de labores de cobro de servicios ambientales relacionados al agua; suelo; prevención de desastres; recreación y ecoturismo

La responsabilidad por el establecimiento de las tarifas y de las labores de cobro de los servicios ambientales recaen sobre el gobierno, ya sea en el ámbito nacional a través del MARN, o en el ámbito local a través de las municipalidades. Estas responsabilidades podrían ser delegadas operativamente en las organizaciones de cuenca, contempladas en la Ley de Medio Ambiente.

Funciones del SCPSA y responsables institucionales:

<i>Función rectora de la política ambiental</i>	✓ Nacional: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
	✓ Regional/local: MARN; Municipalidades

<i>Función coordinadora de la política forestal</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: <ul style="list-style-type: none"> a. Asesoría de producción y reglas de certificación = MAG; b. Supervisión de la conservación de la biodiversidad = MARN ✓ Regional/local: <ul style="list-style-type: none"> a. Asesoría de producción y certificación = MAG, Empresas y consultores, Asociaciones privadas; b. Supervisión de aspectos de biodiversidad = MARN, Empresas y consultores, Asociaciones privadas
<i>Función administradora de las áreas nacionales de conservación</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: MARN ✓ Regional/local: MARN; Municipalidades y Asociaciones
<i>Función de representación del sector privado</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: ANEP, Cámara de Comercio, AMPES, etc. ✓ Regional/local: Empresas locales; Asociaciones Gremiales y Cooperativas
<i>Función de pago y financiamiento de servicios ambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: Fondo (<i>fideicomiso</i>) nacional de pago por servicios ambientales ✓ Regional/local: Cuentas locales
<i>Función de monitoreo, evaluación y certificación del cumplimiento de las responsabilidades de prestación de los servicios ambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: SNET; MARN ✓ Regional/local: Universidades; ONGs; empresas y consultores independientes
<i>Función de promoción y comercialización de los servicios ambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: MARN ✓ Regional/local: Municipalidades; Asociaciones privadas o mixtas; Organizaciones de Cuenca
<i>Función de establecimiento de tarifas por servicios ambientales relacionados al agua; suelo; prevención de desastres; recreación y ecoturismo</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: MARN ✓ Regional/local: Municipalidades; Asociaciones privadas o mixtas; Organismos de Cuenca

Adicionalmente, dadas las tendencias actuales de modernización y descentralización del Estado, el enfoque del SCPSA que se propone es descentralizado, en el sentido de que el MARN debe de tener la autoridad para definir las condiciones de las transacciones de pago por servicios ambientales y la potestad por la supervisión, sólo cuando esté financiando o pagando por estos servicios directamente (a través del Fondo nacional de pago por servicios ambientales), y no sobre otros servicios ambientales que puedan transarse libremente en el ámbito local y entre privados. Por lo tanto, se recomienda empezar con el SCPSA de forma descentralizada, a través del actual marco institucional de los gobiernos locales (Código Municipal), y aprovechando la iniciativa del MARN de los Organismos de Cuenca, como asociaciones mixtas (público – privadas), con atribuciones en el ámbito regional y local para la gestión integrada de los recursos naturales en general, y del agua en particular.

Esto significa que las municipalidades y las asociaciones mixtas (incluyendo a las Organizaciones de Cuenca) deben fungir como las organizaciones y actores líderes de los procesos de desarrollo regional y local, fundamentados en la gestión sostenible de los recursos naturales y en un sistema de pago por servicios ambientales. Para lograr esto, deberán contar con el marco institucional de los gobiernos locales, así como el del gobierno central, y en especial a través del MARN, incluyendo la actual Ley de Medio Ambiente, y las aún pendientes Ley de Organizaciones de Cuenca y Ley General del Agua, así como con la Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (actualmente en elaboración).

Río Gualabo

Como ya se mencionó anteriormente, para el caso específico del Río Gualabo se da la peculiaridad de que la microcuenca del mismo es compartida por tres municipios, siendo estos Guatajiagua, Sensembra y Yamabal. En este sentido, la gestión territorial de la cuenca deberá buscar la alianza entre dichos municipios, pudiendo tomar la forma de una asociación de los mismos, o a través de la creación de un ente conjunto de carácter mixto (asociación pública – privada), tal como podría ser un organismo de cuenca. El ámbito de las competencias municipales, incluyendo las referidas a la gestión territorial y el manejo de los recursos naturales, así como la figura de las asociaciones entre municipalidades, están contempladas en el Código Municipal vigente. Las municipalidades también tienen ordenanzas propias referidas al cobro de tarifas e impuestos vinculados a las propiedades dentro de su jurisdicción.

Por otra parte, la figura de las asociaciones o fundaciones tienen su propia ley vinculada al Ministerio del Interior (hoy Ministerio de Gobernación), mientras que la figura de los Organismos de Cuenca está contemplada en la Ley de Medio Ambiente.

En este sentido, para la implementación de un Sistema de Cobro y Pago por Servicios Ambientales en la cuenca del río Gualabo se propone el siguiente marco institucional, según las funciones del SCPSA y responsables institucionales antes descritas:

