

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Trabajo de Graduación: Megaproyecto

“Pre-ingeniería y caracterización de la problemática de la cuenca del Lago de Atitlán y el impacto en su eutrofización”

**AUTORES**

David Alejandro Barillas Barrera Lic. en Ing. Industrial  
Edgar Alejandro Close Obregón Lic. en Ing. Civil  
Juan Jorge Coronado Juárez Lic. en Ing. Industrial  
Rolando Adolfo Hernández Corzo Lic. en Ing. Industrial  
Mariano Latorre Ortiz Lic. en Ing. Industrial  
Pedro Ernesto Molina Otero Lic. en Ing. Industrial

Guatemala  
2010



“Pre Ingeniería y caracterización de la problemática de la cuenca del Lago de Atitlán y el impacto en su eutrofización”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Trabajo de Graduación: Megaproyecto

“Pre-ingeniería y caracterización de la problemática de la cuenca del Lago de Atitlán y el impacto en su eutrofización”

**AUTORES**

David Alejandro Barillas Barrera  
Edgar Alejandro Close Obregón  
Juan Jorge Coronado Juárez  
Rolando Adolfo Hernández Corzo  
Mariano Latorre Ortiz  
Pedro Ernesto Molina Otero

Guatemala  
2010



**Vo. Bo.:**

(f) \_\_\_\_\_  
**Dra. Doris Eugenia Martínez Melgar**

**Tribunal Examinador:**

(f) \_\_\_\_\_  
**Ing. Robert Godö Levensen**

(f) \_\_\_\_\_  
**Ing. Estuardo Antonio José Sierra Arias**

(f) \_\_\_\_\_  
**Dra. Doris Eugenia Martínez Melgar**

**Fecha de aprobación: Guatemala 22 de Noviembre de 2010**

## CONTENIDO

<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	VI
<b>LISTA DE MAPAS</b> .....	VII
<b>LISTA DE ILUSTRACIONES</b> .....	VIII
<b>RESUMEN</b> .....	IIX
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. ANTECEDENTES GENERALES</b> .....	2
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	3
A. GENERAL .....	3
B. ESPECÍFICOS .....	3
<b>IV. CONTEXTO GEOGRÁFICO</b> .....	4
A. DEFINICIÓN DEL ÁREA.....	4
B. GEOLOGIA .....	5
C. CLIMA.....	8
D. HIDROGRAFÍA .....	10
E. ZONAS DE VIDA .....	12
G. TIPOS DE SUELO .....	15
H. USO DE SUELO .....	15
I. INTENSIDAD DE USO .....	18
<b>V. MARCO HISTÓRICO</b> .....	19
A. ETNOHISTORIA.....	19
B. CONFLICTOS POR EL LAGO.....	27
<b>VI. CONTEXTO SOCIAL</b> .....	31
A. MARCO DEMOGRÁFICO.....	31
B. MARCO ECONÓMICO .....	39
<b>VII. MARCO LEGAL Y POLÍTICO</b> .....	50
A. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA .....	50
B. CÓDIGO MUNICIPAL.....	50
C. LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE.....	55
D. LEY DE ÁREAS PROTEGIDAS.....	57
E. LEY DE DESCENTRALIZACIÓN .....	58
F. LEY DE CONSEJOS DE DESARROLLO .....	59
G. GABINETE ESPECÍFICO DEL AGUA .....	61
H. REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS .....	62
I. POLÍTICA NACIONAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS .....	63
J. PLAN ESTRATÉGICO TERRITORIAL DE LA CUENCA DE ÁTITLÁN .....	64
<b>VIII. PROBLEMÁTICAS</b> .....	66
A. MANEJO DE RIESGOS.....	66
B. ORDENAMIENTO TERRITORIAL .....	77

C.	AGRICULTURA .....	85
D.	TURISMO .....	94
E.	CONTAMINACIÓN Y EUTROFIZACIÓN .....	107
<b>IX.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>133</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>136</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Lista de Municipios en la cuenca del Lago de Atitlán .....	5
2.	Uso del suelo en la cuenca.....	16
3.	Densidad de población por municipio.....	32
4.	Clasificación de IDH .....	35
5.	IDH Departamentos de la cuenca.....	35
6.	Índice de pobreza por municipio de la cuenca.....	38
7.	Tierras comunales en la cuenca del lago de Atitlán.....	49
8.	PIB por actividad económica en Guatemala.....	46

## LISTA DE MAPAS

Mapa	Página
1. Área de estudio.....	4
2. Mapa geológico del departamento de la cuenca.....	7
3. Mapa de temperatura media anual.....	9
4. Hidrografía.....	11
5. Zonas de vida.....	14
6. Uso del suelo en la cuenca.....	17
7. Mapa de intensidad de uso del suelo.....	18
8. Sitios arqueológicos en la cuenca del Lago de Atitlán.....	21
9. Centros poblados en la cuenca del Lago de Atitlán.....	23
10. Amenaza de deslizamiento y derrumbes.....	69
11. Susceptibilidad a heladas.....	71
12. Amenaza ante inundaciones.....	72

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Página
Grafica 1 Distribución de población.....	33
Grafica 2 Estructura del PIB en Guatemala por actividades económicas.....	46
Figura 1 Consejos de desarrollo.....	60
Figura 2 Proceso de planificación PET.....	78
Imagen 1 Fosa séptica.....	116
Imagen 2 Tanque Imhoff.....	117
Imagen 3 Sedimentador primario.....	117
Imagen 4 Reactor anaeróbico de flujo ascendente.....	118
Imagen 5 Digestor anaeróbico.....	120
Imagen 6 Humedales artificiales.....	121
Imagen 7 Filtro percolador.....	122

## RESUMEN

El trabajo de “Pre-Ingeniería y caracterización de la problemática de la cuenca del Lago de Atitlán y el impacto en su eutrofización” se divide en dos partes.

En la primera parte, para entender la problemática se analizan: el marco geográfico que describe el área de la cuenca, donde se muestran ríos, bosques, tipos de suelo y el uso que se le da a los mismos, zonas de vida, climas y la geología del área. En el marco histórico se detalla la etnohistoria y conflictos que se han dado históricamente en el Lago. En el marco social se tratan temas demográficos y económicos, haciendo énfasis en la población económicamente activa, las principales actividades económicas y su impacto en el Producto Interno Bruto (PIB) y la tenencia de las tierras. En el marco legal se describen las leyes relacionadas directamente con la cuenca, como el medio ambiente, municipalidades y consejos de desarrollo.

En la segunda parte del trabajo se analiza la problemática desde el punto de vista actual: contaminación y eutrofización, ordenamiento territorial, agricultura, turismo y manejo de riesgos. Para cada una de ellas se incluye la caracterización, los antecedentes y los actores. Finalmente se definen propuestas de mejora para cada una de ellas.

## I. INTRODUCCIÓN

Este megaproyecto es una forma de hacer conciencia respecto a la contaminación ambiental. Se considera que en el tema planteado: “Pre Ingeniería y caracterización de la problemática de la cuenca del Lago de Atitlán y el Impacto en su eutrofización”, se debe involucrar no solo la Universidad del Valle de Guatemala y el grupo de autores de esta tesis, sino todo aquel que desee una patria libre de sustancias contaminantes, una población saludable, y fuentes de trabajo para nacionales y extranjeros basados en el ecoturismo.

La eutrofización, fenómeno caracterizado por el aumento de la concentración de nitratos y fosfatos, que altera el hábitat de seres vivos en los cuerpos de agua, está destruyendo paulatinamente la vida en la cuenca de lago de Atitlán. Es la ruina de dicha cuenca, lo que motivó la presente tesis, en virtud de que se trata de hacer aportes concretos para la conservación del lago de Atitlán, el cual ha ganado prestigio a nivel nacional e internacional como uno de los lagos más bellos del mundo.

Tal y como pasa en otras culturas, la contaminación de esta fuente lacustre ha ido acrecentándose por diversas causas: el incremento de la población alrededor de la cuenca del lago, la deforestación por venta y uso de leña de madera, el encauce de los desechos industriales y agrícolas que desfogon en dicha cuenta sin ningún tratamiento previo, entre otros, además de los cambios climáticos y la indolencia estatal ante el cuidado de los recursos naturales, dan como resultado el actual estado de abandono en el que la eutrofización ha encontrado un caldo de cultivo que acelerará aún más la destrucción del lago de Atitlán, si no se toman las medidas pertinentes para salvarlo.

Con este megaproyecto se busca concienciar a la comunidad científica, estudiantes y población en general, para implementar acciones que le den un nuevo respiro a la cuenca de dicho de lago, el cual ha sido durante siglos fuente de orgullo de guatemaltecos y extranjeros.

## **II. Antecedentes generales**

Aunque la contaminación del Lago de Atitlán se ha dado desde hace muchos años, en agosto del 2009 se intensificó la problemática por la presencia de cianobacterias en el Lago. La problemática del Lago de Atitlán no sólo implica el deterioro ecológico del mismo, también sitios arqueológicos, áreas sagradas indígenas, patrimonios culturales y atracciones turísticas que rodean el lago.

En Guatemala, se han dado casos como el que afecta al Lago de Atitlán. El más reciente que se conoce es el del Lago de Amatitlán, el cual en su proceso natural y con el mal manejo que de éste ha hecho el ser humano, ha deteriorado la calidad de agua y se ha dado la proliferación de bacterias.

Casos similares se han dado alrededor del mundo. Un ejemplo es la situación del Lago Ginebra en la frontera entre Francia y Suiza. En los años 60 la contaminación que afectaba este Lago era tan grande que la visibilidad era casi nula e incluso era prohibido nadar en las aguas porque podían causar daño en la piel. Luego de varios estudios y toma correcta de decisiones, en la década de los ochentas el Lago se recuperó casi en su totalidad y nuevamente se volvió un atractivo turístico.

### **III. Objetivos**

#### **A. General**

Contribuir a la conservación del Lago de Atitlán a través de la recopilación y caracterización de información útil para entes interesados en desarrollar proyectos de saneamiento para comunidades de la cuenca.

#### **B. Específicos**

- Llevar a cabo la pre-ingeniería para un proyecto que se ejecute a largo plazo y que impacte directamente en el saneamiento de la Cuenca del Lago de Atitlán.
- Desarrollar una investigación sobre el contexto geográfico, histórico, social y legal de la Cuenca, para tener una visión global del proyecto.
- Determinar las principales problemáticas que afectan la Cuenca y plantear propuestas de mejora.
- Funcionar como una base de datos confiable que sea accesible para cualquier organización interesada en el saneamiento del Lago de Atitlán.



**Cuadro 1: Listado de municipios de la cuenca del Lago de Atitlán**

<p><b>Sololá</b></p> <p>Sololá San José Chacayá Santa María Visitación Santa Lucía Uvatlán Nahualá Santa Catarina Ixtahucán Santa Clara la Laguna Concepción San Andrés Semetabaj Panajachel Santa Catarina Palopó San Antonio Palopó San Lucas Tolimán Santa Cruz la Laguna San Pablo la Laguna San Marcos la Laguna San Juan la Laguna San Pedro la Laguna Santiago Atitlán</p>	<p><b>Chimaltenango</b></p> <p>Tecpán Guatemala Pochuta Patzún</p> <p><b>Suchitepéquez</b></p> <p>Santo Tomás La Unión San Antonio Suchitepéquez San Miguel Panán Chicacao Santa Bárbara</p> <p><b>Totonicapán</b></p> <p>Totonicapán</p> <p><b>Quiche</b></p> <p>Chichicastenango</p>
---	--

## B. Geología

Registros históricos documentan que el único volcán activo en la cuenca, es el Atitlán (INE, año). Se registraron erupciones en el año 1469 y de 1826 hasta 1856. Las rocas volcánicas, colados de lava y lahares abundan en la región. Las rocas cuaternarias, que representan rellenos de ceniza y piedra pómez, también representan gran parte de la geología de la región y existen varias intrusiones de rocas plutónicas.

El área es atravesada por tres fallas geológicas:

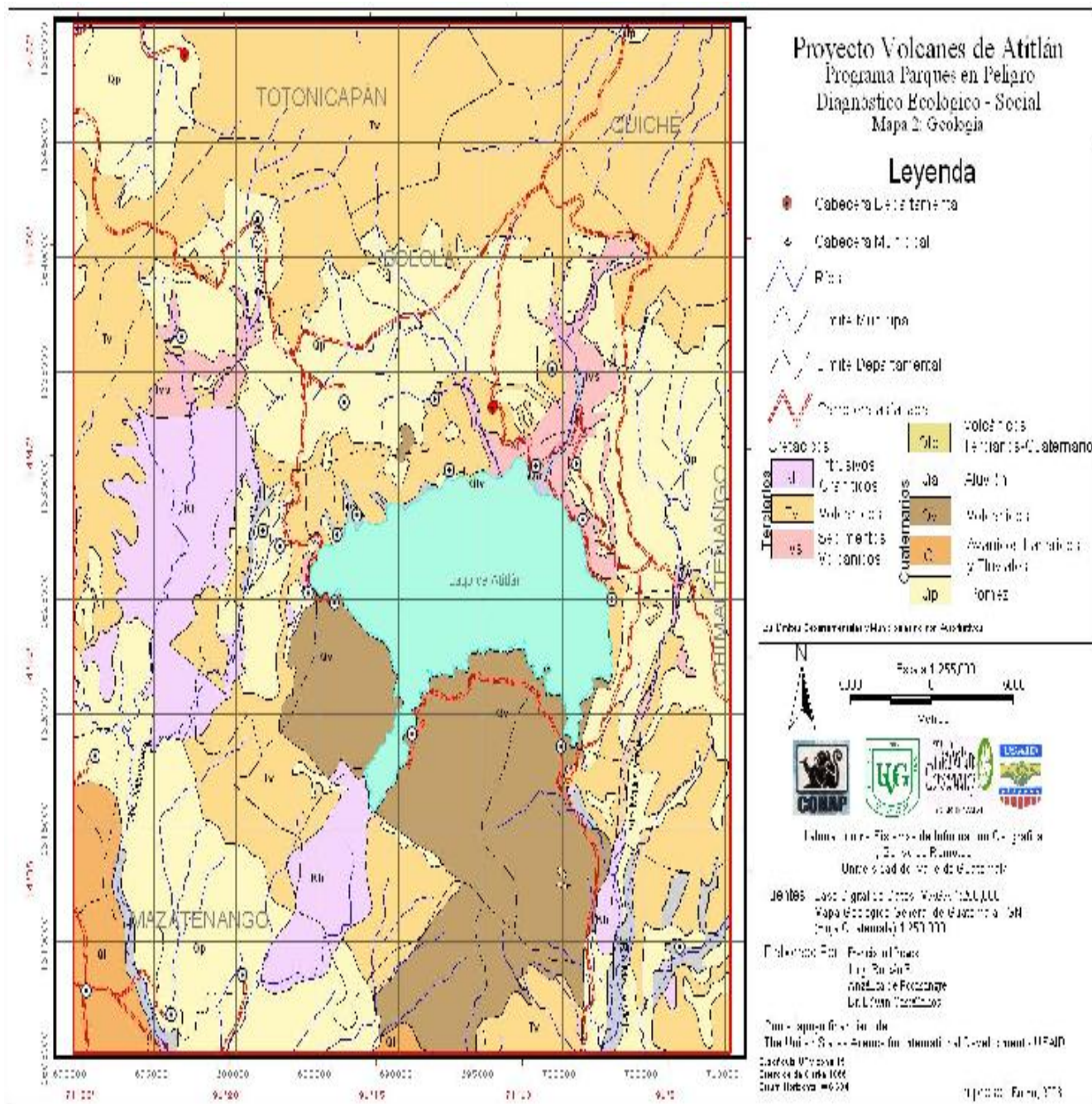
- A- Noreste hacia el sur-oeste
- B- Del norte hacia el sur
- C- Desde este hacia el oeste (CEAB, 2001)

El origen volcánico es fundamental en el relieve e hidrología de la cuenca. Tres grandes ciclos de crecimiento volcánico causaron la desaparición y formación de nuevos volcanes hasta llegar a las formaciones actuales, dominadas por los volcanes Tolimán, Santiago y Atitlán.

Al terminar el tercer ciclo, hace aproximadamente 90 mil años, una serie de erupciones volcánicas liberaron 270 km<sup>3</sup> de sedimentos, lo que produjo una caldera en la cual hoy descansan las aguas del Lago de Atitlán.

A continuación puede apreciarse el mapa que muestra la cuenca del lago de Atitlán.

Mapa 2. Mapa geológico de la Cuenca



Fuente: CEAB, 2003

## **C. Clima**

**1. Temperatura.** El clima predominante del área de estudio es templado a frío, tomando como referencia la temperatura en el resto del país, con temperaturas entre 10°C y 15°C. Sin embargo, en los meses de verano es común que la temperatura se ubique sobre los 25°C.

En el Mapa 3 de Temperatura Media Anual del CEAB (2003), se puede apreciar el clima predominante en el departamento de Sololá. En algunas partes, en su mayoría tierras altas, la temperatura baja a 5°C y registros del INSIVUMEH, indican que en los meses de diciembre y enero, las madrugadas son con temperaturas bajo cero. En el Mapa 6 de riesgo de heladas de Guatemala, analizado más adelante, se observa que los departamentos del altiplano guatemalteco, son los que mayor probabilidad presentan.

**Mapa 3: Mapa de la temperatura media anual**



Fuente: CEAB, 2003

## D. Hidrografía

La cuenca del lago Atitlán tiene un área de aproximada de 541 km<sup>2</sup>. El cuerpo de agua mide 130 km<sup>2</sup> y cuenta con una profundidad promedio de 188m a un máximo de 324m conteniendo un volumen de agua de 24.4 km<sup>3</sup>. Sus dos principales desembocaduras son los ríos Kisqab' y Panajachel con 22.25 km de largo y 15.6 km de largo respectivamente. El río Kisqab' cuenta con un área de alrededor de 100 km<sup>2</sup> mientras que el río Panajachel tiene un área de aproximadamente 75 km<sup>2</sup> (CEAB, 2003).