Marco institucionales para un SCPSA en la cuenca del Río Gualabo

<i>Función rectora de la política ambiental</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ✓ Regional/local: Municipalidades de Guatajiagua, Sensembra y Yamabal
<i>Función coordinadora de la política forestal</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: <ul style="list-style-type: none"> a. Asesoría de producción y reglas de certificación = MAG b. Supervisión de la conservación de la biodiversidad = MARN ✓ Regional/local: <ul style="list-style-type: none"> a. Asesoría de producción y certificación = MAG y Asociaciones privadas; b. Supervisión de aspectos de biodiversidad = MARN, y Asociaciones privadas sin fines de lucro tales como CODECA
<i>Función administradora de las áreas nacionales de conservación</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: MARN ✓ Regional/local: MARN; Municipalidades de Guatajiagua, Sensembra y Yamabal, y Asociaciones tales como CODECA
<i>Función de representación del sector privado</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Regional/local: Empresas locales; Asociaciones Gremiales y Cooperativas.
<i>Función de pago y financiamiento de servicios ambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: Fondo (<i>fideicomiso</i>) nacional de pago por servicios ambientales ✓ Regional/local: Cuentas locales
<i>Función de monitoreo, evaluación y certificación del cumplimiento de las responsabilidades de prestación de los servicios ambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: SNET; MARN ✓ Regional/local: Universidades; Asociaciones tales como CODECA; empresas y consultores independientes
<i>Función de promoción y comercialización de los servicios ambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: MARN ✓ Regional/local: Municipalidades; Asociaciones privadas o mixtas; Organizaciones de Cuenca
<i>Función de establecimiento de tarifas por servicios ambientales relacionados al agua; suelo; prevención de desastres; recreación y ecoturismo</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nacional: MARN ✓ Regional/local: Municipalidades de Guatajiagua, Sensembra y Yamabal; Asociaciones; Organismos de Cuenca

XXV. Plan de participación de la sociedad en el desarrollo del proyecto

Los actores que serían claves para el SCPSA, dependen en gran medida del tipo de sistema de oferta y demanda de los servicios ambientales que se identifiquen, así como de los mecanismos que se incluyan en el sistema. Por lo tanto, aquí se han considerado de forma general varios de los actores claves que podrían participar en el sistema.

Asociación Coordinadora para el Desarrollo del Cacahuatique (CODECA). Esta es una fundación legalmente establecida como asociación sin fines de lucro, y desde hace varios años ha venido implementando proyectos de desarrollo ambientales y socioeconómico en la región del Cacahuatique y del río Gualabo, incluyendo la acción piloto de pago por servicios ambientales apoyada por PASOLAC. Cuenta con 36 socios, originarios de las comunidades de la zona del Cacahuatique. Cuenta con 8 socios directivos, que pueden ser reelectos. La estructura administrativa, está constituida por un director ejecutivo, personal técnico y administrativo, que se contrata de acuerdo a las exigencias de los proyectos.

Las cooperativas agropecuarias y asociaciones de regantes. Asociación Cooperativa de Productores Agropecuarios de Yamabal, Guatajiagua y Sensembra (YAGUASEN de R.L); Asociación de Regantes de Río Gualabo; Asociación de Regantes del Río Yamabal. Estas reúnen a pequeños y medianos productores agrícolas, además poseen áreas de café. La participación de éstas organizaciones de agricultores productores facilitaría en gran medida la gestión de contratos de pago de servicios de forma colectiva, lo que permitiría reducir los costos de transacción y facilitar el monitoreo y control de la producción del servicio.

Juntas de agua y/o ADESCOS. Las juntas de agua pueden facilitar el cobro de pagos a los usuarios de los sistemas de agua y gestionar la ampliación y mejoras del servicio.

Alcaldía Municipal: La alcaldía municipal puede tener un programa de cobro a los que hacen uso del agua del sistema de abastecimiento domiciliario así como de los que utilizan el agua del río, así como ejercer el control territorial y regular el uso del suelo.

Pequeños productores y productoras agrícolas. Aquí se hace referencia a las y los dueños de pequeñas parcelas que puedan realizar obras de conservación, y sobre todo aquellos propietarios de parcelas en laderas y en zonas claves de infiltración.

Los contactos establecidos con la mayoría de los actores claves se presentan de manera sintética en la siguiente tabla de acuerdo a las funciones institucionales que podrían desarrollar:

Actores clave	Función institucional	Nombre de Contacto y Cargo	Teléfono
Alcaldía de Yamabal	<i>Función rectora de la política ambiental municipal</i> <i>Función de establecimiento de tarifas por servicios ambientales</i> <i>Función de promoción de los servicios ambientales</i>	Elías Portillo	680-6012
Alcaldía de Sensembra	<i>ídem</i>	Oscar Elvidio Vázquez	680-6039
Alcaldía de Guatajiagua	<i>ídem</i>	Salvador Amaya - Alcalde Sr. Garbalo	658-6216 658-6212

Actores clave	Función institucional	Nombre de Contacto y Cargo	Teléfono
Asociación Coordinadora de Comunidades para el Desarrollo de Cacahuatique (CODECA)	<i>Función administradora de las áreas de conservación</i> <i>Función de monitoreo, evaluación y certificación del cumplimiento de las responsabilidades de prestación de los servicios ambientales</i>		654-1387
Fundación Ignacio Ellacuría	ídem		658-6156
Fundación Segundo Montes	Ídem	Miguel Ventura – Director	260-2710 260-8738
Asociación Cooperativa de Productores Agropecuarios de Yamabal, Guatajiagua y Sensembra (YAGUASEN de R.L)	<i>Función de prestación de servicios ambientales (implementación de prácticas productivas agroecológicas y de conservación de la biodiversidad)</i>	Santiago Guevara	680-6114
Asociación de Regantes de Río Gualabo	Ídem	Maria Luisa Vigil Mario Santos Martínez	680-6347 680-6368
Asociación de Regantes del Río Yamabal	Ídem	Manuel Oscar Joya	680-6319
Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA) – MAG	<i>Función coordinadora de la política forestal</i> <i>Asesoría de producción y certificación</i>	Santiago Guevara	680-6114

XXVI. Conclusiones y recomendaciones para la ejecución del proyecto

Conclusiones

La zona del río Gualabo forma parte de la cuenca alta del Río Grande de San Miguel, ubicada sobre la falda sur del Cerro o Complejo hídrico del Cacahuatique, que cumple como la función clave de captación de la precipitación e infiltración del servicio ambiental de mantenimiento del ciclo hidrológico, tanto en el ámbito local (micro-cuenca del río Gualabo) como en el ámbito regional de la cuenca del Río Grande de San Miguel.