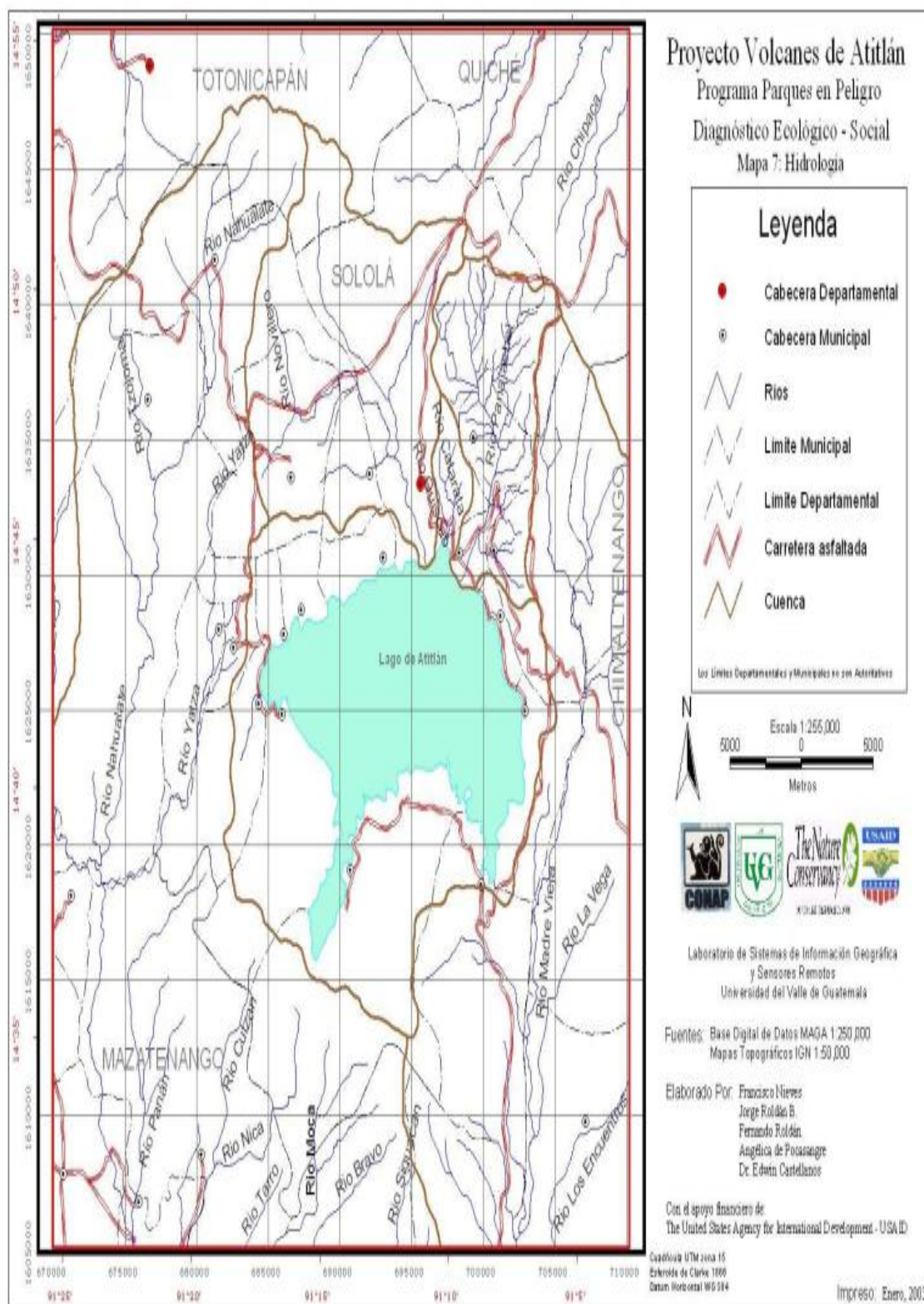
Dos de las percolaciones más importantes del Lago Atitlán son los ríos Nahualate y Madre Vieja los cuales se extienden en dirección al Pacífico. El río Nahualate nace en Totonicapán, atravesando los departamentos de Sololá y Suchitepéquez y cuenta con una profundidad promedio de 2 m. Sus afluentes principales son el río Moca y el río Bravo. El río Madre Vieja nace en el límite entre el Quiché, Sololá y Chimaltenango pasando por los municipios de San Juan Bautista y Patulul (Servicio de Información Municipal, 2008).

El municipio de Sololá se sitúa al norte de la cuenca del Lago de Atitlán e incluye la cumbre María Tecún, que es el punto más alto de esta parte de la cuenca. En esta zona nacen varias quebradas o riachuelos que suman su caudal hacia el Río Kisqab', principal afluente del Lago de Atitlán (Servicio de Información Municipal, 2008).

En las aldeas y cantones de la parte alta (mitad norte) de Sololá, donde el suelo aún guarda bastante humedad, se ubica el origen de casi la totalidad de los ríos, riachuelos y quebradas que atraviesan el municipio. Es sobre todo el caso de Argueta, Chaquijyá, Xajaxac y Los Encuentros.

En menor medida Pujujil II y III y El Tablón. De la decena de ríos censados, el más importante es el Kisqab'. Se pueden mencionar también cuatro quebradas y dos riachuelos importantes, que sumados a otras corrientes secundarias hacen de Sololá un municipio bien surtido en agua, como se observa en el Mapa 4. Estas fuentes de agua son utilizadas para las actividades de la agricultura y el consumo humano. Este último uso se realiza a través de red entubada en la mayoría de comunidades y viviendas, y directamente en los lechos en donde se carece de dicha infraestructura (Servicio de Información Municipal, 2008).

Mapa 4: Hidrografía



Fuente: CEAB, 2003

Alrededor de la cuenca existen riachuelos intermitentes que aparecen solamente en la época de invierno y que proveen una fuente de agua para uso en los centros poblados del área. Debido a la naturaleza montañosa de donde drena agua hacia al Lago Atitlán, los tipos de ríos encontrados en esta región que finalmente desembocan al Pacífico son de corrientes rápidas y más cortos en comparación a otros ríos del territorio nacional guatemalteco.

## **E. Zonas de vida**

El concepto de zona de vida describe áreas con similares comunidades de plantas y animales combinando los criterios de elevación, precipitación y temperatura.

En la cuenca del Lago de Atitlán se encuentran las siguientes zonas de vida según Holdridge, mismas que se localizan en el Mapa 5 (Dix, et.al, 2003):

- Bosques húmedos montanos bajos subtropicales.
- Bosques muy húmedos montanos subtropicales.
- Bosques muy húmedos montanos bajos subtropicales.
- Bosques muy húmedos subtropicales cálidos.

En estas cuatro zonas de vida existen aproximadamente 160 familias de plantas que abarcan 350 géneros y 750 especies entre coníferas y latifoliadas. Las especies de plantas endémicas del área son 50, pertenecientes a 40 géneros y a 35 familias. Existe depredación de algunas especies como maderas preciosas y plantas de ornamentación: helechos, lianas, tul y maguey, así como algunos arbustos (Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina, Realidad y Potencial, Caso Sololá, 2002).

Algunas especies de mamíferos mayores que se reportan para el lugar son: jaguar *Panthera onca*, puma *Felis concolor*, ocelote, coche de monte y venado *Odocoileus virginianus* todos en peligro de extinción. También se reportan monos araña *Ateles geoffrey*, murciélagos, roedores, mapaches *Procyon lotor*, tacuacines *Didelphys virginianus* (Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina, Realidad y Potencial, Caso Sololá, 2002).

**1. Asociaciones vegetales.** El bosque mixto se encuentra en tierras altas y frías ubicadas en el centro y norte de la zona de estudio, entre 1500 y 3200 metros sobre el nivel del mar. En estas zonas se presentan cantidades representativas de comunidades vegetales y faunas específicas. Algunos ejemplos importantes de vida vegetal que hay en la zona son (Dix, et. Al, 2003):

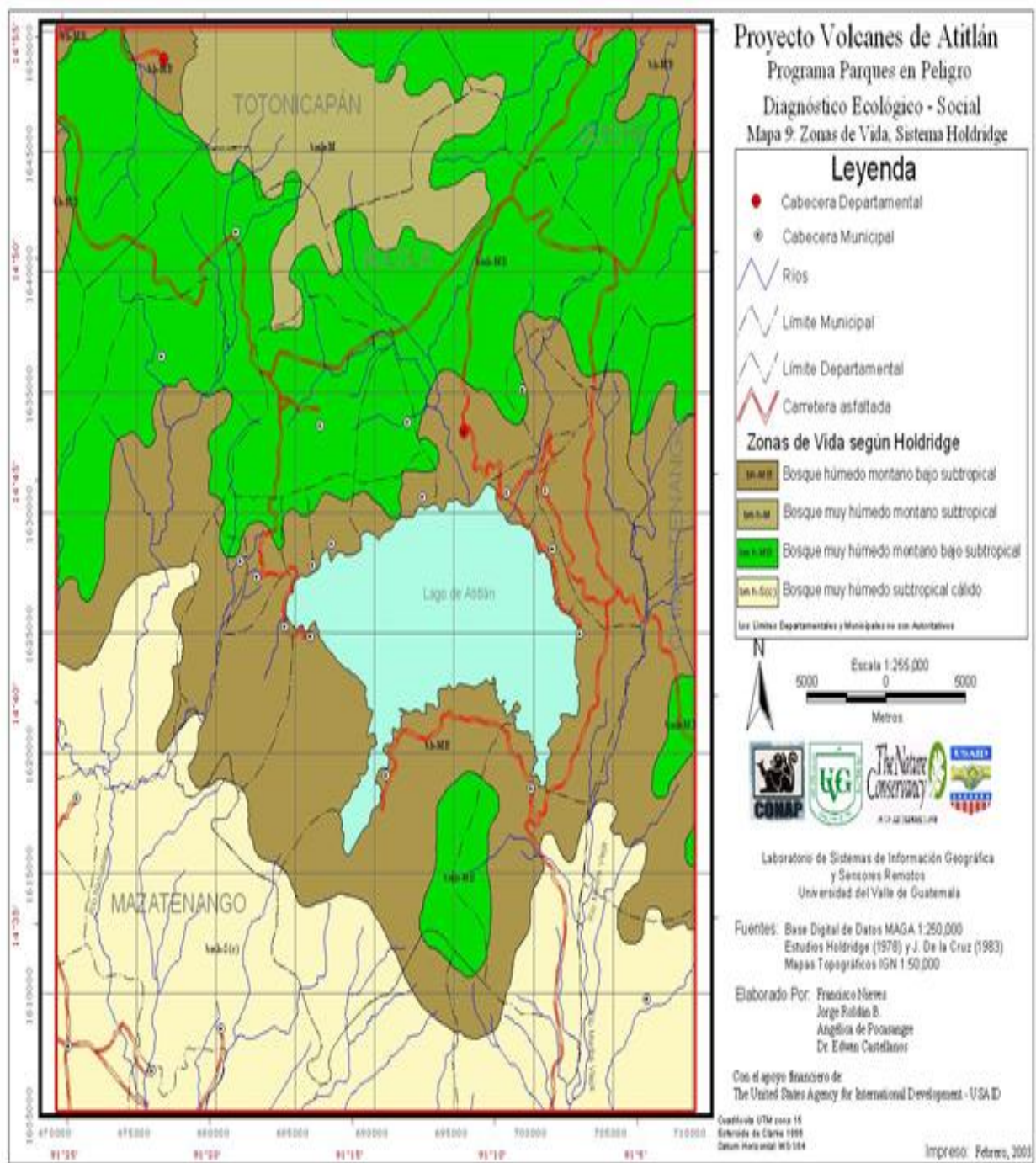
- Asociaciones Xéricas
- Ecotonos
- Hídricas
- Edáficas
- Pioneras
- Agroecosistemas: café, papa, maíz y hortalizas.
- Robles, enc

En la región sur, especialmente en las partes altas de los tres volcanes que rodean al lago, así como en cerros del área, se encuentra bosque latifoliado, el cual se caracteriza por ser el más rico en flora y fauna. Entre sus comunidades destacan el bosque de la cima del Volcán San Pedro, el bosque enano, caracterizado por ser de porte bajo, arbustos y hierbas. En estas zonas se encuentran también grandes extensiones de terrenos privados que se dedican al cultivo de café, quina, té y hule (CEAB, 2003).

Grandes extensiones de bosques de coníferas se extendían en el Altiplano Occidental de Guatemala; parte de estas extensiones se encuentran ahora en el área norte de la región estudiada. En este bosque abundan pinos, pinabetes y cipreses, aunque también se hallan bosques naturales; es por esto que es un área protegida. Estas tierras se ubican entre 3100 y 3500 metros sobre el nivel del mar (CEAB, 2003).

La cuenca es un área protegida desde 1950 por su belleza escénica, lo que la ha posicionado como uno de los principales destinos turísticos del país.

Mapa 5: Zonas de vida



Fuente: CEAB, 2003

## **F. Dinámica de la cobertura forestal**

El estudio sobre dinámica de la cobertura forestal realizado por la Universidad del Valle de Guatemala, el INAB y CONAP (2005) concluyó que en el período 1993-2001, existió una pérdida de 717,075 hectáreas de bosque, sin embargo, durante ese mismo período se recuperaron 153,899 hectáreas; teniendo una pérdida neta de 563,176 hectáreas de bosque (INAB, CONAP, UVG, 2001). El estudio, también indica que durante el mismo período, este departamento tuvo una ganancia de 2,645 ha de zonas boscosas y una pérdida de 2,658 ha. Dando como resultado una pérdida neta de 13 ha de bosque.

En datos porcentuales, la pérdida representa un 5.94% y la ganancia es un 5.91%. El cambio neto es de -0.03%. Si se toma como referencia que el estudio enmarca un período de 10 años, se puede concluir que la deforestación en el departamento de Sololá es 0.00% anual para el año 2001 (UVG, INAB, CONAP, 2001).

## **G. Tipos de suelo**

En general, los suelos de la región son de color café a café oscuro o negro. Su textura es franca-arenosa. El suelo es bastante fértil en toda la zona de la cuenca debido a su origen volcánico. Es por eso que una buena parte de la tierra está cubierta por cultivos industriales de café.

En la cuenca, la mayoría de terrenos son fuertemente ondulados o escarpados, hay problemas de control de erosión y en muchos casos existe dificultad en mantener la materia orgánica (Dix, 2003).

## **H. Uso de suelo**

El Diagnóstico Ecológico y Social de la Cuenca del Lago de Atitlán realizado por el Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad de la Universidad del Valle de Guatemala (2003) (CEAB-UVG), indica que el uso del suelo con mayor cobertura de área es el bosque maduro. Esto incluye tanto bosque latifoliado (sur de la región), mixto (centro) y conífera (en la parte norte del área.) Más adelante, se analizarán las extensiones de dichos bosques.

En su mayoría, estos bosques son naturales. Sin embargo, según el mismo estudio, se sabe de algunas plantaciones forestales coníferas en la región norte de Panajachel.

En tierras altas como Santa María Visitación, se encuentra cobertura de bosque secundario, de baja densidad. En el sur-occidente de la región, tierras un poco más bajas, se concentran plantaciones de hule.

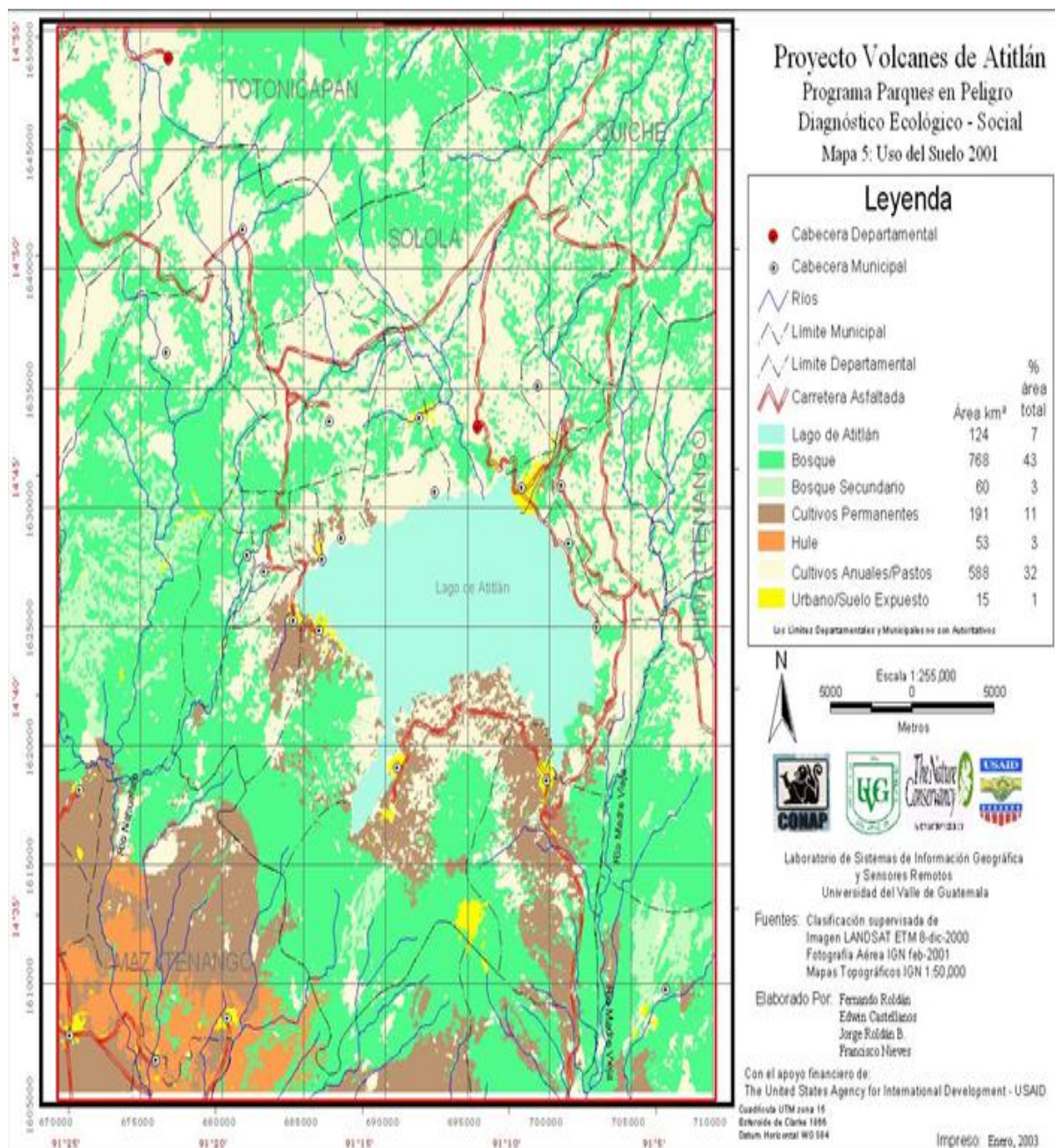
Por otro lado, existen tierras dedicadas a cultivos anuales, algunas de subsistencia como el maíz y otras dedicadas al cultivo permanente como café. En pendientes pronunciadas, especialmente a las orillas del lago, la erosión del suelo fértil, ha permitido el crecimiento de pastizales. Los usos del Suelo en la cuenca se observan en el Mapa 6.