En este sentido, será conveniente identificar de forma más precisa los criterios que permitan la delimitación técnica del área de la cuenca alta. En términos de maximizar la infiltración y minimizar los deslaves e inundaciones, la cobertura óptima de la cuenca alta debería ser la de un bosque natural maduro.

Adicionalmente, el Cerro Cacahuatique presenta un potencial importante en relación a la conservación y estudio de la biodiversidad, la cual en estos momentos adolece de una falta de estudios científicos de la biodiversidad actual, es decir, de inventarios de las especies de fauna y flora, y de la investigación de su potencial para satisfacer las necesidades de las poblaciones locales, que permitan su valoración económica.

Sin embargo, el potencial del Cacahuatique está siendo seriamente amenazado por el avance de la frontera agrícola de cultivos de subsistencia de granos básicos, así como de la deforestación causada por los incendios y talas ilegales.

Recomendaciones

La cuenca del río Gualabo ofrece una oportunidad de fortalecer y ampliar la iniciativa existente en cuanto a al sistema de cobro y pago por servicios ambientales ya establecido por la municipalidad de Yamabal con el apoyo de CODECA y PASOLAC. Por el lado de la oferta, se pueden definir a los principales proveedores del servicio de conservación como a los propietarios de las áreas naturales de las principales zonas de captación del agua y a las áreas de recarga hídrica en la parte alta de la cuenca.

Adicional a esto, el recurso hídrico es utilizado por las comunidades ubicados en las zonas adyacentes al río, a partir de nacimiento y ojos de agua, los cuáles deben de ser igualmente protegidos en cuanto a sus áreas de captación y recarga hídrica. En este sentido, en un primer momento se debería pensar en alternativas para el abastecimiento del agua potable en la zona, lo cual se podría lograr sobre todo en las zonas rurales (cantones y caseríos) a través de la rehabilitación de nacimientos, ojos de agua y manantiales de la zona, incluyendo su protección y la conservación de las áreas de captación e infiltración de los mismos, en donde los beneficiarios serían los usuarios del agua (comunidades), y los proveedores serían los protectores y conservadores de las áreas naturales que conforman las áreas de captación e infiltración de las fuentes, las cuales se deberán definir técnicamente de la forma más precisa posible.

En un segundo momento, y dado el caso de no existir otras alternativas de abastecimiento de agua potable, se deberían apoyar programas para reducir la contaminación directa que recibe el río, principalmente de aguas servidas y negras, de actividades agro-productivas que utilizan agroquímicos (fertilizantes y pesticidas), así como de actividades pecuarias mal manejadas. Paralelamente se deberían instalar sistemas de potabilización del agua y de recolección y disposición adecuada de los desechos sólidos (basura), para los cuales se deberían cobrar tasas por parte de ANDA o de la alcaldía municipal (según sea el caso como responsable de proveer dichos servicios).

En estos casos, los beneficiarios a quienes se debería cobrar serían las comunidades usuarias de los sistemas de agua, y los proveedores de servicios ambientales serían los productores agropecuarios que adopten prácticas amigables con el medio ambiente, al reducir el uso de fertilizantes y pesticidas petroquímicos y sustituirlos por productos orgánicos, así como por cultivos permanentes que aumenten la infiltración.