**Cuadro 2: Uso del suelo en la cuenca**

Uso del Suelo en la Cuenca		
Tipo	% de area	Hectáreas
Bosque	43%	76,800
Bosque secundario	3%	6,000
Café	11%	19,100
Hule	3%	5,300
Cultivos anuales	32%	58,800
Urbano	1%	1,500
Lago	7%	12,400
Total	100%	179,900

Fuente: CEAB 2001

Mapa 6: Uso de suelo en la cuenca del Lago de Atitlán

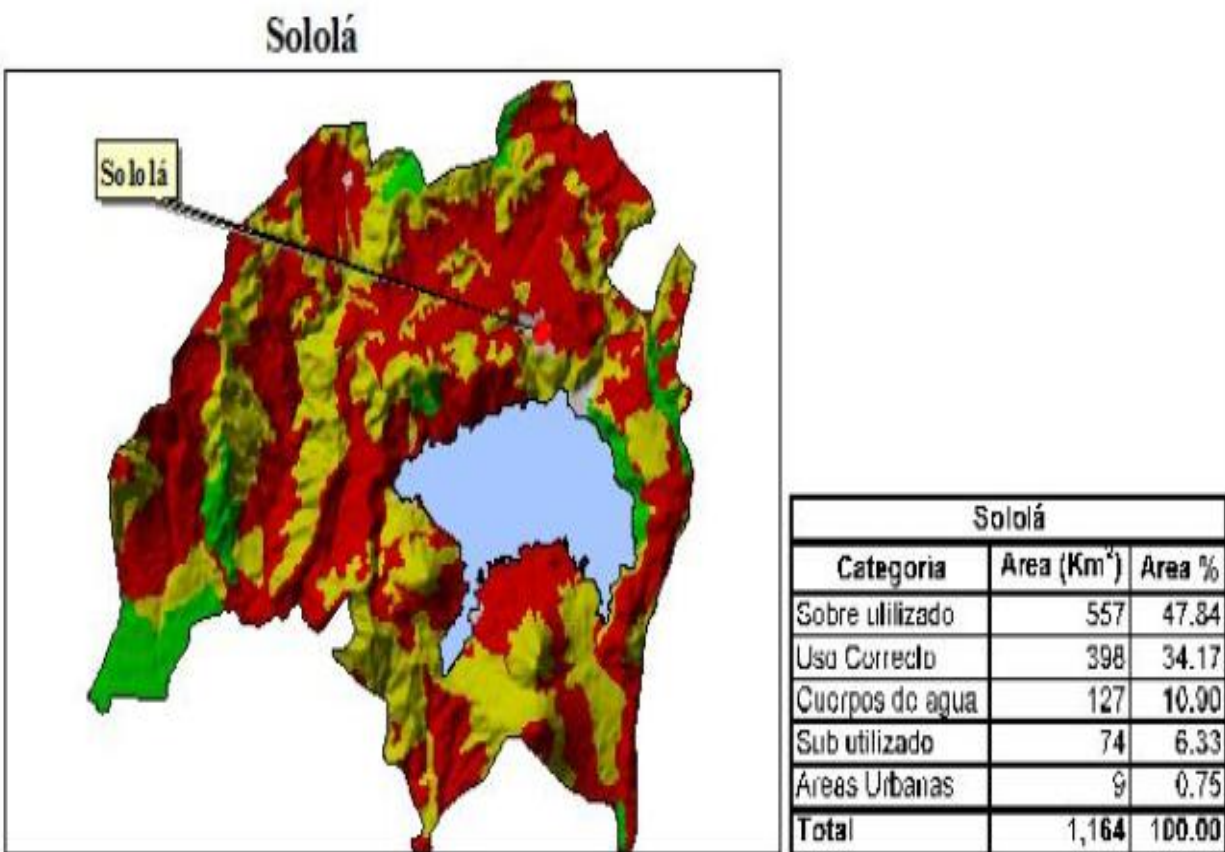


Fuente: CEAB 2003

## I. Intensidad de uso

En el Mapa, Intensidad de uso del suelo en el área de estudio, se puede observar que el uso correcto de área es de un 34.17% con una extensión territorial de 398 Km<sup>2</sup>, mientras que el porcentaje de la intensidad de área sobre utilizado es de un 47.54% con una extensión territorial de 557 Km<sup>2</sup>, lo cual abarca la mayor parte de área del lugar. Por último se puede observar que el porcentaje de intensidad de área sub utilizado es de 6.33% con una extensión territorial de 74 Km<sup>2</sup>, siendo éste el más bajo y el de menor área territorial.

**Mapa 7: Mapa de intensidad de uso del suelo**



Fuente: MAGA 2003

## V. Marco histórico

Este marco trata la parte histórica y antropológica de las comunidades originarias en la cuenca del Lago y su convivencia con la complejidad política e identitaria que esto ha representado a través del tiempo.

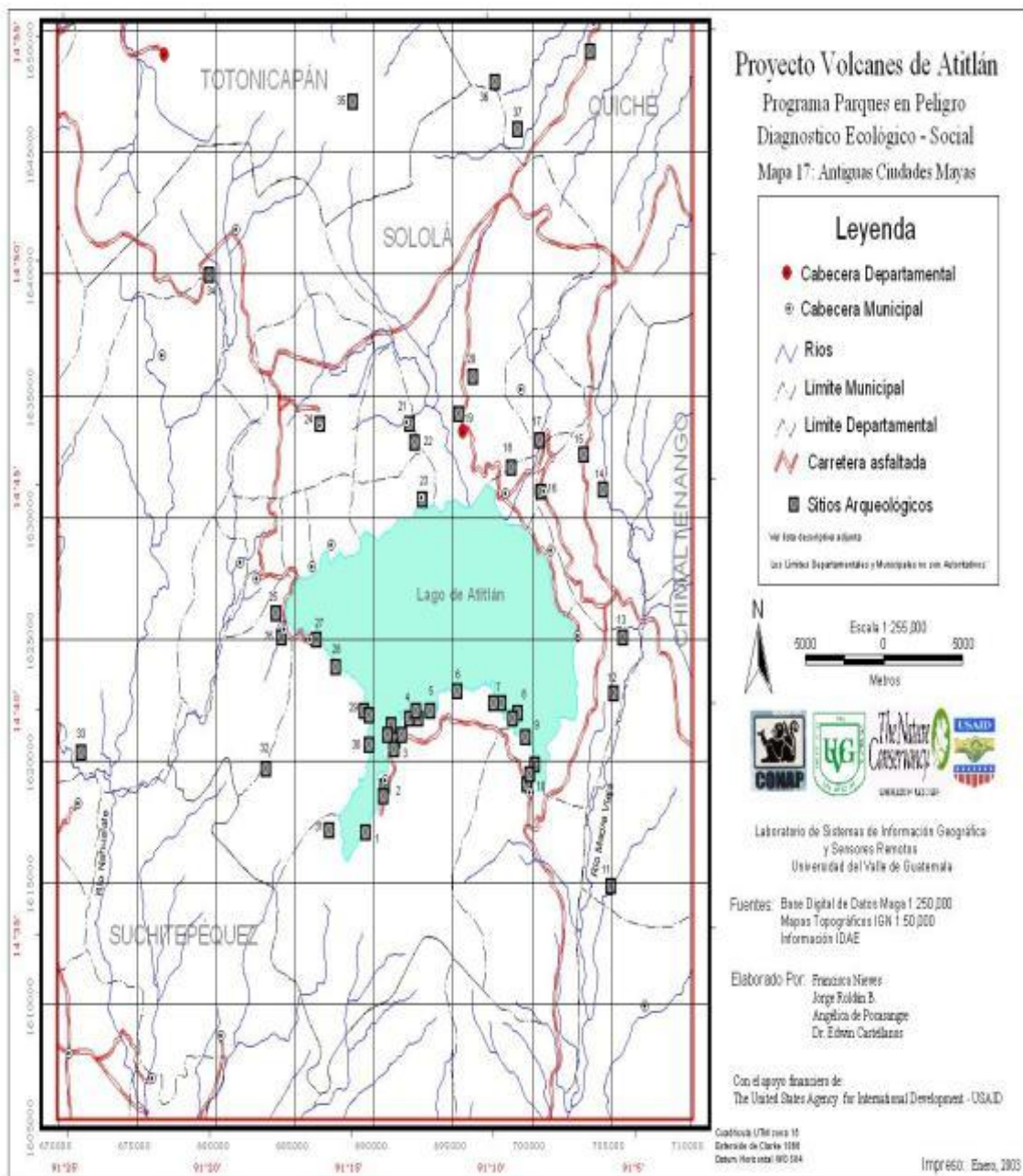
### A. Etnohistoria

La cuenca del Lago de Atitlán es rica en hechos históricos en la época prehispánica y durante la colonia. Las comunidades prehispánicas que habitaron la región del Lago se asentaron en las partes donde la geografía lo ha permitido, o sea, en las partes más planas. Dentro de los textos más importantes sobre dichos hechos históricos sobresalen los siguientes tres: el *Memorial de Tecpán Atitlán o Anales de los Kaqchiqueles*, que detalla toda la historia de los Kaqchiqueles desde las migraciones y fundación de asentamientos en la zona del Lago hasta la conquista y colonización de los españoles; el Capítulo CLXIV de *La Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España* de Bernal Díaz del Castillo y *la Historia de Guatemala* de Antonio Fuentes y Guzmán. (CONAP,2007) (CEAB,2009)

La cuenca del Lago de Atitlán cuenta con gran riqueza arqueológica. La primera descripción la realizó Pedro de Alvarado en 1524 en una carta donde da a conocer la grandeza y belleza de los edificios prehispánicos que encontró en Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna, San Andrés Semetabaj, San Lucas Tolimán y Santa Catarina La Laguna (Palopó). Los datos arqueológicos provienen principalmente de Chuitinamit, localizada estratégicamente y considerada como la capital del reino Tz'utujil. Existen estudios de S. Lothrop (1928 y 1933) que brindan información cronológica del área en el que detalla la evidencia que hubo presencia desde el Preclásico Medio a Tardío (600 a. C. al 250 d. C) hasta el Postclásico (1000 al 1524 d. C). (CONAP,2007)(CEAB,2009). Según Villacorta (1927), sitios arqueológicos de mucha riqueza fueron explorados por C. Luna en 1910. La mayor parte de las ruinas se encuentran en el área entre Tolimán y Atitlán, dando la impresión de ser un solo sitio. También hay ruinas en

lugares cercanos a lo que hoy es San Pedro la Laguna y Santa Clara la Laguna y otros más pequeños alrededor del lago. En estos se encuentran restos de paredes antiguas, terrazas, calzadas y desechos de cerámica y obsidiana. En total existen 37 sitios arqueológicos, cuya ubicación se detalla en el Mapa 8 a continuación

**Mapa 8: Sitios arqueológicos en la cuenca del Lago de Atitlán**



Fuente: CEAB 2001

**1. Grupos prehispánicos.** En Guatemala, una de las regiones donde existe mayor diversidad cultural es la cuenca del Lago de Atitlán. Dicha diversidad cultural no se manifiesta únicamente en la existencia de diferentes grupos etnolingüísticos, sino también en las distintas costumbres y formas de efectuar rituales religiosos. (CONAP, 2007)

Los pueblos indígenas que históricamente han residido en la cuenca del Lago son los K'iche', Tz'utujil y Kaqchiquel. El territorio que habitan los Tz'utujil se encuentra en la parte sur y suroeste del lago y en la parte noreste se encuentra el territorio Kaqchikel. El territorio K'iche' no está alrededor del lago, sino a pocos kilómetros al oeste. Para facilitar la caracterización etnográfica de los pueblos se dividió la zona en cuatro áreas geográficas: Tz'utujil, Kaqchikel Oriental; Kaqchikel Occidental y K'iche'. La ubicación de las comunidades lingüísticas y centros poblados en la Cuenca del lago de Atitlán se aprecia en el Mapa 9 (CONAP,2007)



a. **Área tz'utujil.** Ubicada en el sur del lago de Atitlán, la mayoría se encuentran dentro de la cuenca y en el departamento de Sololá; San Juan La Laguna, San Pablo La Laguna, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán y Santa María Visitación, siendo Santiago Atitlán el más grande e importante de los pueblos Tz'utujiles de la cuenca. El sitio arqueológico Chuitinamit, situado sobre el margen occidental de la bahía de Santiago fue su asentamiento Prehispánico de mayor importancia. Ocupa una posición importante en la ruta comercial entre el altiplano y las tierras del Pacífico, lo que ha llevado a que la principal actividad económica sea el comercio. (CONAP,2007)

El segundo pueblo en importancia Tz'utujil es San Pedro La Laguna, a las faldas del volcán San Pedro. En la actualidad es un centro de gran interés turístico, ya que ha conservado mejor su arquitectura vernácula que Santiago. A menos de dos kilómetros de distancia en la misma bahía se encuentra San Juan La Laguna, que comparte muchas relaciones sociales y culturales. También comparten rivalidades por antiguas disputas por tierras. Los Tz'utujiles son los que tienen mayor disponibilidad de tierras para cultivos, lo que se refleja en la diversidad de la agricultura, a diferencia de los demás grupos étnicos. Los principales cultivos son: café, maíz, frijol, aguacate, hortalizas, maguey y pitahaya.

b. **Kaqchiqueles.** Los kaqchiqueles son el tercer grupo étnico más extenso de la República de Guatemala, ocupan casi en su totalidad los departamentos de Chimaltenango, Guatemala, Escuintla, Sacatepéquez, y Suchitepéquez. En Sololá se ubican desde el norte al sureste de la cuenca del Lago.

En un principio, los kaqchiqueles establecieron su capital en Chiavar Tzupitagah (milpa de los planes fortificados) situada dentro de territorio K'iche. Como pueblo aliado, los kaqchiqueles colaboraban con la protección de la parte oriental del señorío K'iche' y permanecieron unidos a los K'iche's viviendo junto a la corte de sus reyes. Cuando Quikab (K'iche') fue destronado por una revuelta interna, los kaqchikeles abandonaron ChiavarTzupitagah y fundaron su nueva capital en Iximché. Desde su nueva capital llevaron a cabo continuas guerras de dominio contra los Tz'utujiles, los Pocomames, los Pipiles e, incluso los K'iche's (CEAB,2003)

1) **Area kaqchikel oriental.** El criterio que se utilizó para separar el área Kaqchikel fue tomar en cuenta los municipios kaqchikeles que colindan con el departamento de Chimaltenango. Esta área corresponde a los municipios de San Francisco Panajachel, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó y San Lucas Tolimán.

El poblado más importante de la región es San Francisco Panajachel debido al auge turístico que ha tenido en los últimos sesenta años, lo que ha provocado la pérdida de las tradiciones y cultura popular.

San Andrés Semetabaj tiene una vida cultural y socioeconómica parecida a la de los poblados de Chimaltenango, como Patzún y Tecpán. Cuenta con uno de los ejemplos más notables del barroco guatemalteco: su antigua iglesia y su fachada; se restauró en 1954, pero fue destruida nuevamente por el terremoto de 1976. La Universidad del Valle de Guatemala realizó un el proyecto *Metodología para la Investigación Transdisciplinaria en la Gestión Comunitaria Integrada de los Patrimonios Natural y Cultural* en el que se concluyó que el patrimonio natural está fuertemente afectado debido al crecimiento de la población, crecimiento del área urbana y el uso sin control de los recursos naturales de bosques y agua. Para el patrimonio cultural, se concluyó que el valor cultural más fuerte es hacia el sitio arqueológico y ha sido establecido en torno a un grupo delimitado de líderes que ven en el mismo un mecanismo de reivindicación y revitalización de su cultura por medio de la creación de vínculos con sus antepasados. (CEAB,2002)

Santa Catarina Palopó y San Antonio Palopó, son dos pueblos similares en cuanto a su vida cultural y socioeconómica. Estos municipios son los más pobres de la cuenca del lago, debido a la poca disponibilidad de tierras para la agricultura. La artesanía de ambos pueblos es rica, especialmente en tejidos, los cuales son variados en colorido, materiales y técnicas. Ambos cuentan con antiguas iglesias coloniales de mucho valor, las cuales fueron construidas durante el siglo XVII. San Lucas Tolimán con gran influencia ladina, ha sido tradicionalmente cafetalero donde predomina el latifundio ejemplificado por la presencia de varias fincas aledañas a la cabecera (CONAP,2007)

2). **Área kaqchikel occidental.** El área kaqchikel occidental se encuentra en lo que hoy son tres cabeceras municipales: Sololá, Santa Cruz La Laguna y San Marcos La Laguna, también están las aldeas de San Jorge La Laguna y Tzununá.(CONAP,2007)

Sololá es un asentamiento antiguo y la actual la cabecera departamental. Es la única población del departamento que cuenta con categoría de ciudad. En Sololá aún se conservan casas de la época colonial con gruesas fachadas y ataviadas de ventanales en hierro forjado. La torre del reloj del antiguo palacio municipal es testigo del esplendor arquitectónico que tuvo la ciudad. Santa Cruz La Laguna, San Marcos La Laguna y la aldea Tzununá son comunidades muy pobres que viven particularmente de agricultura de subsistencia como en el trabajo asalariado en la Costa Sur. Las dos localidades mantienen fuertemente su cultura tradicional, lo que se ha debido también en gran medida a que se encuentran aisladas de las demás localidades. (CONAP,2007)

**c. Área k'iche'.** El grupo K'iche' es el mayor de Guatemala y el segundo en extensión territorial. Su territorio ocupa Totonicapán, la parte sur del departamento de El Quiché, gran parte de Quetzaltenango, el norte de Suchitepéquez y Retalhuleu y el noroccidente de Sololá; los municipios que pertenecen a la cuenca del Lago de Atitlán: Santa Lucía Utatlán, San José Chacayá, Santa Clara La Laguna, Santa María Visitación y las aldeas de San Juan Palestina, Pasajquim y Panyevar.

En la época prehispánica su principal centro político administrativo se encontraba situado en Utatlán. La organización social de la sociedad se basaba en un sistema que combinaba el rango, la descendencia, la territorialidad, la jerarquía y la toracotomía (dibujo geométrico que figura de una manera gráfica la ley de variación de un fenómeno). La estratificación social fundamental de los k'iches consistía en una división entre señores, vasallos y esclavos. En esa época, empezaron a desarrollarse sectores sociales intermedios, los guerreros, comerciantes, artesanos y siervos o trabajadores rurales. El gobierno k'iche' integrado por una estructura cuadripartita cuya autoridad se basaba en el dominio territorial de cada uno de los representantes en el gobierno.(CEAB,2003)

Los poblados se encuentran en la frontera lingüística de tres regiones, en el caso de Santa

Clara La Laguna y Santa María Visitación la influencia es Tz'utuji. San José Chacayá es un pueblo al que se podría llamar bi-étnico ya que conviven K'iche's con mucha influencia de kaqchiqueles de Santa Lucía Utatlán y Nahualá lo que hace que el pueblo esté dividido en dos secciones, una para cada grupo étnico.

La economía se basa principalmente en la agricultura en pequeñas parcelas propias, como en el trabajo agrícola asalariado en las fincas de café y en menor escala en el pequeño comercio.(CONAP,2007)

## **B. Conflictos por el lago**

Los tres grupos étnicos que rodean el lago fueron enemigos durante mucho antes de la conquista española. Los tres textos históricos: *El Memorial de TecpánAtitlán*, *Recordación Florida* y *la Historia Verdadera de la conquista de la Nueva España*, hacen referencia a la acusación que hacen los kaqchikeles a los españoles sobre los tz'utujiles, lo que ocasionó que fueran conquistados ya que al preguntar los españoles a los kaqchiqueles quienes eran sus enemigos ellos respondieron los tz'utujiles y k'iche's. Con esta revelación y tras guerras de conquista quedaron derrotadas las tres unidades políticas de la cuenca del lago de Atitlán y, seguramente, las más importantes de Guatemala durante el siglo XVI (CONAP,2007)

**1. Época de la post-conquista.** Después de la conquista, los tz'utujiles fueron buenos aliados de los españoles y ayudaron en la conquista y evangelización de varias poblaciones guatemaltecas. El interés por la fundación de pueblos se inicia con la promulgación de la Cédula Real del 10 de junio de 1510. Los poblados fueron fundados donde se encontraban los pueblos prehispánicos o cerca de estos. En 1544 se iniciaron las congregaciones para agrupar a los indígenas en asentamientos, los cuales eventualmente formaron una unidad étnica. La cabecera del corregimiento de Atitlán fue Santiago y los demás poblados eran llamados sujetos. Estas congregaciones sólo trajeron complicaciones, ya que iniciaron los conflictos entre jurisdicciones (Orellana ,1984 Y 1994).

El inicio de fundación de los poblados dio lugar a una separación social y política de las comunidades. El corregimiento de Atitlán sufrió varios cambios territoriales a raíz de una creciente separación de las comunidades costeras y del altiplano, las primeras pasaron a formar

parte de la Alcaldía Mayor de Suchitepéquez y los últimos de la Alcaldía Mayor de Sololá. (CONAP, 2007)

**2. Época colonial e independiente.** En la época colonial, se desarrollaron políticas administrativas que beneficiaron a la corona, congregando a los habitantes en poblaciones (pueblos de indios) y la encomienda. Las encomiendas fueron inestables por la despreocupación que hubo por la tenencia de la tierra en sí, que hizo que el rey y los gobernadores de provincias repartieran encomiendas a conquistadores con mayor influencia política. Esto produjo que otros españoles estuvieran inconformes. A raíz de esto, el rey decide anular la encomienda, y formar las Alcaldías Mayores y los Corregimientos, lo que da inicio a la compra y venta de tierras. (CONAP, 2007)

En el siglo XVII, los corregimientos de Atitlán y TecpánAtitlán se unen para formar la Alcaldía Mayor de Sololá. Desde el siglo XVI a los pueblos de indios se les dieron tierras en ejidos y comunales. Los ejidos se localizaban más allá del pueblo y su extensión era variable, mientras que las tierras comunales se encontraban alrededor del pueblo y eran de uso común (Gudmundson, 1996). Durante la época independiente la unidad territorial y cultural empezaron a ser los municipios. (CONAP, 2007)

**3. Diferendos territoriales.** La tenencia de tierra se ha caracterizado por tener una alta movilidad, ha sido distribuida varias veces a antojo de políticos con influencias altas. Un ejemplo es el conflicto entre San Juan La Laguna y San Pedro La Laguna que surge a raíz de la propiedad privada, compensación monetaria y el trabajo constante en las fincas aledañas que la población de San Juan decidió repartir las parcelas de su ejido. Esto ocasionó que las personas con escasos recursos que no podían cultivar vendieran sus tierras a pobladores de San Pedro lo que agudizó más el problema entre ambos pueblos.

Otro ejemplo es el de Santiago Atitlán cuyo territorio se vio reducido en la época de transición entre el cacao y el café, ya que la tierra era arrendada a personas con poder político con la condición de cultivar productos comerciales que traerían un supuesto progreso a toda la nación.

Esto se puede observar en Chicacao, que era una zona baldía perteneciente a Santiago y

que poco a poco fue cedida en calidad de propiedad privada. Otro aspecto relacionado a la geografía es el de los linderos municipales, tema conflictivo que toma su expresión más compleja en dos casos: el de Santa Catarina Ixtahuacán y Nahualá, y el de una la aldea Argueta con diferencias territoriales con tres las aldeas de Barreneché, La Concordia y La Esperanza de Totonicapán. (CONAP, 2007).

**4. Conflicto armado interno.** En 1979 toma posesión como Presidente de la República el general Romeo Lucas García, cuyo gobierno estuvo marcado como de extrema violencia y exacerbación de las contradicciones políticas; fue el estallido de una serie de perversiones políticas que habían venido madurando en los períodos presidenciales anteriores. En julio de 1980 comenzó una ofensiva del Ejército de Guatemala en contra de los insurgentes, iniciando en el área Ixil, con la destrucción de aldeas y fusilamiento de guerrilleros. Al año siguiente, como respuesta a las acciones de propaganda armada que la guerrilla había desarrollado, el ejército realizó una ofensiva en las zonas del nororiente de Chimaltenango y el sur de El Quiché; se desplegaron puestos de avanzada muy rápidamente entre Tecpán y Los Encuentros en donde se arrasó todo caserío próximo a la carretera Panamericana. La campaña abarcó un área de 4,000 kilómetros cuadrados, afectando a 36 municipios y las cabeceras departamentales de Chimaltenango, Sololá, El Quiché y Sacatepéquez. Esta primera **ofensiva** estratégica la sufrió la población, ya que la guerrilla acababa de iniciar su implantación y apenas tenía algunos pelotones de fuerzas militares regulares. La importancia estratégica del ejército estaba en cortar el corredor natural que representaba el altiplano central como pasillo entre las zonas montañosas y la ciudad de Guatemala. (ODHAG, 1998).

Parte de la población indígena colaboró activamente en grandes operativos militares con la guerrilla, en Sololá, la población corto hilos telegráficos, bloqueó las carreteras impidiendo que el Ejército pudiera dirigirse por tierra hacia los lugares ocupados. A finales de 1981 se estima que la guerrilla contaba con 276,000 personas en 16 de los 22 departamentos del país. (ODHAG,1998)

En 1982 se dieron elecciones generales y antes que tomara posesión el Presidente electo, 950 miembros del Ejército llevaron a cabo un golpe de estado nombrando un triunvirato presidido por el general Efraín Ríos Montt, quien meses después se proclamó Presidente de la

República. Se iniciaron en el medio rural masacres a poblaciones sospechosa de colaborar con la guerrilla y con el Plan de Campaña Victoria 82 contra los frentes guerrilleros del noroccidente y norte del país, la cual estuvo dirigida en contra la población civil (la mayoría campesina-indígena) provocando miles de víctimas e inmensos desplazamientos de la población.(ODHAG,1998)

En Sololá convergieron varios grupos del Ejército y la Guerrilla. El Ejército, desde finales de 1979 se había establecido en las faldas del volcán Atitlán y la acción más notoria de la guerrilla fue la toma de la cabecera de Sololá en octubre de 1981. En la región se realizaron matanzas públicas por parte de los dos grupos acusando de colaborar con el enemigo. (ODHAG, 1998)

Las relaciones interétnicas y de poder en la guerrilla se pusieron de manifiesto en el conflicto armado. Talvez los kaqchikeles no querían que los quiches dirigieran sus estructuras, pero eran éstos los que tenían mayor disposición individual de integrarse a tiempo completo a la lucha. Los kaqchiqueles son más comunitarios, mantienen más sus tradiciones y un mayor apego a la tierra ya la familia. No todos los padres aceptaban que sus hijos se incorporaran a tiempo completo, porque tenían que ayudar en el trabajo de la tierra. (IC 199, Sololá, años 80).

Es importante conocer acerca del conflicto armado debido a que el comportamiento social de las poblaciones cambió después de estas experiencias; por lo que al conocer esto se puede planificar de mejor manera cómo se trabajará con las comunidades.

## VI. Contexto social

### A. Marco demográfico

El elemento demográfico es de vital importancia, y debe ser considerado en este estudio. El marco demográfico nos dará una mejor idea sobre la cantidad de personas que habitan en los alrededores del Lago de Atitlán, así como las principales características de sus habitantes.

Se empezará analizando la densidad de población de la zona, determinando que porcentaje de la población es urbana o rural, así como los pueblos indígenas presentes. Finalmente, se analizará el Índice de Desarrollo Humano, tomando en cuenta la educación, salud y pobreza de los habitantes. Al tomar en cuenta todos estos aspectos, se podrán analizar mejor las problemáticas y llevar a cabo soluciones y propuestas con los habitantes de esta zona en mente.

**1. Densidad.** La densidad de población se define como el cociente entre la población total y la superficie en kilómetros cuadrados. En este caso, los datos que se presentan tienen como referencia la superficie de cada departamento en kilómetros cuadrados. Con base a esto se obtiene que Sololá presenta una densidad de 290 hab/km<sup>2</sup>, Chimaltenango 225 hab/km<sup>2</sup>, Totonicapán 320 hab/km<sup>2</sup> y Quiché 320 hab/km<sup>2</sup>.

La densidad poblacional media del país es de aproximadamente 132 hab/km<sup>2</sup>. (INE, 2002). Como podemos ver en la siguiente tabla, la mayoría de municipios de la cuenca exceden esta cantidad. Esto quiere decir que los alrededores del Lago de Atitlán están densamente poblados. Esto debe ser un factor muy importante a considerar, ya que cualquier decisión que se tome, afectará directamente a esta gran cantidad de habitantes.

Podemos determinar, por medio del Cuadro 3, que los municipios con mayor densidad de población son Panajachel y San Pablo La Laguna, mientras que existen otros que tienen una muy pequeña ocupación de habitantes, como Santa María Visitación, Pochuta, o Patzún. La densidad de población es una característica determinante de la cuenca, y debe ser considerada a la hora de analizar la situación y tomar decisiones relevantes.

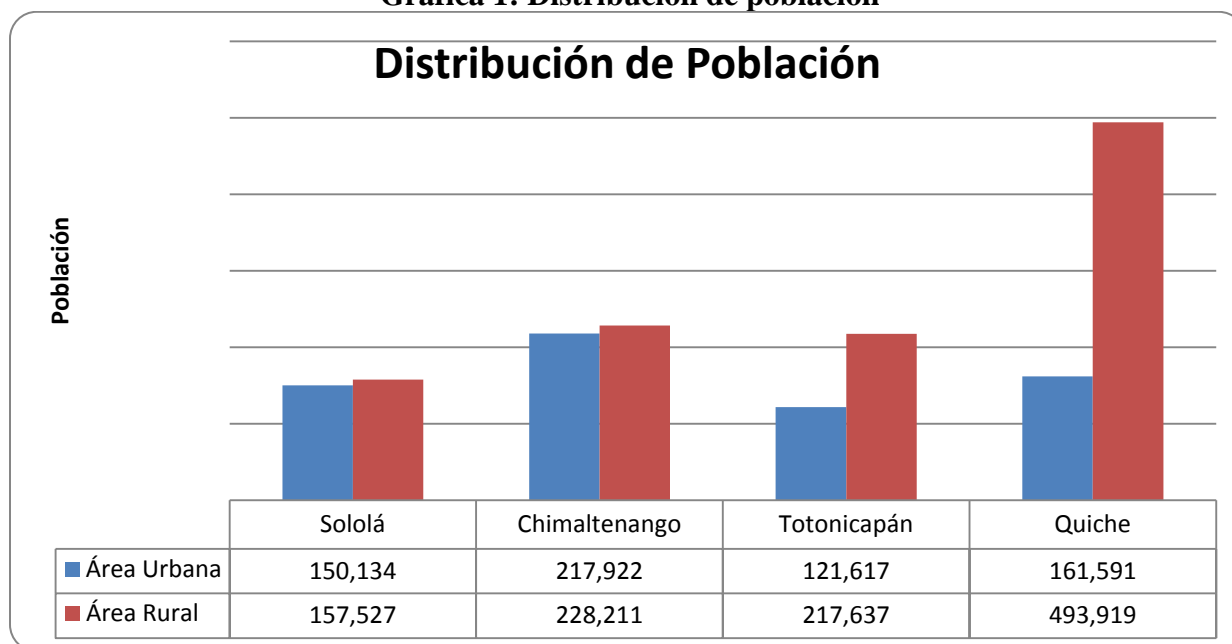
**Cuadro 3: Densidad de población por municipio**

Tabla de densidad de población de los municipios de la cuenca (INE, 2002)

Municipio	Densidad de población hab/km <sup>2</sup>
1. Sololá	617
2. San José Chacayá	162
3. Santa María Visitación	88
4. Santa Lucía Uatlán	339
5. Nahualá	237
6. Santa Catarina Ixtahuacan	617
7. Santa Clara La Laguna	237
8. Concepción	339
9. San Andrés Semetabaj	162
10. Panajachel	950
11. Santa Catarina Palopó	617
12. San Antonio Palopó	617
13. San Lucas Tolimán	339
14. Santa Cruz La Laguna	339
15. San Pablo La Laguna	950
16. San Marcos La Laguna	237
17. San Juan La Laguna	237
18. San Pedro La Laguna	162
19. Santiago Atitlán	237
20. Totonicapán	339
21. Chichicastenango	339
22. Tecpán	237
23. Pochuta	88
24. Patzún	88

**a. Población urbana/rural** Los municipios pertenecientes a la cuenca del Lago de Atitlán presentan mayor población en el área rural. En el departamento de Sololá se están tomando en cuenta todos los municipios, mientras que en el departamento de Chimaltenango, solamente se están estudiando los municipios de Tecpán Guatemala, Pochuta y Patzún. La tendencia es marcada hacía una mayoría de personas que viven en el área rural. Con respecto a la cabecera departamental de Totonicapán, la cual tiene el mismo nombre hay una mayoría de habitantes en el área urbana comparada con el área rural. Esto sucede porque el casco urbano es mucho mayor comparado con el resto de municipios. Finalmente, la distribución de población del municipio de Chichicastenango es muy similar a lo presentado con Totonicapán. Principalmente esto se debe a que es un área puramente turística, por lo que existen bastantes comodidades y servicios básicos al alcance de la mayor parte de la población. Esto se muestra con la Gráfica1.

**Gráfica 1: Distribución de población**



Gráfica de distribución de población de los departamentos de la cuenca (INE, 2002)

**2. Pueblos indígenas.** Sololá es uno de los departamentos de la República con mayor población indígena. El índice en este aspecto es del 96%, lo cual es alto comparado con índice del país que es del 41.03%. Hay que destacar que el municipio con mayor índice de población no indígena es Panajachel, con 28.36%, lugar donde se concentra la actividad turística, seguido aunque muy lejos por San Lucas Tolimán con 6.54% y la cabecera departamental con el 5.59%. Respecto al municipio con mayor población indígena, Concepción registra un índice del 100% y le siguen San Pablo La Laguna, que únicamente tiene 7 personas no indígenas (INE, 2002)

**a. Migración.** Según datos del INE, para el período 1990 - 1994, el departamento de Sololá tuvo un estimado de 1,489 personas inmigrantes con un 1.0% del promedio interdepartamental. La migración internacional se define como el movimiento de personas que se movilizan de un país a otro. Los niveles de migración internacional del departamento de Sololá, causan problemas de una reducción en la fuerza obrera, en ciertos sectores importantes del área agrícola y debilitamiento del grupo familiar, ya que del total de migración para Sololá, se manifiesta que la población emigrante en un total de 1,801 que representa un 1.2% por ciento, el cual es mayor que el movimiento interno inmigrante. Los datos de la migración interna y externa del departamento de Sololá reflejan ser un expulsor de población, derivado de la escasa generación de fuentes de trabajo, lo cual obliga a la población buscar otras fuentes de empleo y de ingresos, población que se desplaza principalmente a la costa sur del país. Es también necesario mencionar que parte de la población emigrante internacional de Sololá, representa un importante flujo de remesas tanto para sus familias como al país, lo cual fortalece la economía en general (SEGEPLAN, 2006).

**3. Índice de desarrollo humano.** El índice de desarrollo humano (IDH) es elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y se trata de una medición de cada país tomando como base un indicador social estadístico compuesto por tres parámetros. El primero es la vida larga y saludable, la cual es una medida según la esperanza de vida al nacer. Luego está la educación, que es medida por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta combinada de matriculación en educación primaria, secundaria y superior, así como los años de duración de la educación obligatoria. Y por último el nivel de vida digno, el cual tiene

como base el PIB per cápita PPA en dólares. A continuación se muestra el Cuadro 4 donde se indican los diferentes rangos según los cuales se evalúa el IDH (PNUD, 2009).

**Cuadro 4: Clasificación de IDH**

Desarrollo humano alto ( $IDH \geq 0,8$ )
Desarrollo humano medio ( $0,5 \leq IDH < 0,8$ )
Desarrollo humano bajo ( $IDH < 0,5$ )

Tabla de Clasificación de IDH (PNUD, 2009)

El nivel de desarrollo humano de los departamentos de la cuenca del Lago de Atitlán se observa en el Índice de Desarrollo Humano (IDH). El Cuadro 5 muestra este dato para los lugares pertenecientes a este estudio. Comparado con el país es bastante bajo, ya que éste tiene un IDH de 0.708 (PNUD, 2009).

**Cuadro 5: IDH Departamentos de la cuenca**  
IDH de los departamentos de la cuenca del Lago de Atitlán

Departamento	IDH		
	1994	2002	2006
Sololá	0.457	0.579	0.606
Chimaltenango	0.531	0.618	0.679
Totonicapán	0.465	0.54	0.614
Quiché	0.461	0.508	0.610

**Fuente: PNUD 2009**

**a. Educación.**

**1) Tasa de escolaridad.** La tasa neta de escolaridad a nivel pre primario (considera a la población en edad escolar de cinco a seis años de edad) en el departamento de Sololá para el año 2002, fue de 65.99%. La tasa neta de escolaridad a nivel primario (considera a la población en edad escolar de siete a doce años) fue de 83.09%. Según

proyección, la población para el año 2002, en este rango de edad, fue de 54,800, y la inscripción fue de 45,532, lo que indica que no se inscribieron un total de 9,268 alumnos, lo que equivale al 16.9%. La tasa de escolaridad en el nivel básico (considera a la población en edad escolar de 13 a 15 años) fue de 35.72%. Según proyección, la población para el año 2002, en este rango de edad era de 24,348, de los cuales fueron inscritos 8,699, es decir que un 64.27% no se inscribió. La tasa neta de escolaridad en el nivel diversificado (considera población escolar en edad de 16 a 18 años) fue de 13.62%, es decir que para una población proyectada para este rango de edad en 22,571, fueron inscritos 3,074 alumnos, es decir que no se inscribieron un 86.4% (SEGEPLAN, 2006).