Anexos

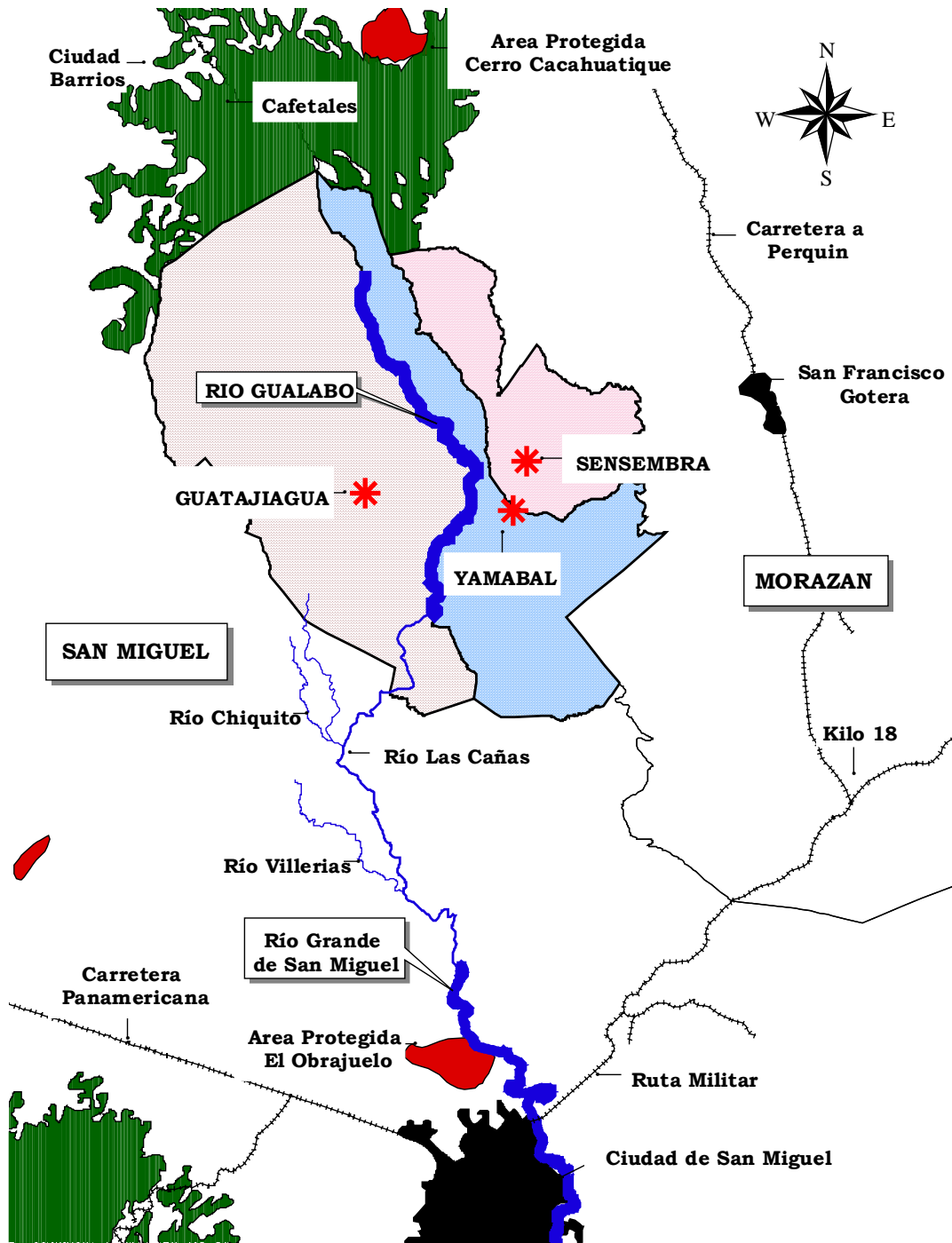
Mapas

- 1) Plano topográfico de ubicación y delimitación de la cuenca del Río Gualabo
- 2) Mapa de ubicación geográfica del Río Gualabo
- 3) Mapa de uso actual del suelo en la cuenca del río Gualabo

Tablas

- Tabla No. 1. Demanda actual de agua para consumo humano en la cuenca del Río Gualabo.
- Tabla No. 2. Demanda actual de agua para riego en la cuenca del Río Gualabo.
- Tabla No. 3. Demanda potencial de agua para riego en la cuenca del Río Gualabo con usos propuestos.
- Tabla No. 4. Calculo de la evapotranspiración real mensual en función del uso del suelo para las condiciones actuales.
- Tabla No. 4.1 Calculo de la evapotranspiración real mensual en función del uso y humedad del suelo para las condiciones óptimas de los usos de la tierra propuestos por el proyecto
- Tabla No. 5. Determinación de la evapotranspiración real anual y su distribución mensual
- Tabla No. 6. Calculo de precipitación promedio mensual en base a peso de distribución areal por polígonos de Thiessen para la cuenca del río Gualabo
- Tabla No. 7. Determinación de caudal de escurrimiento en el río Gualabo
- Tabla No. 8. Oferta hídrica bajo las condiciones actuales de uso de suelo y las condiciones propuestas de uso de suelo
- Tabla No. 9. Demanda hídrica bajo condiciones actuales
- Tabla No. 10. Demanda hídrica bajo condiciones potenciales de riego y uso propuesto de la tierra en la que se consideran 250 Mz de cultivo en la zona baja y media de la cuenca