**2) Analfabetismo general** El índice de analfabetismo en el departamento de Sololá para el año 2000, alcanza una cifra del 56%, valor que supera al promedio nacional que era del 36.4%. Entre las causas que inciden en el analfabetismo, principalmente se puede mencionar la pobreza, pobreza extrema, factores culturales, insuficiente infraestructura educativa y personal docente.

**b. Salud** La situación de salud en Sololá es bastante precaria, basta con observar las altas tasas de mortalidad y que a continuación se describen.

**1) Esperanza de vida.** La esperanza de vida en el año 2001 en el departamento de Sololá, para el sexo masculino era 62.11 años y para el sexo femenino 66.17 años, de acuerdo con información del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS). Este indicador es bastante cercano al parámetro nacional, el cual era de 64.70 años para el sexo masculino y 69.81 años para el sexo femenino (SEGEPLAN, 2006).

**2) Alimentación y nutrición.** Según el “Informe nutricional a la medida de prevalencia de retardo”, llevado en Guatemala en 2001 el cual fue realizado en julio del 2001, los municipios de San Pablo La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, San Marcos La Laguna, Nuhualá y San Juan La Laguna, se clasifican como los municipios que registran un porcentaje mayor del 80 % en retardo (desnutrición crónica), lo cual es considerado de muy alta vulnerabilidad a nivel nacional. Estos mismos municipios registran los mayores indicadores de pobreza general, en el rango del 72.40% al 90.40%. El gasto del Gobierno en salud durante el

año 2002, para el departamento de Sololá fue de Q 69.6 por habitante, en agua y saneamiento fue de Q 13.8 por habitante (SEGEPLAN, 2006).

**3.) Pobreza.** Por su definición, la pobreza es una situación que surge a consecuencia de la carencia de los recursos para satisfacer las necesidades humanas que inciden en un desgaste del nivel y calidad de vida de las personas. Las más importantes son la alimentación, la vivienda, la educación, la asistencia sanitaria y el acceso al agua potable. En Guatemala, el parámetro para definir si una persona vive en condiciones de pobreza es el salario mínimo, ya que éste debería alcanzar para cubrir las necesidades que incluye la canasta básica de alimento (SEGEPLAN, 2006).

Por lo tanto, el tema de la situación económica de las familias que habitan la zona de la Cuenca es muy importante, esto se debe a que las condiciones de vida en las que se encuentren puede condicionar el desarrollo del proyecto. Tal es el caso de Chimaltenango en el cual se observa que muy pocas personas están expuestas a una situación de pobreza extrema. Por su parte Sololá cuenta con áreas en las que la situación de pobreza es alarmante. Hay que tomar en cuenta que muchas de éstas personas no cuentan con un sistema de drenaje ni muchos menos con un afluente de agua potable. Totonicapán muestra un cuadro en el cual la mayor parte de su población está marcada con situación de extrema pobreza. Sin embargo, el único municipio que tomará en cuenta éste proyecto es la cabecera departamental. Y éste se encuentra en la zona de pobreza extrema media. En Quiché se tiene una situación muy variada, sin embargo solamente forma parte de la cuenca el municipio de Chichicastenango, el cual presenta un cuadro de pobreza extrema alta. En el cuadro siguiente se muestra el índice de pobreza extrema para cada uno de los municipios de la Cuenca del Lago de Atitlán (SEGEPLAN, 2006).

Las categorías que se incluyeron en el último censo, llevado a cabo por el INE en el año 2002, fueron muy alta, alta, media, baja y muy baja. A continuación, en el Cuadro 6, se resume la categoría de cada uno de los municipios de la cuenca del Lago de Atitlán:

**Cuadro 6: índice de pobreza por municipio en la cuenca**

<b>Municipio</b>	<b>Índice de Pobreza Extrema</b>	<b>CATEGORÍA</b>
Sololá	42.53 - 94.46	Muy alta
San José Chacayá	16.24 - 26.89	Media
Santa María Visitación	16.24 - 26.89	Media
Santa Lucía Utatlán	0.11 - 6.47	Muy Baja
Nahualá	26.89 - 42.53	Alta
Santa Catarina Ixtahuacán	0.11 - 6.47	Muy Baja
Santa Clara La Laguna	42.53 - 94.46	Muy alta
Concepción	26.89 - 42.53	Alta
San Andrés Semetabaj	16.24 - 26.89	Media
Panajachel	0.11 - 6.47	Muy Baja
Santa Catarina Palopó	26.89 - 42.53	Alta
San Antonio Palopó	26.89 - 42.53	Alta
San Lucas Tolimán	26.89 - 42.53	Alta
Santa Cruz La Laguna	6.47 - 16.24	Baja
San Pablo La Laguna	16.24 - 26.89	Media
San Marcos La Laguna	16.24 - 26.89	Media
San Juan La Laguna	16.24 - 26.89	Media
San Pedro La Laguna	0.11 - 6.47	Muy Baja
Santiago Atitlán	16.24 - 26.89	Media
Tecpán Guatemala	16.24 - 26.89	Media
Pochuta	0.11 - 6.47	Muy Baja
Patzún	6.47 - 16.24	Baja
Totonicapán	16.24 - 26.89	Media
Chichicastenango	42.53 - 94.46	Muy Alta

Fuente: SEGEPLAN, 2002

**B. Marco económico** Es de vital importancia considerar los aspectos socioeconómicos de la región, para poder llevar a cabo un análisis detallado y correcto de los alcances y efectos que puede tener un proyecto sobre la cuenca del Lago de Atitlán.

En este apartado se considerará la población económicamente activa, las principales actividades económicas, el aporte al PIB, y la tenencia de la tierra de la región. Al tomar en cuenta y analizar todos estos factores, se podrá tener una mejor idea de cómo un cambio o alteración en esta región, tendrá un efecto mayor en la economía del resto del país.

**1. Población Económicamente Activa. (PEA)** La PEA es el grupo de población mayor de siete años que suministran mano de obra necesaria para la producción de bienes y servicios en el departamento y que contribuyen al funcionamiento de la economía. Según el censo del 2002, Sololá cuenta con una 2007).

## **2. Principales actividades económicas.**

**a. Café.** La caficultura ha representado para los pueblos y comunidades de la cuenca sur del Lago de Atitlán del departamento de Sololá, la mayor fuente de ingresos económicos en los últimos cien años. Esto se debe principalmente a la buena cotización en el mercado internacional del café de calidad que se produce en Atitlán, gracias a las condiciones naturales de clima, altura y composición de sus suelos (CONAP, 2007).

A nivel departamental, la actividad de caficultura ha incidido fuertemente en la conservación de los recursos naturales, especialmente en la conservación de bosques latifoliados con alta biodiversidad. Esto se debe a que por más de un siglo, el uso de la tierra colindante a estas zonas hasta altitudes de los 1800 msnm se utilizan para el cultivo de café bajo sombra natural. Este tipo de bosque ha creado una zona de amortiguamiento que impide la siembra de cultivos limpios y anuales que necesitan de mayores extensiones de tierra y han protegido de forma natural los recursos y servicios ambientales que proveen los bosques naturales.

Sin embargo, a pesar de poseer estas ventajas comparativas y contar con la producción de este tipo de café especial, el departamento de Sololá es el cuarto en pobreza a nivel nacional. Esto se debe principalmente a que la cadena de intermediación entre el productor y el

consumidor final es muy larga y finalmente el precio que recibe el campesino a nivel local es muy bajo a pesar de cargar con la mayor parte de los riesgos.

Más de la mitad de la producción del departamento de Sololá está en manos de pequeños productores que manejan los cafetales de forma tradicional (sombra). De igual forma se siembra en las fincas cafetaleras de la región. La edad de los cafetales es de 10 a 30 años. Predomina la variedad Bourbon, aunque en los últimos años han aparecido las variedades Caturra, Pache, y en menor escala Catuahi. Todas estas variedades son importantes ecológicamente (CONAP, 2007).

Debido a que los pequeños productores carecen de infraestructura, tecnología y tienen limitantes para acceder a mejores mercados, desde 1997, varias organizaciones no gubernamentales, se integraron en un consorcio para construir e implementar una estrategia coherente que impulsara el desarrollo comunitario basado en el potencial de la caficultura en el departamento de Sololá. Las organizaciones que integran actualmente el consorcio son Vivamos Mejor, Veterinarios sin Frontera Francia y Vecinos Mundiales.

Esta propuesta contempló varios componentes:

- La organización de varias asociaciones de productores de café en una empresa campesina para la comercialización del café de la región.
- La implementación de infraestructura productiva.
- Apoyo técnico para mejorar la productividad.
- Apoyo para comercialización del café.
- Asistencia financiera para la producción y comercialización.

Hasta el momento los logros más importantes son los siguientes:

- La integración de cinco asociaciones de caficultores en una empresa campesina llamada el ECO APOCS.
- La construcción de dos beneficios húmedos funcionales y uno en construcción.
- La gestión para construir un beneficio seco durante el 2006.
- Producción y procesamiento de 40,000 quintales de café entre 2001 y 2005.

- La exportación de 28 contenedores de café a Estados Unidos, Holanda y Alemania.
- La certificación de 50 hectáreas de café orgánico.

Las organizaciones miembros del ECO-APOCS industrializan el café de uva a pergamino y luego compran los servicios de maquilado y de exportación a empresas privadas, las cuales cobran elevados precios que representan alrededor del 25 al 30 % del valor del producto exportable.

El mecanismo de comercialización que utiliza el Eco Apoc s actualmente es a través de Manos Campesinas. Esta sociedad civil está conformada por siete organizaciones de caficultoras del Occidente del país y tiene acceso a un Comercio Justo.

*(FairtradeLabellingOrganizationsInternational)* (CONAP, 2007).

**b. Turismo** El departamento de Sololá se incluye en el segundo sistema prioritario para desarrollo del turismo a nivel nacional. Es parte del sistema Altiplano Indígena Vivo, que mezcla la cultura viva, con la aventura natural. Hasta hace poco, la gran mayoría del turismo en Atitlán ha estado en manos de empresarios privados, en su mayoría extranjeros o nacionales no locales (CONAP, 2007).

A pesar de su importancia como destino turístico a nivel nacional, la falta de planificación, directrices y lineamientos para la mejora de esta actividad, ha ocasionado que se lleve a cabo de forma desordenada, poco participativa y sin tomar en cuenta la sustentabilidad ambiental y social de las acciones, el beneficio a la población local y la conservación a futuro de sus principales atractivos: la naturaleza, la cultura indígena de tres comunidades lingüísticas distintas, su patrimonio cultural tangible, y la belleza de su paisaje (CONAP, 2007).

Tradicionalmente el turismo se ha concentrado en Panajachel como puerta de entrada al lago de Atitlán y en los pueblos a su alrededor. En el 2002, Panajachel recibió un total de 384,190 turistas, de los cuales el 53% fueron extranjeros y el 47% restante, nacionales. El turismo en el Lago de Atitlán ha crecido a un ritmo del 20% anual en el período 1999-2002. Recientemente, la actividad turística se ha incrementado hacia Santiago Atitlán y San Pedro La Laguna y en menor escala hacia otros pueblos que han iniciado acciones para brindar otros

atractivos, principalmente enfocados en ecoturismo. Según estudio de Consultores Integrados (2007) los pueblos al oeste y suroeste del lago (San Pedro, San Juan, San Pablo, San Marcos y Santa Cruz La Laguna) están convirtiéndose en destinos de ese caudal turístico que ingresa por Panajachel. Basados en la capacidad hotelera de la región y el porcentaje de ocupación, se estima que alrededor de 50,000 turistas visitan estos pueblos cada año (CONAP, 2007).

Actualmente, dos instituciones no gubernamentales, además del Centro de Estudios Ambientales UVG y UVG Altiplano, están apoyando el desarrollo del turismo en Atitlán. Vivamos Mejor que hasta ahora ha centrado gran parte de su trabajo en San Pedro La Laguna, creando un parque regional, organizando un comité de turismo llamado Chajinel, construyendo y planeando el desarrollo de varios museos comunitarios temáticos y adecuando senderos interpretativos. Otra organización es Fundación Solar que está capacitando a guías turísticos, fortaleciendo a grupos de artesanos e identificando lugares arqueológicos en el área de San Juan La Laguna (CONAP, 2007).

**c. Artesanías.** Según el estudio de Consultores Integrados 2004, los textiles son las artesanías más buscadas, reconocidas y que representan mayores ingresos económicos para la región de Atitlán, por su alta calidad y porque han logrado alcanzar mercados internacionales. Adicionalmente a los textiles, existen otros tipos de artesanías entre los que destacan los grabados de madera y pintura de Santiago Atitlán, la cerámica de Santa Catarina Palopó, el uso de tintes naturales para teñir tejidos de algodón de San Juan La Laguna, los canastos de Santa Clara, los lazos y morrales elaborados de fibra de maguey, los petates y figurillas hechas de tul de San Pablo La Laguna (CONAP, 2007).

**d. Hortalizas.** La actividad económica más importante para las poblaciones de la región es la agricultura concentrándose su producción en los cultivos de granos básicos y de hortalizas con o sin riego. Según el estudio de prefactibilidad elaborado por Consultores Integrados, en 10 municipios al norte de la cuenca, el 21.9% de las familias se dedican a la producción de granos básicos y hortalizas. Dentro de los cultivos de hortalizas, actualmente se distingue la zanahoria, la papa, el repollo, la cebolla, la arveja china, el ejote francés, el ajo, la remolacha, el brócoli y varios tipos de calabacines.

En la misma área de estudio se estableció que del 100% de proyectos productivos identificados en el 2004, el 45.56% corresponde a la producción de hortalizas de clima frío bajo riego, con un área de 258 ha. De los 36 proyectos de mini-riego, 33 se localizan en el municipio de Sololá, dos en el municipio de San José Chacayá y uno en el municipio de Santa Cruz La Laguna (CONAP, 2007).

**e. Fruticultura.** La diversificación de la fruticultura es nueva para el área de Atitlán, como para la mayor parte del país. Sin embargo, para ciertas áreas se considera una alternativa por el valor agregado que puede tener. El ejemplo más importante de frutales para Atitlán es el aguacate. A nivel experimental, las plantaciones de aguacate criollo están siendo recepadas e injertadas para convertirlas en aguacate Hass y hacer más rentables las parcelas, ya que este tipo de aguacate tiene demanda internacional. Para el área de Atitlán se piensa que el melocotón para el altiplano y el banano en la boca costa, pueden ser una alternativa frutícola rentable (CONAP, 2007).

**f. Manejo forestal.** Se denomina manejo forestal al conjunto de técnicas de intervención silviculturales entre las cuales son habituales los raleos y las podas que se realizan en un bosque, con el objetivo de incrementar la productividad referida básicamente a la parte maderable. El manejo se basa en dos factores: los que la planta necesita para poder crecer (agua, luz, nutrientes) y el propósito de la plantación. El grado de intervención de la plantación o bosque dependerá de la relación de estas dos condiciones. Los raleos consisten en la extracción de los árboles defectuosos, y se realizan con el fin de mejorar la provisión de nutrientes del suelo y de radiación solar a los árboles de mejores características. Todo ello posibilita que se obtengan, del árbol sano, troncos de mayor diámetro y de mejor forma. Las podas se ocupan de la

eliminación parcial de las ramas inferiores de los árboles, y con su aplicación se asegura la obtención de madera libre de nudos, la cual es altamente apreciada debido a su mejor calidad productiva (CHM, 2010).

La actividad de aprovechamientos forestales dentro de la RUMCLA es de baja intensidad. La mayoría de las licencias extendidas son de baja volumetría y corresponden a aprovechamientos familiares que se llevan en los bosques mixtos y de coníferas localizados al norte de la cuenca. Existe dentro de la RUMCLA solamente un área al noreste del lago que ha sido sometida a aprovechamientos forestales continuos y de magnitudes considerables, que son los aprovechamientos realizados por la finca Santa Victoria.

A pesar que los aprovechamientos forestales son en su mayoría de bajas magnitudes, llamados también consumos familiares, se estima que mensualmente se aprueban en la RUMCLA un promedio de 30 consumos familiares (CONAP, 2007).

Por ejemplo, en el 2005 se aprobaron un total de 483 consumos familiares, que sumaron un total de 4,502 m<sup>3</sup>. Las especies más utilizadas y solicitadas por los consumos son el pino, ciprés, encino, pino colorado, aliso, canoj y taxiscobo. El municipio que tiene mayor volumen solicitado y extraído es Santa Lucía Uatlán con 1771 m<sup>3</sup> (44 consumos), le sigue Santiago Atitlán en el cual se aprobaron 65 consumos, que sumaron un total de 687 m<sup>3</sup>, luego sigue San Pedro La Laguna, Sololá y San Juan La Laguna (CONAP, 2007).

El programa de incentivos forestales es un programa que tiene validez y aplicación en la RUMCLA. Dentro de la RUMCLA existen incentivos por reforestación y también incentivos por protección de bosques naturales. En el 2005 se aprobaron los dos primeros incentivos de protección para las Municipalidades de San Pedro y San Juan La Laguna. En ambos casos las municipalidades inscribieron el territorio dentro de los parques municipales, 354 ha. en San Pedro y 700 ha. en San Juan, lo que hace un total de 1054 ha de bosques con incentivos de protección en la RUMCLA (CONAP, 2007).

Adicionalmente, en el 2005 también se aprobaron siete proyectos de reforestación bajo el sistema de incentivos forestales que sumaron un total de 100 ha. Una cantidad similar (97 ha.) están reportadas en el 2004. Los municipios que tienen programas de reforestación con

incentivos son Nahualá, San Lucas Tolimán, San Antonio Palopó, Santa María Visitación, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina Ixtahuacán y Godínez.

En el departamento de Sololá existen 105 depósitos de madera, 5 aserraderos, 23 carpinterías y 11 industrias relacionadas con la madera, como mueblerías.

### **3. Aporte al PIB**

Después de haber considerado las principales actividades económicas de la región, es conveniente analizar el aporte que éstas brindan para la economía del país. Esto será de gran utilidad, para poder determinar qué repercusiones podrían darse a nivel nacional si se altera cualquier factor ligado a estas actividades.

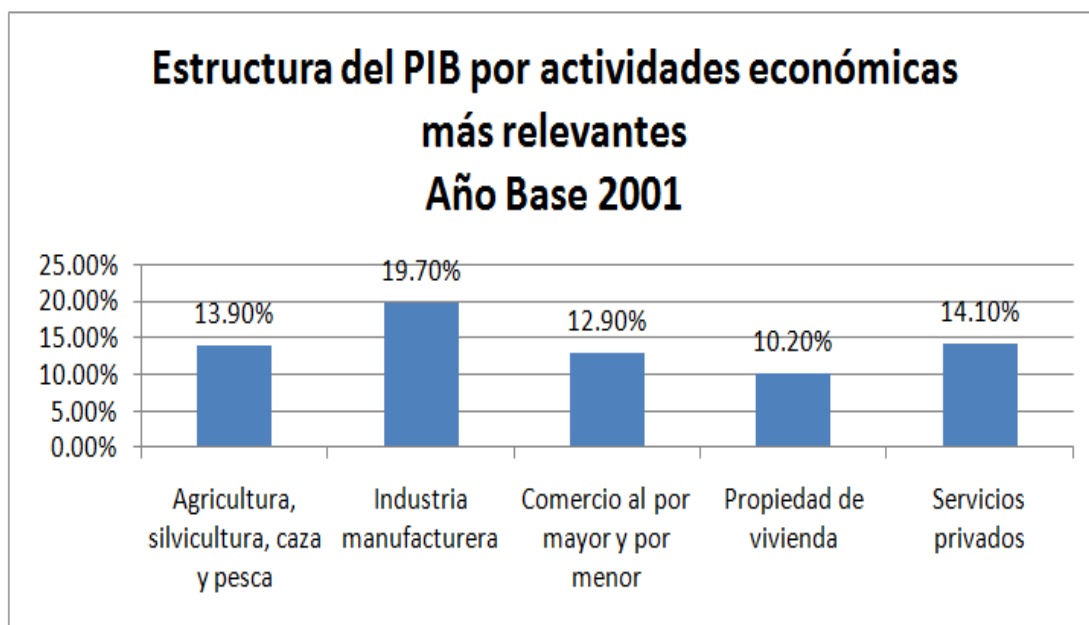
Como podemos ver en el Cuadro 8 y la Gráfica 2 elaborada por el Banco de Guatemala en el año 2005, todas las actividades económicas llevadas a cabo en la cuenca del Lago de Atitlán representan un alto aporte para la economía del país. El café, cultivo principal de la cuenca, y principal cultivo de exportación del país, es de vital importancia en el PIB. Analizando el cuadro y la gráfica, podemos determinar la importancia que tienen las distintas actividades económicas de la cuenca del Lago de Atitlán. Por medio de los valores corrientes, que indican la cantidad de dinero que generan, y la estructura porcentual, para tener una mejor idea del aporte de estas actividades.

En cuanto al turismo, el lago de Atitlán es el segundo destino turístico más visitado tras la Antigua Guatemala (INGUAT, 2002). Por esta razón, cualquier decisión que se tome, debe tomar en cuenta los efectos que tendrá sobre el turismo nacional.

**Cuadro 8: PIB por Actividades económicas en Guatemala**

PRODUCTO INTERNO BRUTO POR ACTIVIDADES ECONÓMICAS											
Años 2001-2005											
Millones de Quetzales de cada año											
No.	Actividades Económicas	Valores Corrientes					Estructura Porcentual				
		2001	2002	2003	2004	2005	2001	2002	2003	2004	2005
1	Cultivos tradicionales	4,563.70	4,838.00	4,704.60	5,307.80	5,996.50	3.1%	3.0%	2.7%	2.8%	2.9%
2	Cultivos no tradicionales	9,718.50	10,807.50	11,105.40	11,559.20	11,907.90	6.6%	6.7%	6.4%	6.1%	5.7%
3	Ganadería, silvicultura y pesca	6,216.30	7,014.00	7,267.40	7,627.20	7,837.40	4.2%	4.3%	4.2%	4.0%	3.8%
4	Elaboración de productos alimenticios, bebidas y tabaco	11,926.50	12,806.50	13,972.00	16,082.60	18,513.00	8.1%	7.9%	8.0%	8.4%	8.9%
5	Fabricación de textiles y prendas de vestir	6,149.40	5,588.50	6,131.90	7,354.70	7,486.30	4.2%	3.4%	3.5%	3.9%	3.6%
6	Producción de madera	1,587.40	1,716.10	1,795.40	1,847.30	1,911.00	1.1%	1.1%	1.0%	1.0%	0.9%
7	Construcción	5,156.20	6,997.60	7,739.60	8,122.50	8,951.80	3.5%	4.3%	4.4%	4.3%	4.3%
8	Comercio al por mayor y por menor	18,936.70	20,568.90	22,466.60	25,303.60	30,769.30	12.9%	12.7%	12.9%	13.3%	14.6%
9	Hoteles y restaurantes	4,574.90	5,203.20	5,671.20	5,851.80	6,123.70	3.1%	3.2%	3.3%	3.1%	2.9%
10	Alquiler de vivienda	1,892.10	2,057.80	2,217.80	2,396.30	2,582.00	1.3%	1.3%	1.3%	1.3%	1.2%

(BANGUAT, 2005)

**Gráfica 2: Estructura del PIB en Guatemala por actividades económicas**

(BANGUAT, 2005)

#### 4. Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra se puede dividir en tres regímenes de tenencia: Propiedades comunales y ejidos municipales, grandes propiedades privadas o fincas, pequeñas propiedades privadas o minifundios. Para tener una mejor idea de cómo se distribuye la tierra de la cuenca, se puede recurrir al Mapa 6 del contexto geográfico, que indica el uso de suelo en la cuenca.

**a. Ejidos municipales** Casi la totalidad de las tierras de los municipios de San Pedro, San Marcos, San Pablo, San Juan, Santa Cruz, Santiago Atitlán, San Antonio y Santa Catarina Palopó, presentan un rompimiento en micro parcelas y pequeños terrenos en las partes bajas y orillas del lago, donde se ejercen derechos de posesión individual, amparados por documentos municipales y privados sin registrar. En las partes altas o montañosas se mantiene el régimen de propiedad colectiva, cuyo uso del suelo se limita a astilleros municipales o áreas boscosas (CONAP, 2007).

**b. Grandes propiedades privadas.** Su distribución se presenta en la mayoría de los municipios del área protegida. Sin embargo, se concentran en los municipios San Lucas Tolimán, San Andrés Semetabaj, Panajachel, y algunas fincas grandes en Santiago Atitlán, Sololá y Santa Lucía Utatlán. Las superficies de dichas propiedades oscilan entre 5 y 20 caballerías de extensión y en su mayoría son fincas cafetaleras (CONAP, 2007).

**c. Propiedades pequeñas o minifundios.** La atomización de la tierra en el altiplano guatemalteco, también es característico en el área de la RUMCLA, predominando en la parte norte de la cuenca del lago y concentrándose en forma abundante en el municipio de Sololá, específicamente en los lugares de El Tablón, Chuiquel, Xaquijyá, Xacjaxac y Argueta y en los municipios de Concepción, San Andrés Semetabaj y San José Chacayá. Dichas propiedades oscilan con extensiones de 0.5 a 5 ha de superficie, cuyo uso agrícola es intensivo de subsistencia (CONAP, 2007).

**d. Áreas de reserva territorial** Debido a la falta de un catastro del área y a la incertidumbre en cuanto a la definición entre los regímenes de tenencia en las orillas del Lago entre tierras ejidales, privadas y áreas de reserva de la nación, la oficina encargada del control de Reservas territoriales de la Nación OCRET, se ve limitada en la adjudicación y legalización de las posesiones de dichas tierras. En 1993 se encontraban 17 adjudicaciones otorgadas en arrendamiento y 21 solicitudes.

El manejo de las áreas de reserva territorial, que en el caso de Sololá están situadas alrededor del lago, está a cargo de OCRET, dependencia del MAGA. A pesar que existe una veda y limitaciones para el uso de estas áreas en el caso de Atitlán no se respeta ninguna normativa. El MAGA Sololá no tiene un delegado de OCRET. Esta falta de regulación da pie a la apropiación de estas áreas por particulares, lo que con frecuencia desemboca en conflictos. El estado podría delegarle la función del manejo a las municipalidades, de acuerdo con el código municipal vigente, sin embargo esto no sucede (CONAP, 2007).

**e. Conflictos de tenencia de tierras.** Otro aspecto relacionado a la geografía es el de los linderos municipales, tema conflictivo que toma su expresión más compleja en dos casos: el de Santa Catarina Ixtahuacán y Nahualá, y el de una aldea de Sololá (Argueta) con diferencias territoriales con tres aldeas de Totonicapán (Barreneché, La Concordia y La Esperanza). Otro tipo de conflicto, de dimensiones menores, pero latente en más lugares, es el que se da entre vecinos propietarios de terrenos de cultivo (CONAP, 2007).

**f. Tierras comunales.** Se refiere a tierras comunales a los derechos de tenencia, posesión y propiedad de la tierra que corresponde a una comunidad; en las que un grupo social determinado comparte derechos de propiedad. Al compartir estos derechos, se aplican principios de institucionalidad y gobernabilidad por lo que existen normas y acuerdos para la gestión y uso de la tierra y los recursos naturales que allí se encuentran. En estos lugares es donde mayormente se lleva a cabo la agricultura de subsistencia, junto con otras actividades, como aprovechamiento forestal y turismo comunitario.

En el territorio de la cuenca se encuentran 79 tierras comunales establecidas por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP, 2007) que se presentan en el cuadro 7, estas representan un 14% del área total de la Cuenca:

**Cuadro 7: Tierras comunales en la cuenca del Lago de Atitlán**

<b>Departamento</b>	<b>Número de tierras comunales</b>	<b>Total en hectáreas cuadradas</b>
Sololá	43	6,847
Totonicapán	27	24,408
Chimaltenango	8	3,465
Quiché	1	1,500
	<b>TOTAL</b>	<b>36, 220</b>

\*Área Total de la Cuenca en Hectáreas: 249,600

Fuente: CONAP, 2007

## **VII. Marco legal y político**

Para poder ejecutar un buen manejo de la cuenca del Lago de Atitlán, es necesario conocer cómo están estructuradas las leyes que rigen el área y los encargados de ejecución. El orden de importancia de las normas que rigen el orden en Guatemala es el siguiente: constitución, leyes, acuerdos gubernativos y planes.

Es por esto que a continuación se hace un análisis sobre las leyes pertinentes que involucran a la cuenca, sus municipalidades, etc. En este análisis se trata de resumir los objetivos generales y específicos de cada ley, y también se le hace un nexo sobre cómo afecta dicha ley a la cuenca del Lago de Atitlán.

### **A. Constitución política de la República de Guatemala**

#### Artículo 97: Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico

El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación. (Constitución de la República de Guatemala, 1993)

*Relación con la cuenca:* Este artículo indica que por obligación, tanto municipalidades como habitantes tienen que velar por la conservación del medio ambiente y del mantenimiento del equilibrio ecológico. Esto nos da un indicio que tanto las municipalidades, como la población deben de ser los primeros responsables y encargados de ejecutar el mantenimiento de la Cuenca del Lago de Atitlán, ya que es nuestra obligación no contaminarlo y mantenerlo limpio.

### **B. Código Municipal**

Decreto 12-2002: Código Municipal

*Objetivo general:* Desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, gobierno, administración, y funcionamiento de los municipios y demás entidades locales determinadas en este Código y el contenido de las competencias que correspondan a los municipios en cuanto a las materias que éstas regulen. (Código Municipal, 2002)

*Objetivos específicos:* (Código Municipal, 2002)

- **Artículo 2.** Naturaleza del municipio. El municipio es la unidad básica de la organización territorial del Estado y espacio inmediato de participación ciudadana en los asuntos públicos. Se caracteriza primordialmente por sus relaciones permanentes de vecindad, multietnicidad, pluriculturalidad, y multilingüismo, organizado para realizar el bien común de todos los habitantes de su distrito.
  
- **Artículo 3.** Autonomía. En ejercicio de la autonomía que la Constitución Política de la República garantiza al municipio, éste elige a sus autoridades y ejerce por medio de ellas, el gobierno y la administración de sus intereses, obtiene y dispone de sus recursos patrimoniales, atiende los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción, su fortalecimiento económico y la emisión de sus ordenanzas y reglamentos. Para el cumplimiento de los fines que le son inherentes coordinará sus políticas con las políticas generales del Estado y en su caso, con la política especial del ramo al que corresponda. Ninguna ley o disposición legal podrá contratar, disminuir o tergiversar la autonomía municipal establecida en la Constitución Política de la República.
  
- **Artículo 4.** Entidades locales territoriales. Son entidades locales territoriales:
  - a) El municipio
  
  - b) Las entidades locales de ámbito territorial en que el municipio se divide, tales como: aldea, caserío, paraje, cantón, barrio, zona, colonia, lotificación, parcelamiento urbano o

agrario, microregión, finca, y demás formas de ordenamiento territorial definidas localmente

c) Los distritos metropolitanos

d) Las mancomunidades de municipios

- **Artículo 8.** Elementos del municipio. Integran el municipio los elementos básicos siguientes:

a) La población

b) El territorio

c) La autoridad ejercida en representación de los habitantes, tanto por el Concejo Municipal como por las autoridades tradicionales propias de las comunidades de su circunscripción

d) La comunidad organizada

e) La capacidad económica

f) El ordenamiento jurídico municipal y el derecho consuetudinario del lugar

g) El patrimonio del municipio

- **Artículo 10.** Asociación de municipalidades. Las municipalidades podrán asociarse para la defensa de sus intereses y el cumplimiento de sus fines generales y los que garantiza la Constitución Política de la República, y en consecuencia, celebrar acuerdos y convenios para el desarrollo común y el fortalecimiento institucional de las municipalidades. Las asociaciones formadas por municipalidades tendrán personalidad jurídica propia y distinta de cada municipalidad integrante, y se constituirán para la defensa de sus intereses municipales, departamentales, regionales o nacionales y para la formulación, ejecución y seguimiento de planes, programas, proyectos o la planificación, ejecución y evaluación en la ejecución de obras o la prestación de servicios municipales. Las

Asociaciones de Municipalidades a nivel departamental, regional o nacional se registrarán por las disposiciones del presente Código y los estatutos que se les aprueben, pero en todo caso, las municipalidades que las integran estarán representadas por el alcalde o por quien haga sus veces.

- **Artículo 18.** Organización de vecinos. Los vecinos podrán organizarse en asociaciones comunitarias, incluyendo las formas propias y tradicionales surgidas en el seno de las diferentes comunidades, en la forma que las leyes de la materia y este Código establecen.
  
- **Artículo 36.** Organización de comisiones. En su primera sesión ordinaria anual, el Concejo Municipal organizará las comisiones que considere necesarias para el estudio y dictamen de los asuntos que conocerá durante todo el año, teniendo carácter obligatorio las siguientes comisiones:
  3. Servicios, infraestructura, ordenamiento territorial, urbanismo y vivienda
  
  4. Fomento económico, turismo, ambiente y recursos naturales
  
- **Artículo 60.** Facilitación de información y participación ciudadana. Los Concejos Municipales facilitarán la más amplia información sobre su actividad y la participación de todos los ciudadanos en la vida local.
  
- **Artículo 64.** Consulta a solicitud de los vecinos. Los vecinos tienen el derecho de solicitar al Concejo Municipal la celebración de consultas cuando se refiera a asuntos de carácter general que afectan a todos los vecinos del municipio. La solicitud deberá contar con la firma de por lo menos el diez por ciento (10%) de los vecinos empadronados en el municipio. Los resultados serán vinculantes si participa en la consulta al menos el veinte por ciento (20%) de los vecinos empadronados y la mayoría vota favorablemente el asunto consultado.

- **Artículo 67.** Gestión de intereses del municipio. El municipio, para la gestión de sus intereses y en el ámbito de sus competencias puede promover toda clase de actividades económicas, sociales, culturales, ambientales, y prestar cuantos servicios contribuyan a mejorar la calidad de vida, a satisfacer las necesidades y aspiraciones de la población del municipio.
  
- **Artículo 68.** Competencias propias del municipio. Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son las siguientes:
  - a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato;
  - b) Construcción y mantenimiento de caminos de acceso a las circunscripciones territoriales inferiores al municipio;
  - c) Pavimentación de las vías públicas urbanas y mantenimiento de las mismas;
  - d) Regulación del transporte de pasajeros y carga y sus terminales locales;
  - e) Autorización de las licencias de construcción de obras, públicas o privadas, en la circunscripción del municipio;
  - i) Promoción y gestión de parques, jardines y lugares de recreación;
  - l) Promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio.

- **Artículo 142.** Formulación y ejecución de planes. La municipalidad está obligada a formular y ejecutar planes de ordenamiento territorial y de desarrollo integral de su municipio en los términos establecidos por las leyes:
  - b) Agua potable y sus correspondientes instalaciones, equipos y red de distribución.
  - d) Alcantarillado y drenajes generales y conexiones domiciliarias.

*Relación con la cuenca:* Dicha ley aplica y afecta a todos los municipios de la República de Guatemala, por lo que aquellos que conforman la cuenca del Lago de Atitlán están incluidos. Por lo tanto, se define que cada municipio tiene su propia autonomía y es responsable de lo que pasa en su propio territorio. Los municipios, deben velar por el buen cuidado de éste, por tratar de mantenerlo limpio y libre de contaminación. También si se quieren realizar estudios, investigación, recursos, etc. es importante saber qué autoridad manda en cada municipio para poder avocarse a ella. Esta ley dicta el alcance de la autoridad de las municipalidades. Se puede apreciar en esta ley, que se involucra a todos los habitantes de cada municipio, donde indican que somos libres de hacer asociaciones para velar por nuestros intereses. También se dicta bien claro que son los alcaldes los responsables del buen manejo de los desechos y de las aguas residuales en todo el municipio a su cargo.

### **C. Ley de protección y mejoramiento del ambiente**

Decreto 68-86: Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

*Objetivo General:* Velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país. (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, 1986)

*Objetivos específicos:* (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, 1986)

- La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, la prevención del deterioro ambiental, y la restauración del ambiente en general.
- La prevención, regulación control de cualesquiera causas o actividades que originen deterioro ambiental o contaminación, pudiendo prohibirlas, previo dictámenes científicos.

- Crear incentivos y estímulos para favorecer la protección, el mejoramiento y la restauración del ambiente.
- El uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos.
- Salvar y restaurar cuerpos de agua amenazados en peligro.