Mapa No.2
Ubicación geográfica del Río Gualabo



Fuente: SIG-FUNDE con base a información del MARN

Mapa No.3
Usos del suelo en el Río Gualabo

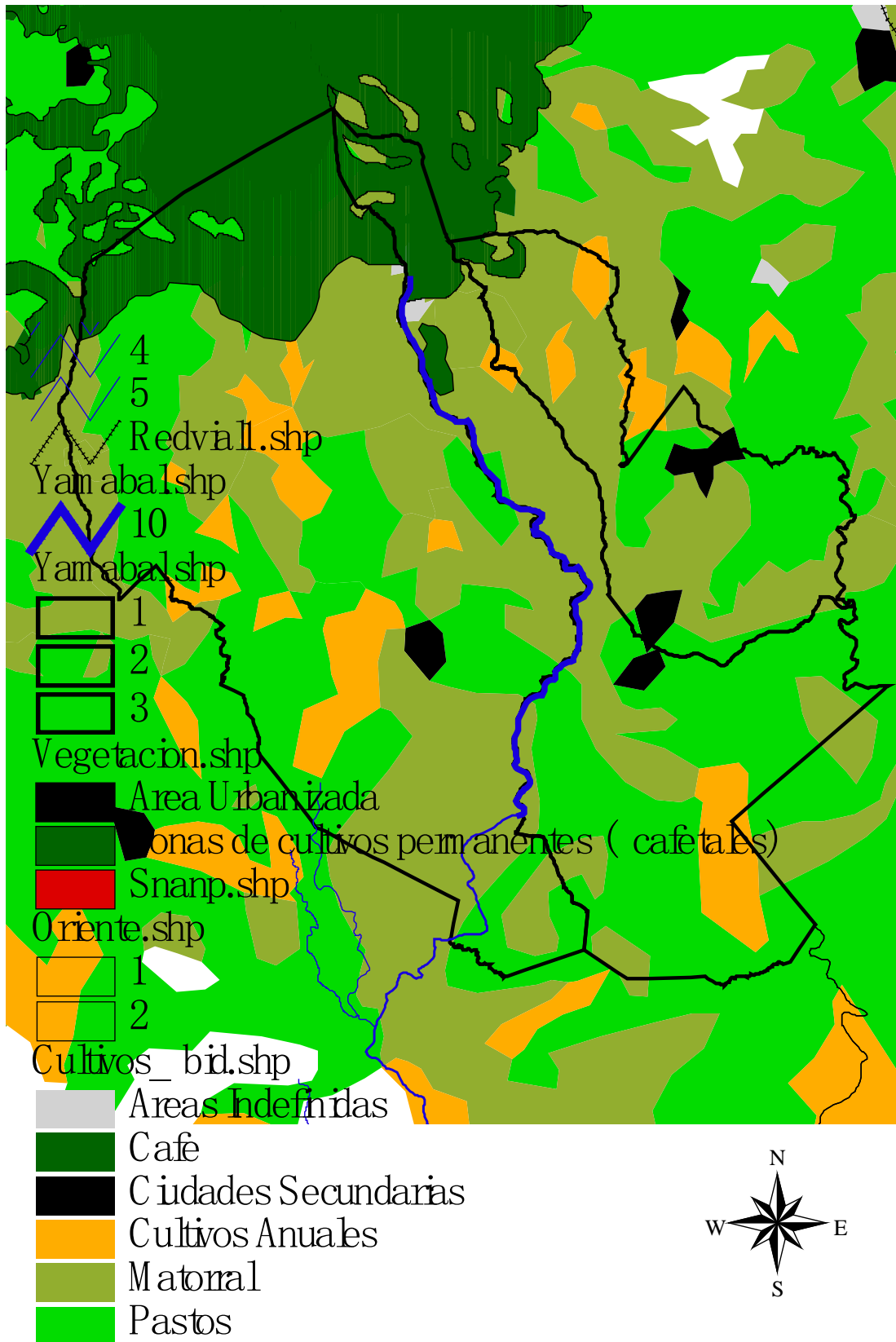


Tabla No. 1. Demanda actual de agua para consumo humano en la cuenca del Río Gualabo.

NO.	MUNICIPIO	POBLACION PROYECTADA	CONSUMO POR HAB. (MT3) / DIA	TOTAL DE CONSUMO DIARIO (MT3/DIA)
1	Guatajiagua	2800	0.15	420
2	Yamabal	1500	0.15	225
3	Sensembra	1200	0.15	180
		5500		825
TOTAL DE CONSUMO DIARIO EN MT3		825.00		
Consumo Mensual (mt3)		24,750.00		
Consumo Anual (mt3)		301,125.00		
Consumo equivalente mensual en mm de lluvia sobre la cuenca		0.91		
Consumo equivalente anual en mm de lluvia sobre la cuenca		11.10		

Tabla No. 2. Demanda actual de agua para riego en la cuenca del Río Gualabo.

CANTIDAD DE MZ	CAUDAL PROMEDIO ACTUAL (lts / seg)	DURACION DE RIEGO POR MANZANA (HORAS)	MT3 / MANZANA	Total (mt3 diarios)
76	15	3	162	12,312.00
Consumo mensual (mt3)	369,360.00			
Consumo anual (mt3) considerando 7 meses de riego al año	2,585,520.00			
Consumo equivalente mensual en mm de lluvia sobre la cuenca	13.61			
Consumo equivalente anual en mm de lluvia sobre la cuenca considerando 7 meses de riego al año	95.27			

Tabla No. 3. Demanda potencial de agua para riego en la cuenca del Río Gualabo con usos propuestos.

CANTIDAD DE MZ	CAUDAL REQUERIDO* (lts / seg)	DURACION DE RIEGO POR MANZANA (HORAS)	MT3 / MANZANA	Total (mt3 diarios)
250	5.2	3	56.16	14,040.00
Consumo mensual (mt3)	421,200.00			
Consumo anual (mt3) considerando 7 meses de riego al año	2,948,400.00			
Consumo equivalente mensual en mm de lluvia sobre la cuenca	15.52			
Consumo equivalente anual en mm de lluvia sobre la cuenca considerando 7 meses de riego al año	108.64			

Caudal Requerido* : Caudal Requerido para una manzana con tres horas de riego y de acuerdo al consumo del ciclo vegetativo del maiz, considerando un 45% de perdidas por riego a traves de canaletas

Tabla No. 4. Calculo de la evapotranspiración real mensual en función del uso del suelo para las condiciones actuales.

AREA DE CUENCA DEL RIO GUALABO : 27.14 KM2

		café	bosque natural	granos basicos y caña de azucar	pastos	matorrales	TOTAL
Area (%)	Variables para cada mes	8	3	7	28	54	100
Area (mt2)		2.17	0.81	1.90	7.60	14.66	27.14
Enero	kc	0.50	0.50	0.50	0.55	0.60	
	ks	0.42	0.42	0.42	0.38	0.35	
	Et	155.92	155.92	155.92	155.92	155.92	155.92
	Etp	6.24	2.34	5.46	24.01	50.52	88.56
	Etr	2.62	0.98	2.29	9.12	17.68	32.70
Febrero	kc	0.50	0.50	0.50	0.55	0.60	
	ks	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	Et	159.90	159.90	159.90	159.90	159.90	159.90
	Etp	6.40	2.40	5.60	24.62	51.81	90.82
	Etr	0.06	0.02	0.06	0.25	0.52	0.91

Marzo	kc	0.50	0.50	0.55	0.60	0.65	
	ks	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	
	Et	196.85	196.85	196.85	196.85	196.85	196.85
	Etp	7.87	2.95	7.58	33.07	69.09	120.57
	Etr	1.10	0.41	0.99	3.97	7.60	14.07
Abril	kc	0.60	0.55	0.65	0.65	0.70	
	ks	0.46	0.5	0.43	0.43	0.4	
	Et	199.61	199.61	199.61	199.61	199.61	199.61
	Etp	9.58	3.29	9.08	36.33	75.45	133.74
	Etr	4.41	1.65	3.91	15.62	30.18	55.76
Mayo	kc	0.60	0.55	0.90	0.90	0.90	
	ks	1	1	1.00	1	1	
	Et	187.66	187.66	187.66	187.66	187.66	187.66
	Etp	9.01	3.10	11.82	47.29	91.20	162.42
	Etr	9.01	3.10	11.82	47.29	91.20	162.42
Junio	kc	1.00	0.60	1.00	0.95	1.00	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	166.27	166.27	166.27	166.27	166.27	166.27
	Etp	13.30	2.99	11.64	44.23	89.79	161.95
	Etr	13.30	2.99	11.64	44.23	89.79	161.95
Julio	kc	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	