*Relación con la cuenca:* Su plan de acción para sistemas hídricos: (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, 1986)

- Evaluar la calidad de las aguas y sus posibilidades de aprovechamiento mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas.
- Ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental.
- Revisar permanentemente los sistemas de disposición de aguas servidas o contaminadas para que cumplan con las normas de higiene y saneamiento ambiental y fijar los requisitos.
- Determinar técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora de acuerdo a las normas de calidad del agua.
- Promover y fomentar la investigación y el análisis permanente de las aguas interiores, litorales y oceánicas que constituyen la zona económica, marítima de dominio exclusivo.
- Promover el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas.
- Investigar y controlar cualquier causa o fuente de contaminación hídrica para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.
- Propiciar en el ámbito nacional e internacional las acción para mantener la capacidad reguladora del clima en función de cantidad y calidad.
- Velar por la conservación de la flora, principalmente los bosques, para el mantenimiento y el equilibrio del sistema hídrico, promoviendo la inmediata reforestación de las cuencas lacustre de ríos y manantiales.
- Prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos y mares de Guatemala.

- Investigar, prevenir y controlar cualesquiera otras causas o fuentes de contaminación hídrica.

La ley divide los recursos del país en cuatro sistemas: atmosférico (aire), hídrico (agua), lítico (rocas y/o minerales) y edáfico (suelos). El recurso que afecta directamente al lago es el hídrico, y esta ley específicamente es la que dicta que hay que prevenir su contaminación. Aunque la misma ley lo manda, no existe una ley específica para aguas, lo más cercano que se tiene dentro del marco legal es el Reglamento de Aguas Residuales. En el caso de la cuenca, ya contaminada, esta misma ley nos indica que de estar contaminado el recurso, hay que investigar desde su origen la fuente de contaminación que esté afectando el recurso.

#### **D. Ley de Áreas Protegidas**

Decreto 4-89: Ley de Áreas Protegidas.

*Objetivos generales:* (Ley de Áreas Protegidas, 1989)

- La diversidad biológica, es parte integral del patrimonio natural de los guatemaltecos y por lo tanto, se declara de interés nacional su conservación por medio de áreas protegidas debidamente declaradas y administradas.
- Se crea el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) integrado por todas las áreas protegidas y entidades que las administran, a fin de lograr los objetivos de conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales del país y la diversidad biológica.
- Se considera factor fundamental para el logro de los objetivos de esta ley, la participación activa de todos los habitantes del país en esta empresa nacional, para lo cual es indispensable el desarrollo de programas educativos, formales e informales, que tiendan al reconocimiento, conservación y uso apropiado del patrimonio natural de Guatemala.
- Coordinación. Para lograr los objetivos de esta ley se mantendrá la más estrecha vinculación y coordinación con las disposiciones de las entidades establecidas por otras leyes que persiguen objetivos similares en beneficio de la conservación y protección de los recursos naturales y culturales del país.

*Objetivos específicos:* (Ley de Áreas Protegidas, 1989)

- Asegurar el funcionamiento óptimo de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas naturales vitales para el beneficio de los guatemaltecos.
- Lograr la conservación de la diversidad biológica del país.
- Alcanzar la capacidad de utilización sostenida de las especies y ecosistemas en todo el territorio nacional.
- Defender y preservar el patrimonio nacional.
- Establecer las áreas protegidas necesarias en el territorio nacional con carácter de utilidad pública e interés social.

*Relación con la cuenca:* Según el listado oficial del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) de Abril de 2009, en el inciso número 21, está la Cuenca del Lago de Atitlán, lo cual indica que es un área protegida oficialmente por el gobierno. (SIGAP, 2009)

Esta ley también trata de tener una conservación ecológica. La cuenca, al ser un área protegida oficialmente, y actualmente por encontrarse en un estado avanzado de contaminación, debería de ser prioridad del Gobierno para encontrarle solución a tan grave problema.

## **E. Ley de Descentralización**

Decreto 14-2002: Ley General de Descentralización.

*Objetivo general:* La presente ley tiene por objeto desarrollar el deber constitucional del Estado de promover en forma sistemática la descentralización económica administrativa, para lograr un adecuado desarrollo del país, en forma progresiva y regulada, para trasladar las competencias administrativas, económicas, políticas y sociales del Organismo Ejecutivo al municipio y demás instituciones del Estado. (Ley General de Descentralización, 2002)

*Objetivos generales:* (Ley General de Descentralización, 2002)

- Mejorar la eficiencia y eficacia de la Administración Pública.
- Facilitar la participación y control social en la gestión pública.

- Fortalecer integralmente la capacidad de gestión de la administración local.
- Fortalecer la capacidad de los órganos locales para el manejo sustentable del medio ambiente.
- Reforzar la identidad de las organizaciones comunales, municipales, departamentales, regionales y nacionales.
- Asegurar que las municipalidades y demás instituciones del Estado cuenten con los recursos materiales, técnicos y financieros correspondientes, para el eficaz y eficiente desempeño de la competencia en ellos transferida.

*Relación con la cuenca:* Al tener un manejo eficaz y descentralizado, se puede llegar a obtener mejores resultados al momento de solicitar ayuda y /o financiamiento económico para tratar los problemas de contaminación de la Cuenca del Lago de Atitlán, lo cual permitirá llegar a obtener mejores y pronto resultados al realizar actividades para sanear el lago. Esta ley permite que se disminuya en cierto sentido la burocracia, lo cual abre las puertas a procesos más rápidos de respuesta ante posibles intentos de limpiar el lago.

## **F. Ley de Consejos de Desarrollo**

Decreto 11-2002: Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.

*Objetivo General:* El objetivo del Sistema de Consejos de Desarrollo es organizar y coordinar la administración pública mediante la formulación de políticas de desarrollo, planes y programas presupuestarios y el impulso de la coordinación interinstitucional, pública y privada. (Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, 2002)

*Objetivos específicos:* (Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, 2002)

- Medio principal de participación de la población maya, xinca y garífuna y la no indígena, en la gestión pública para llevar a cabo el proceso de planificación democrática del desarrollo, tomando en cuenta principios de unidad nacional, multiétnica, pluricultural y multilingüe de la nación guatemalteca.
- La optimización de la eficacia y eficiencia en todos los niveles de la administración pública.

- La promoción de procesos de democracia participativa, en condiciones de equidad e igualdad de oportunidades de los pueblos maya, xinca y garífuna y de la población no indígena, sin discriminación alguna.
- La conservación y el mantenimiento del equilibrio ambiental y el desarrollo humano, con base en las cosmovisiones de los pueblos maya, xinca y garífuna y de la población no indígena.
- La equidad de género, entendida como la no discriminación de la mujer y participación efectiva, tanto del hombre como de la mujer.

*Relación con la cuenca:* Los Consejos de Desarrollo permiten focalizar los problemas que tengan las comunidades de cada municipio de la Cuenca del Lago de Atitlán por aparte, lo cual permite un trabajo simultáneo de diferentes respuestas a las diferentes necesidades que tengan en cuanto a esfuerzos para la limpieza del mismo. Es decir, por medio de los Consejos de Desarrollo, se pueden enfocar específicamente en su problema particular, de manera que así no se perdería tiempo y recursos en problemas ajenos a la comunidad, de no tener estos Consejos. También al ayudar para el saneamiento del Lago, es más fácil dirigirse a alguien encargado de su Consejo local para tratar de abordar el problema. Por medio del sistema de los Consejos de Desarrollo, es más fácil, ya que en teoría el Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE) aborda y resuelve los problemas. El sistema funciona de la siguiente manera, los COCODES son los consejos de las comunidades, estos presentan sus problemas a los COMUDES, que son los consejos comunitarios, los cuales reportan a su vez a los CODEDES que son los consejos departamentales, que finalmente atiende a sus problemas al CONADE que es el consejo nacional, el cual abarca toda el país (ver figura adjunta).

**Figura1**



## **G. Gabinete específico del agua**

Acuerdo Gubernativo No. 204-2008: Gabinete Específico del Agua

*Objetivo general:* Coordinar los esfuerzos gubernamentales de diseño y gestión de políticas, planes y presupuestos del agua, para contribuir al logro de metas y objetivos de desarrollo nacional. (Gabinete Específico del Agua, 2008)

*Objetivos específicos:* (Gabinete Específico del Agua, 2008)

- Promover la adopción e implementación de criterios de gestión integrada de los recursos hídricos en todas las entidades públicas, centralizadas y descentralizadas.
- Asegurar la contribución del agua para el logro de las metas y objetivos del desarrollo nacional, y para ello, priorizar las acciones que favorezcan a su cumplimiento.
- Propiciar la coordinación de las acciones de las entidades gubernamentales, autónomas y de carácter civil o privado, para lograr un manejo sostenible de los recursos hídricos del país.
- Velar por la ejecución armónica de los recursos financieros y humanos que se destinen a la gestión hídrica.
- Promover el fortalecimiento institucional y la participación ciudadana en el sector hídrico del país, a fin de favorecer la gobernabilidad en la materia.

*Relación con la cuenca:* Este acuerdo encaja perfectamente con la cuenca del Lago de Atitlán. Indica que el encargado de este gabinete es el Vicepresidente de la República, y cuyas funciones son específicamente la buena gestión hacia los recursos hídricos en Guatemala, en este particular caso, la cuenca y el Lago de Atitlán. Es por esto, que es importante saber que este Gabinete es el que dispone de la mayoría de los recursos, monetarios y administrativos, que se utilizan para la limpieza y mantenimiento del Lago.

## **H. Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos**

Acuerdo Gubernativo 236-2006: Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.

*Objetivo general:* El objeto del presente Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

También es objeto del presente reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico. (Reglamento de las descargas y re uso de aguas residuales y de la disposición de lodos, 2006)

*Objetivos específicos:* (reglamento de las descargas y re uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, 2006)

- El presente Reglamento debe aplicarse a:
  - Los entes generadores de aguas residuales
  - Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público
  - Las personas que produzcan aguas residuales para reúso
  - Las personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales
  - Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.
- Compete la aplicación del presente Reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Las Municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las

descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

*Relación con la cuenca:* Mediante el Reglamento de las descargas y re uso de aguas residuales y de la disposición de lodos, se puede lograr estandarizar y realizar estudios para comprobar si realmente se está realizando un trabajo de control de descargas alrededor de la Cuenca del Lago de Atitlán, partiendo de los máximos que este reglamento permite. También es importante que las municipalidades conozcan este Reglamento, porque de tal manera se les puede exigir más control sobre las descargas que suceden en la Cuenca.

## **I Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos**

Acuerdo Gubernativo 111-2005: Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

*Objetivo general:* Reducir los niveles de contaminación ambiental que producen los residuos y desechos sólidos, para que Guatemala sea un país más limpio y ordenado que brinde a su población un ambiente saludable. (Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, 2005)

*Objetivos específicos:* (Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos Sólidos, 2005)

- Generar y hacer accesible la información básica pertinente que permita planificar y tomar decisiones en cuanto al manejo integral de los residuos y desechos sólidos.
- Definir y hacer funcional la aplicación del marco de estándares y normas ambientales nacionales, relacionadas directamente con el tema, que permitan el monitoreo ambiental.

- Propiciar la adopción paulatina de los estándares internacionales con respecto a los residuos y desechos sólidos que definan los tratados comerciales y ambientales que Guatemala ratifique.
- Adoptar, adaptar y desarrollar las tecnologías adecuadas para el manejo (gestión) y disposición final de los residuos y desechos sólidos.

*Relación con la cuenca:* Con la política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, se establecen varios programas con los cuales se busca crear un manejo integrado y consciente de los desechos sólidos y residuos, ya que históricamente los guatemaltecos no han sabido ni querido hacer un buen manejo de estos. Esta política afecta directamente a la cuenca del Lago de Atitlán, por lo que de lograr un buen manejo de desechos, contribuiría a la limpieza del Lago.

## **J. Plan estratégico territorial de la cuenca de Atitlán**

*Objetivo general:* Contar con un instrumento de planificación estratégica que oriente y ordene la inversión pública y privada del territorio de la cuenca de Atitlán y que a su vez promueva las políticas necesarias para iniciar un proceso de ordenamiento territorial a nivel municipal. (SEGEPLAN, 2006)

Objetivos específicos (SEGEPLAN, 2006)

- Analizar la información existente de los municipios de la cuenca de Atitlán en los sectores económicos, socio-culturales y ambientales con perspectiva de territorialidad.
- Analizar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que como territorio tiene la cuenca de Atitlán.
- Priorizar y proponer proyectos estratégicos territoriales integrales de acuerdo a las ventajas comparativas y a las necesidades principales del territorio.
- Promover políticas de ordenamiento territorial para el desarrollo sostenible de los municipios que integran la cuenca de Atitlán.

*Relación con la cuenca:* El Plan Estratégico Territorial de la cuenca de Atitlán está fuertemente ligado al saneamiento de la cuenca. Su principal objetivo es distribuir adecuadamente los

territorios de la cuenca del Lago de Atitlán, con la función de cumplir con cuatro objetivos estratégicos: Programa Económico, Programa Recursos Naturales, Programa Saneamiento Ambiental y Programa Desarrollo Social. Es por esto, que a través de los Programas de Saneamiento Ambiental que surgen a partir de este plan, más las áreas designadas y destinadas al saneamiento, se va a llegar a poder tener una cuenca limpia y libre de desechos. Es importante recalcar, que esto sólo se va a lograr a través de la buena colaboración de las municipalidades y de los consejos de desarrollo para su eficaz implementación.

## VIII. Problemáticas

### A. Manejo de riesgos

**1. Antecedentes** El departamento de Sololá se a través de los años se ha visto afectado por desastres naturales. Sismos, inundaciones, deslizamientos, tormentas y huracanes han afectado todo el territorio nacional, y por supuesto el área abarcada por el departamento sololateco no es la excepción.

**a. Huracán Stan.** Las fuertes lluvias provocadas por la tormenta tropical Stan en el año 2005 trajeron consigo inundaciones y deslizamientos que soterraron aldeas enteras y causaron numerosas pérdidas humanas. (CONRED, 2006) Dentro de las áreas más afectadas tenemos el municipio de Santiago Atitlán, específicamente en los cantones Panabaj, Tzanchaj y Pachichaj donde flujos de lodo y escombros “lahares” provenientes de las laderas de los volcanes Atitlán y Tolimán causaron daños extensos a aldeas al oeste del volcán Tolimán. (CONRED, 2006)

De estos eventos el que más daños causó fue en Panabaj donde alrededor de 150 casas quedaron soterradas por el lodo y las piedras, quedando gravemente dañadas o completamente destruidas, damnificando a entre 4,000 y 5,000 personas. Los eventos en Tzanchaj y Pachichaj fueron de menor dimensión generando diversos daños a la población. (CONRED, 2006)

Debido a sus características y a la magnitud de los daños causados, el evento de Panabaj, se ha catalogado como uno de los fenómenos más destructores generados por las lluvias del Huracán Stan. (CONRED, 2006)

**b. Historial de desastres.** Según datos del INSIVUMEH los desastres que más han afectado a Sololá son:

- Terremoto de 1902 de 7.5 grados en la escala Richter dejando un saldo e aproximadamente 200 muertos afectando principalmente a Sololá y Quetzaltenango.
- Terremoto de 1942 de 8.3 grados afectando ligeramente a todos los municipios de Sololá.

- Terremoto de 1976 con 7.5 grados en la escala Richter, el cual es considerado el mayor terremoto sufrido a nivel nacional provocando aproximadamente 23,000 muertos y daños considerables a viviendas y edificaciones en todo el país.
- En noviembre de 1998 el Huracán Mitch, con vientos sostenidos de hasta 285 Km/hora, dentro de Sololá se reportaron derrumbes y temporales a causa de las fuertes lluvias.

Dentro de las comunidades con estos antecedentes se encuentran: Caserío El tablón, cantón El Potrero y San Jorge la Laguna donde riesgos como deslizamientos, derrumbes y bloqueo de carreteras son amenazas inminentes al momento de un siniestro.

**2. Caracterización.** Ningún país o zona geográfica está exenta de riesgos naturales, estos simplemente están presentes en todas partes del mundo. Por su ubicación, Guatemala es un país con tendencias a sufrir desastres naturales de altas magnitudes y lo único que se puede hacer es estar preparado. En la Cumbre Mundial sobre Cambios Climáticos llevada a cabo en Copenhague, Dinamarca en el 2009, se concluyó que Guatemala es uno de los países con mayor amenaza de desastres naturales ocasionados por el cambio climático. (Prensa Libre, 2010)

Pero también es latente la posibilidad de desastres no ocasionados por el cambio climático; Guatemala está situada sobre tres placas tectónicas, la Placa del Caribe, la Placa de Cocos y la placa de América del Norte. Por otro lado, siete fallas activas también se encuentran dentro del territorio nacional, éstas son: Falla de Mixco, Falla de Santa Catarina Pinula, El frutal, Jalpatagua, Motagua, Chixoy y la Zona de subducción.

Existen varias instituciones y entes encargados de coordinar y llevar a cabo acciones preventivas antes que de que los desastres predecibles ocurran. Por otro lado, la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED, está encargada de controlar el manejo de riesgos y tener un plan de acción antes que los eventos sucedan.

El tema de manejo de riesgos es bastante ambiguo pues a pesar de contar con planes de alertas tempranas, alertas institucionales y planes de desastres, la magnitud de la naturaleza puede ser tan fuerte que deje sin ningún efecto estos planes. A continuación se detalla la serie de riesgos naturales para la cual la zona de estudio es vulnerable.

**a. Deslizamientos/derrumbes** Un deslizamiento es un tipo de corrimiento de una masa de tierra, causado por la inestabilidad de un talud o zona inclinada. Este se da cuando esta masa de tierra se convierte en una zona inestable con respecto a una zona estable, a través de una franja de terreno de pequeño espesor. Cuando la tensión tangencial en la franja llega a su máximo en todos sus puntos, el deslizamiento es inminente.

El territorio de Sololá se caracteriza por ser un terreno montañoso y con bastantes inclinaciones o taludes. Esto hace que el riesgo a un deslave sea mayor que en zonas planas. En el mapa 10, de Amenazas de Deslizamientos, Derrumbes y Flujos de Escombros de la CONRED, se describe dicha situación.



siembras son dañadas a causa de estos fenómenos e incluso el mismo lago como ecosistema sufre cambios a causa de los fríos extremos.