	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	176.15	176.15	176.15	176.15	176.15	176.15
	Etp	14.09	3.17	12.33	49.32	95.12	174.04
	Etr	14.09	3.17	12.33	49.32	95.12	174.04
Agosto	kc	1.00	0.55	0.85	1.00	1.00	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	171.15	171.15	171.15	171.15	171.15	171.15
	Etp	13.69	2.82	10.18	47.92	92.42	167.04
	Etr	13.69	2.82	10.18	47.92	92.42	167.04
Septiembre	kc	0.85	0.55	0.80	0.90	0.90	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	147.70	147.70	147.70	147.70	147.70	147.70
	Etp	10.04	2.44	8.27	37.22	71.78	129.75
	Etr	10.04	2.44	8.27	37.22	71.78	129.75
Octubre	kc	0.80	0.50	0.75	0.80	0.85	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	144.33	144.33	144.33	144.33	144.33	144.33
	Etp	9.24	2.16	7.58	32.33	66.25	117.56
	Etr	9.24	2.16	7.58	32.33	66.25	117.56

Noviembre	kc	0.75	0.50	0.70	0.65	0.75	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	138.00	138.00	138.00	138.00	138.00	138.00
	Etp	8.28	2.07	6.76	25.12	55.89	98.12
	Etr	8.28	2.07	6.76	25.12	55.89	98.12
Diciembre	kc	0.65	0.50	0.70	0.60	0.65	
	ks	0.93	1.00	1.00	1.00	0.86	
	Et	145.83	145.83	145.83	145.83	145.83	145.83
	Etp	7.58	2.19	7.15	24.50	51.19	92.60
	Etr	7.05	2.19	7.15	24.50	44.02	84.91

Tabla No. 4.1 Calculo de la evapotranspiración real mensual en función del uso y humedad del suelo para las condiciones óptimas de los usos de la tierra propuestos por el proyecto

AREA DE CUENCA DEL RIO GUALABO : 27.14 KM2

		café en cuenca alta	bosque natural incrementado en la cuenca alta	granos basicos, caña de azucar y cultivos permanentes en asocio con cultivos temporales incrementados en la cuenca baja y media	pastos en la cuenca baja	matorrales y carboneras en la cuenca baja y media	TOTAL
Area (%)	Variables para cada mes	8	28	22	19	23	100
Area (mt2)		2.17	7.60	5.97	5.16	6.24	27.14
Enero	kc	0.50	0.50	0.50	0.55	0.60	
	ks	0.42	0.42	0.42	0.38	0.35	
	Et	155.92	155.92	155.92	155.92	155.92	155.92
	Etp	6.24	21.83	17.15	16.29	21.52	83.03
	Etr	2.62	9.17	7.20	6.19	7.53	32.71

Febrero	kc	0.50	0.50	0.50	0.55	0.60	
	ks	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	Et	159.90	159.90	159.90	159.90	159.90	159.90
	Etp	6.40	22.39	17.59	16.71	22.07	85.15
	Etr	0.06	0.22	0.18	0.17	0.22	0.85
Marzo	kc	0.50	0.50	0.55	0.60	0.65	
	ks	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	
	Et	196.85	196.85	196.85	196.85	196.85	196.85
	Etp	7.87	27.56	23.82	22.44	29.43	111.12
	Etr	1.10	3.86	3.10	2.69	3.24	13.99
Abril	kc	0.60	0.55	0.65	0.65	0.70	
	ks	0.46	0.5	0.43	0.43	0.4	
	Et	199.61	199.61	199.61	199.61	199.61	199.61
	Etp	9.58	30.74	28.54	24.65	32.14	125.65
	Etr	4.41	15.37	12.27	10.60	12.85	55.51
Mayo	kc	0.60	0.55	0.90	0.90	0.90	
	ks	1	1	1.00	1	1	
	Et	187.66	187.66	187.66	187.66	187.66	187.66
	Etp	9.01	28.90	37.16	32.09	38.85	146.00
	Etr	9.01	28.90	37.16	32.09	38.85	146.00

Junio	kc	1.00	0.60	1.00	0.95	1.00	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	166.27	166.27	166.27	166.27	166.27	166.27
	Etp	13.30	27.93	36.58	30.01	38.24	146.07
	Etr	13.30	27.93	36.58	30.01	38.24	146.07
Julio	kc	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	176.15	176.15	176.15	176.15	176.15	176.15
	Etp	14.09	29.59	38.75	33.47	40.51	156.42
	Etr	14.09	29.59	38.75	33.47	40.51	156.42
Agosto	kc	1.00	0.55	0.85	1.00	1.00	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	171.15	171.15	171.15	171.15	171.15	171.15
	Etp	13.69	26.36	32.01	32.52	39.36	143.94
	Etr	13.69	26.36	32.01	32.52	39.36	143.94
Septiembre	kc	0.85	0.55	0.80	0.90	0.90	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	147.70	147.70	147.70	147.70	147.70	147.70

	Etp	10.04	22.75	26.00	25.26	30.57	114.62
	Etr	10.04	22.75	26.00	25.26	30.57	114.62
Octubre	kc	0.80	0.50	0.75	0.80	0.85	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	144.33	144.33	144.33	144.33	144.33	144.33
	Etp	9.24	20.21	23.81	21.94	28.22	103.41
	Etr	9.24	20.21	23.81	21.94	28.22	103.41
Noviembre	kc	0.75	0.50	0.70	0.65	0.75	
	ks	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Et	138.00	138.00	138.00	138.00	138.00	138.00
	Etp	8.28	19.32	21.25	17.04	23.81	89.70
	Etr	8.28	19.32	21.25	17.04	23.81	89.70
Diciembre	kc	0.65	0.50	0.70	0.60	0.65	
	ks	0.93	1.00	1.00	1.00	0.86	
	Et	145.83	145.83	145.83	145.83	145.83	145.83
	Etp	7.58	20.42	22.46	16.62	21.80	88.88
	Etr	7.05	20.42	22.46	16.62	18.75	85.30

Tabla No. 5. Determinación de la evapotranspiración real anual y su distribución mensual

Descripcion	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	total (mm)
Lluvia promedio (1993- 2001) por Thiessen para estaciones M-05, M-16 y Z-02	2.68	1.14	14.07	55.26	274.85	270.09	224.82	335.38	382.27	291.27	55.44	2.01	1909.28
Evapotranspiracion Estacion Z-02 San Francisco Gotera Morazan (Hargreaves) (1993-2001)	155.92	159.90	196.85	199.61	187.66	166.27	176.15	171.15	147.70	144.33	138.00	145.83	1989
Evapotranspiracion Potencial de acuerdo coeficiente vegetativo de cultivo Kc	88.56	90.82	120.57	133.74	162.42	161.95	174.04	167.04	129.75	117.56	98.12	92.60	1537
Evapotranspiracion Real de acuerdo al Kc y al estado de humedad del suelo Ks para las condiciones actuales de uso de suelo	32.70	0.91	14.07	55.76	162.42	161.95	174.04	167.04	129.75	117.56	98.12	84.91	1199

Descripcion	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	total (mm)
Evapotranspiracion Real de acuerdo al Kc y al estado de humedad del suelo Ks para las condiciones propuestas de uso de suelo	32.71	0.85	13.99	55.52	146.66	146.73	157.13	144.71	115.13	103.92	90.05	85.39	1093

Evapotranspiracion Real Anual bajo las condiciones de uso actual del suelo (Etr) : 1199 mm

Evapotranspiracion Real Anual bajo las condiciones de uso propuesto del suelo (Etr) : 1093 mm

Tabla No. 6. Calculo de precipitación promedio mensual en base a peso de distribución areal por polígonos de Thiessen para la cuenca del río Gualabo

ESTACION	UBICACIÓN	AREA PONDERADA POR POLIGONOS DE THIESEN	PESO DE LA ESTACION
M-05	San Miguel	7.95	0.29
Z-02	San Francisco Gotera	9.74	0.36
M-16	Chapelrique	9.45	0.35
AREA TOTAL DE LA CUENCA (mt2)		27.14	

MES	Z-02 San Francisco Gotera Morazan (promedio 1993-2001)	M-16 Chapelrique San Miguel (promedio 1993-2001)	M-05 (promedio 1993-2001)	PRECIPITACION PROMEDIO DE LA CUENCA
Peso de la Estacion	0.36	0.35	0.29	1
Enero	1.00	0.00	8.00	2.68
Febrero	0.73	1.67	1.00	1.14
Marzo	17.36	9.89	15.03	14.07
Abril	53.27	50.89	63.00	55.26

Mayo	270.39	248.67	312.00	274.85
Junio	279.82	217.89	321.00	270.09
Julio	201.36	201.56	282.00	224.82
Agosto	334.36	293.67	387.00	335.38
Septiembre	429.55	301.56	421.00	382.27
Octubre	329.55	217.33	333.00	291.27
Noviembre	64.18	26.11	80.00	55.44
Diciembre	1.00	2.22	3	2.01
	1982.57	1571.44	2226.03	1909.28

Tabla No. 7. Determinación de caudal de escurrimiento en el río Gualabo

CAUDALES ESTIMADOS EN RIO GUALABO (m3/s)												
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
0.113	0.088	0.077	0.099	0.279	0.792	0.628	0.750	1.589	1.299	0.318	0.149	0.515

CAUDALES ESTIMADOS EN RIO GUALABO (mm)												
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
10.83	8.40	7.36	9.43	26.65	75.67	59.97	71.65	151.72	124.04	30.39	14.27	49.20

Nota: Los caudales en el río Gualabo se estimaron con base en trasposición de área con los caudales de la estación Moscoso ubicada sobre el Río Grande de San Miguel. El caudal estimado en el mes de mayo fue confirmado con aforo en el sitio, el cual dio un valor de 280 litros/seg.

Tabla No. 8. Oferta hídrica bajo las condiciones actuales de uso de suelo y las condiciones propuestas de uso de suelo

MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION REAL PARA LAS CONDICION DE USO DEL SUELO ACTUAL	EVAPOTRANSPIRACION REAL PARA LAS CONDICIONES DE USO DEL SUELO PROPUESTAS	CAUDAL O ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL (mm)	CAMBIO DE ALMACENAMIENTO EN LA CUENCA PARA EL USO DE SUELO ACTUAL (mm)	CAMBIO DE ALMACENAMIENTO EN LA CUENCA PARA EL USO DE SUELO PROPUESTO (mm)
ENERO	2.68	32.70	32.71	10.83	-40.85	-40.86
FEBRERO	1.14	0.91	0.85	8.40	-8.17	-8.11
MARZO	14.07	14.07	13.99	7.36	-7.36	-7.28
ABRIL	55.26	55.76	55.52	9.43	-9.93	-9.69
MAYO	274.85	162.42	146.66	26.65	85.79	101.55
JUNIO	270.09	161.95	146.73	75.67	32.47	47.69
JULIO	224.82	174.04	157.13	59.97	-9.19	7.72
AGOSTO	335.38	167.04	144.71	71.65	96.69	119.02
SEPTIEMBRE	382.27	129.75	115.13	151.72	100.80	115.42
OCTUBRE	291.27	117.56	103.92	124.04	49.67	63.31
NOVIEMBRE	55.44	98.12	90.05	30.39	-73.07	-65.00
DICIEMBRE	2.01	84.91	85.39	14.27	-97.17	-97.65

MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION REAL PARA LAS CONDICION DE USO DEL SUELO ACTUAL	EVAPOTRANSPIRACION REAL PARA LAS CONDICIONES DE USO DEL SUELO PROPUESTAS	CAUDAL O ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL (mm)	CAMBIO DE ALMACENAMIENTO EN LA CUENCA PARA EL USO DE SUELO ACTUAL (mm)	CAMBIO DE ALMACENAMIENTO EN LA CUENCA PARA EL USO DE SUELO PROPUESTO (mm)
ANUAL	1909	1199	1093	590	119.66	226.10

ALMACENAMIENTO ANUAL EN LA CUENCA PARA LAS CONDICIONES ACTUALES DE USO DE SUELO 119.66

ALMACENAMIENTO ANUAL EN LA CUENCA PARA LAS CONDICIONES PROPUESTAS DE USO DE SUELO 226.1

INCREMENTO DE ALMACENAMIENTO CON LA CONDICION DE USO PROPUESTO LO CUAL SUPONDRIA UN INCREMENTO EN EL CAUDAL BASE DE VERANO, EN LA HUMEDAD DEL SUELO Y EN LA DOTACION DE LOS NACIMIENTOS DE AGUA (mm) : 106.44

Tabla No. 9. Demanda hídrica bajo condiciones actuales

MES	CAUDAL SUPERFICIAL (mm)	CAUDAL ECOLOGICO (mm)	CAUDAL DISPONIBLE (mm)	DEMANDA DE POBLACION (mm)	DEMANDA DE RIEGO (mm)	COMPORTAMIENTO HIDRICO (mm)
ENERO	10.83	0.00	10.83	0.91	13.61	-3.69
FEBRERO	8.40	0.00	8.40	0.91	13.61	-6.12
MARZO	7.36	0.00	7.36	0.91	13.61	-7.16
ABRIL	9.43	0.00	9.43	0.91	13.61	-5.09
MAYO	26.65	0.00	26.65	0.91	13.61	12.13
JUNIO	75.67	0.00	75.67	0.91	0.00	74.76
JULIO	59.97	0.00	59.97	0.91	0.00	59.06
AGOSTO	71.65	0.00	71.65	0.91	0.00	70.74
SEPTIEMBRE	151.72	0.00	151.72	0.91	0.00	150.81
OCTUBRE	124.04	0.00	124.04	0.91	0.00	123.13
NOVIEMBRE	30.39	0.00	30.39	0.91	13.61	15.87
DICIEMBRE	14.27	0.00	14.27	0.91	13.61	-0.25
ANUAL	590	0.00	590.39	10.94	95.27	484.18

Tabla No. 10. Demanda hídrica bajo condiciones potenciales de riego y uso propuesto de la tierra en la que se consideran 250 Mz de cultivo en la zona baja y media de la cuenca

MES	CAUDAL SUPERFICIAL (mm)	CAUDAL ECOLOGICO (mm)	CAUDAL DISPONIBLE (mm)	DEMANDA DE POBLACION (mm)	DEMANDA DE RIEGO (mm)	COMPORTAMIENTO HIDRICO (mm)	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO MINIMO REQUERIDO PARA LOS MESES DE VERANO (MT3)
ENERO	10.83	7.36	3.47	0.91	15.52	-12.96	351,695.76
FEBRERO	8.40	7.36	1.04	0.91	15.52	-15.39	417,773.59
MARZO	7.36	7.36	0.00	0.91	15.52	-16.43	445,977.07
ABRIL	9.43	7.36	2.07	0.91	15.52	-14.37	389,878.34
MAYO	26.65	7.36	19.29	0.91	15.52	2.86	0.00
JUNIO	75.67	7.36	68.31	0.91	0.00	67.40	0.00
JULIO	59.97	7.36	52.61	0.91	0.00	51.70	0.00
AGOSTO	71.65	7.36	64.29	0.91	0.00	63.38	0.00
SEPTIEMBRE	151.72	7.36	144.36	0.91	0.00	143.45	0.00
OCTUBRE	124.04	7.36	116.68	0.91	0.00	115.77	0.00
NOVIEMBRE	30.39	7.36	23.03	0.91	15.52	6.60	0.00
DICIEMBRE	14.27	7.36	6.91	0.91	15.52	-9.52	258,454.74
ANUAL	590	88.32	502.07	10.94	108.64	382.48	1,863,779.50

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO REQUERIDO MEDIANTE SISTEMA DE REPRESAS PARA EL RIEGO DE 250 MZ PARA EL CULTIVO AGRICOLA EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA (MT3) : 1,863,779.50

Nota: Puede verificarse que al final del periodo anual siempre existe un caudal de escurrimiento de 382.48 mm que no se aprovecha y que transita por la cuenca en el periodo de invierno. En este analisis no se ha tomado en cuenta el caudal base de verano estimado para el mes de marzo que requiere la cuenca para su estabilidad ecologica y ambiental, lo cual es algo que en las condiciones actuales no se da, ya que hay un aprovechamiento irracional del caudal base en verano lo que esta perjudicando gravemente el sistema.