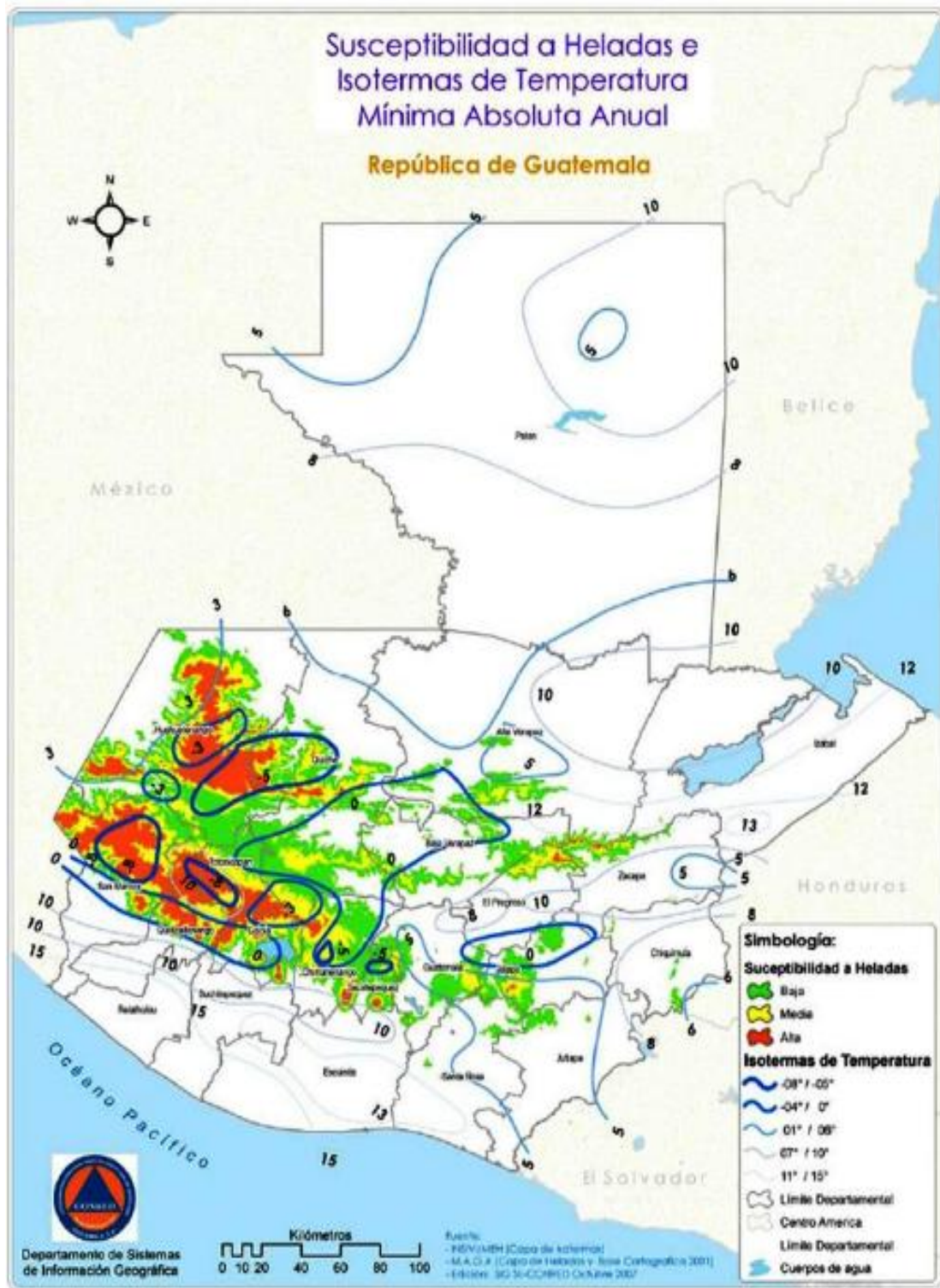
El Mapa #11 de CONRED muestra la vulnerabilidad de todo el territorio guatemalteco a heladas. Claramente se percibe que la zona del altiplano es la más propensa a sufrir estos embates de la naturaleza.

Este mismo mapa lo utilizada la institución para medir el riesgo de incendios forestales. Durante la época de frío, entiéndase octubre-febrero, las tierras del altiplano tienden a secarse; la abundancia de hojas secas y el exceso de calor, trae como consecuencia que en la estación de verano (marzo-mayo) estas zonas sean más propensas a arder y es allí donde está el riesgo al incendio. (CONRED 2006)

**c. Inundaciones.** Una inundación, es la ocupación de agua en zonas en las que habitualmente están libres de ella. Éstas se dan ya sea por desbordamiento de ríos, subida de las mareas por encima del nivel habitual o por un exceso de lluvias. El terreno que contempla la zona de estudio, es abundante en ríos y caídas de agua por lo que los desbordamientos de estos deja de ser una amenaza y en épocas de invierno se convierte en un riesgo inminente.

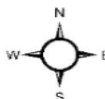
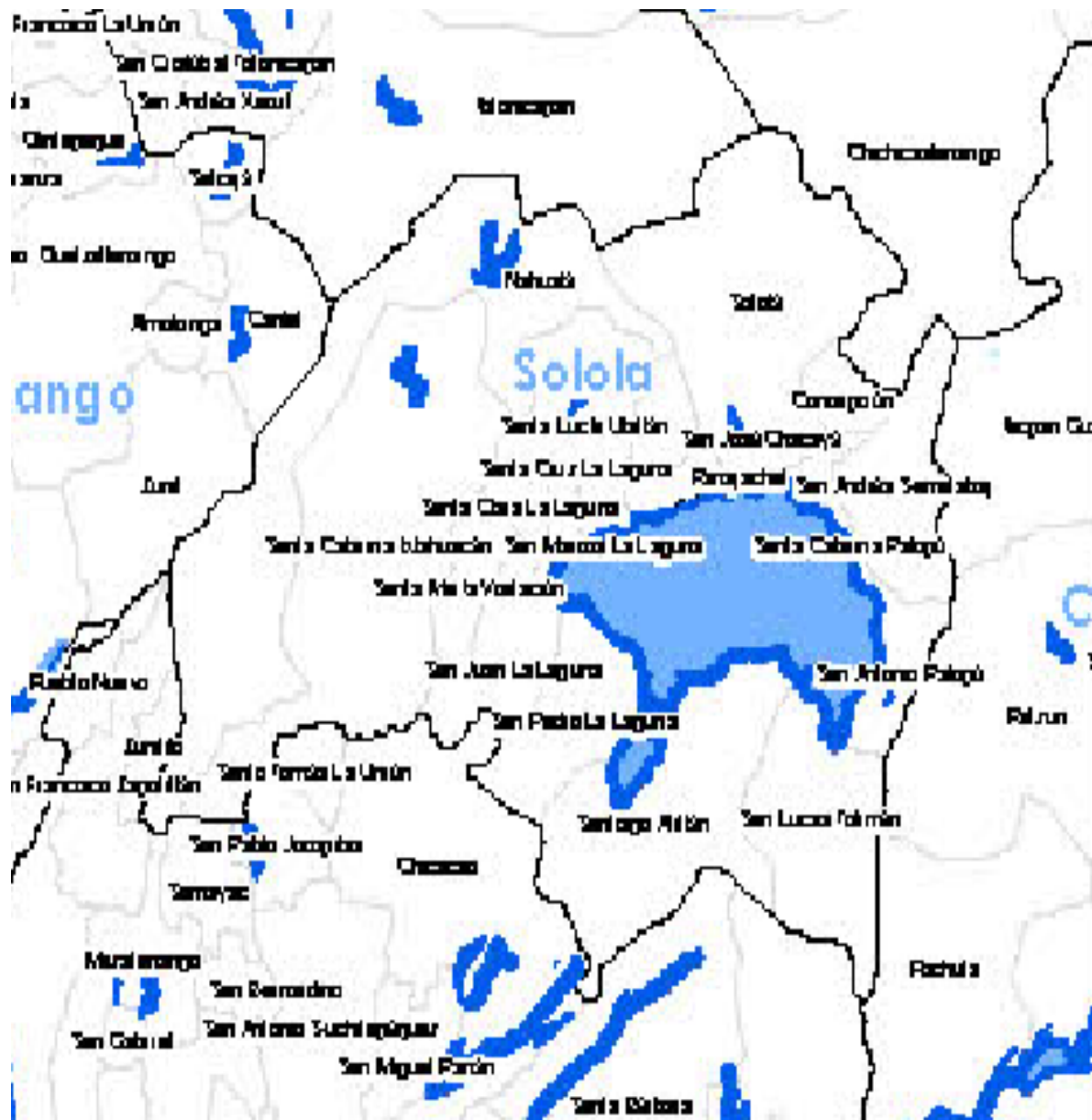
Como se puede ver en el mapa de riesgo de inundaciones de la CONRED, el área más vulnerable para este tipo de eventos se encuentra ubicada a lo largo de toda la orilla del lago. Esta situación se da precisamente por lo inclinado de la zona. En consecuencia, los desbordamientos de ríos no van a traer como resultado las inundaciones en áreas altas sino únicamente fuertes corrientes de agua que si bien es cierto pueden arrasar con estructuras a su paso, las inundaciones se van a dar en la caída final donde el agua finalmente reposará. En este caso esa zona es la orilla del Lago.

Mapa 11: Susceptibilidad a heladas



Fuente: CONRED 2007

Mapa 12: Amenaza ante inundaciones.



Fuente: CONRED 2007

**d. Sismos.** Este es el aspecto más impredecible de la naturaleza. No se tiene un mapa o tan siquiera un dato que pueda dar alguna señal de un posible sismo, pero como ya se mencionó, las placas tectónicas en las que el territorio guatemalteco se encuentra, hace que este fenómeno sea una amenaza.

**e. Erupciones volcánicas.** El Lago de Atitlán está rodeado por tres volcanes, de los cuales la última actividad registrada fue hace más de 200 años. Sin embargo, una actividad volcánica podría desencadenar un sismo que llegué a afectar la zona de Sololá y la cuenca.

**f. Tormentas tropicales/huracanes.** En el Atlántico, Caribe y Golfo de México comienza el 1° de junio de cada año, debido al calentamiento del agua durante el verano, y se extiende hasta el 30 de noviembre, aunque puede haber huracanes todo el año.

La cantidad de fenómenos que azotan a Guatemala, no suele ser muy elevada. En la sección de antecedentes se analizan los daños causados por el huracán Mitch en 1998 y por la tormenta tropical Stan en 2005.

Las tormentas tropicales son un riesgo ya que vienen acompañadas con grandes cantidades de lluvia que convierten en riesgo la amenaza de un deslizamiento e inundación. Un huracán, acompañado de la lluvia, trae consigo vientos bastantes fuertes que también pueden llegar a ocasionar daños materiales.

Dentro de las causas que originan esta problemática se pueden mencionar:

- Topografía del terreno: En general, las tierras del altiplano de Guatemala son montañosas. La zona en que se encuentra la cuenca del Lago de Atitlán está constituida por la cadena volcánica en la que se ubican cinco volcanes; por otro lado la sierra Parraxim también atraviesa el área. Este factor hace que las tierras sean poco estables y en consecuencia propensas a deslizamientos.
- Desastres Naturales: Ésta es una de las causas más difíciles de controlar y en algunos casos es imposible. El cambio climático mundial ha tenido fuertes efectos en Guatemala,

siendo éste uno de los países más afectados. Las fuertes precipitaciones ocasionadas por tormentas tropicales y huracanes, han acarreado en la zona inundaciones, deslizamientos y aludes. También es de recordar que el país reposa sobre tres placas tectónicas y muchas fallas del mismo tipo también afectan por lo que el riesgo de un terremoto es latente.

- **Mala infraestructura:** La situación económica y la precaria calidad de vida de la población que vive en la zona de estudio han sido uno de los factores históricos por los cuales la calidad de la vivienda e infraestructura vial no sean las adecuadas. Carreteras situadas justo en la caída de una cascada, viviendas de adobe y un desordenamiento territorial donde las normas de construcción no existen, han hecho que la vulnerabilidad del área en el sentido de daños a la infraestructura, sea muy grande y latente. La ausencia de estas normas ha contribuido a que la causa continúe dándose; nuevamente hay que hacer mención a la topografía del terreno pues muchas carreteras, a pesar que estén construidas adecuadamente, son vulnerables a recibir derrumbes provenientes de las montañas que inevitablemente las rodean.
- **Coordinación institucional:** Existen entes e instituciones como la CONRED que se dedican a crear estrategias para afrontar los desastres naturales que puedan afectar la zona. Sin embargo, la comunicación entre instituciones de rescate y la coordinadora no es la mejor, esto ha permitido que los desastres naturales impacten fuertemente en el área. Pero también es necesario hacer la salvedad que ninguna institución puede trabajar por si sola. Aunque se tuvieran los mejores planes de alertas y la mejor fuerza de reacción ante desastres, la débil infraestructura y otras de las causas mencionadas anteriormente, no permiten que se pueda rescatar o salir ilesos de los desastres.

Las consecuencias que acarrea un mal manejo de riesgos son varias y extensas. El primer impacto que se tiene es el daño en la infraestructura. Con la precaria calidad de construcción, en vivienda y en la red vial, se ve que en la época de lluvias en el país, la zona se ve afectada con daños en infraestructura. La topografía del terreno hace imperativo que las carreteras estén situadas entre paredones que no están reforzados adecuadamente. En consecuencia los derrumbes sobre el asfalto son comunes. La inadecuada red de alcantarillado tanto en viviendas como en carreteras, trae como

consecuencia hundimientos en zonas donde la tierra es absorbida por las aguas que fluyen subterráneamente.

Otro fenómeno que afecta fuertemente la infraestructura son los sismos. Prueba de ello son los antecedentes que se tienen y que indican que en el terremoto de 1976 la cifra de muertos superó los 23,000 siendo el área de Sololá una de las más afectadas. Pero no solamente los terremotos causan estos daños. En 2006 las fuertes lluvias ocasionadas por la tormenta tropical Stan provocaron deslizamientos de tierras (alud) siendo la zona de Panabaj la más afectada con 150 viviendas perdidas entre los escombros.

Todos estos desastres y daños a infraestructuras traen consigo un efecto que humanamente es más grave. Muertes. Estas pérdidas han sido cuantiosas; en el deslave que tuvo lugar en Panabaj se reportaron más de cinco mil personas fallecidas. Entre las consecuencias que lógicamente estas pérdidas acarrear se encuentran familias destruidas, viudas y huérfanos.

El tercer efecto que se percibe de daños a infraestructuras son las pérdidas económicas. Estas son grandes y pueden ir desde el costo que se tiene al remover un derrumbe sobre la carretera, hasta las cuantiosas cantidades que deja de percibir el sector hotelero y turismo en general a causa de la incomunicación por tierra. En este sentido los comerciantes artesanales también se ven afectados en cuanto a la merma de ventas. En algunos casos es necesario reconstruir puentes, escuelas, hospitales y cualquier cantidad de edificios tanto estatales como privados; estas reconstrucciones son de cifras millonarias.

Otro sector que sufre pérdidas de este tipo es el sector agricultura. Inundaciones, heladas y deslaves conlleva a pérdidas de la mayoría de siembras del área. La peor situación se da cuando estas siembras son agricultura de subsistencia pues eso trae consigo hambre.

Como actores principales pueden mencionarse:

**CONRED:** El manejo de riesgos naturales se encuentra bajo la responsabilidad de CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres), entidad dedicada al monitoreo, medición y planificación preventiva de desastres naturales en el país. Como encargado de la

elaboración y ejecución efectiva de planes de respuesta y sistemas de alerta temprana, esta institución se ve directamente involucrada con la medición de toda la dinámica de la cuenca.

**INSIVUMEH:** La medición y predicción del clima así como el comportamiento geológico de la cuenca es monitoreado por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrológica (INSIVUMEH) el cual se encarga de la investigación de la actividad volcánica de la cuenca del Lago Atitlán así como de la diversidad hidrológica del área, jugando un papel importante en el monitoreo del cambio climático que actualmente afecta al lago.

**Municipalidades:** Todo riesgo de desastre natural es primordialmente enfrentado por las municipalidades del lugar, al tomar las primeras acciones frente a una emergencia natural que afecta a la población del área, estas organizaciones se transforman en un canal de organización de albergues, refugios, centros médicos, etc. Las municipalidades también manejan el tema de protección al Lago frente a eventos naturales como lo es el mantenimiento de drenajes pluviales en caso de inundaciones y regulación de construcciones incluyendo zonas con riesgo de inestabilidad (deslaves, derrumbes).

**Población:** Los esfuerzos por prevenir amenazas al momento de un evento natural por parte de las autoridades pueden ser éxitos o fracasos dependiendo del nivel de importancia que la población le otorgue. Toda la organización en sistemas de alerta y respuesta rápida poseen como parte medular la cooperación de la población en operaciones como evacuaciones, creación de albergues, creación de centros de emergencia, etc. La misma negligencia de la población provoca que distintas comunidades se encuentren bajo una constante amenaza donde en todo momento se encuentran vidas en peligro.

**3. Síntesis.** Evitar un huracán o un terremoto es imposible; sin embargo se pueden crear estrategias para minimizar el daño que estos puedan ocasionar en todos los aspectos.

La CONRED cuenta con sistemas de alerta temprana (SAT) para las amenazas de desbordamiento de ríos. Este sistema mide periódicamente el nivel de las aguas y cuando éstas llegan a un punto límite de altura, se activa la alarma indicando que la inundación es inminente. En la teoría, los sistemas de alerta temprana son una buena herramienta para la prevención de

pérdidas. Sin embargo, existe una débil comunicación interinstitucional entre la CONRED y las entidades de socorro. Es necesario entonces mejorarla; todos los cuerpos de rescate así como las delegaciones departamentales de la CONRED deben estar comunicados entre sí con el objetivo de crear un sistema de reacción temprana que se active cuando la alerta se emita. Con esto se aprovecharía en un mejor porcentaje el SAT y eventualmente se reducirían las pérdidas humanas.

En cuanto a los daños y pérdidas en infraestructura, mejorarlas conlleva un proceso de años en donde todos los entes estatales encargados de regular la construcción participen incluso con legislación en este aspecto. Es necesario que el plan de ordenamiento territorial se ponga en marcha adecuadamente para reubicar las viviendas que son vulnerables a deslaves. Incluso antes de mejorar la calidad de construcción se debe establecer parámetros sobre las áreas en las que se puede habitar y separar las que son peligrosas.

Una vez establecidas las zonas habitables, se puede proceder a regular la calidad de construcción, especialmente de edificios estatales o públicos, como hoteles, que alberguen una cantidad importante de personas. La red vial también debe tener sistemas de reacción temprana con el objetivo de habilitar los tramos dañados por derrumbes o cualquier otra eventualidad. Las empresas subcontratadas por el Estado para supervisar el estado de las carreteras deben cumplir su función. En este sentido se deben revisar los drenajes y las salidas de aguas para evitar hundimientos en la vía. En ese mismo punto se debe verificar que éstas pluviales no vayan a dar a caseríos o zonas habitadas.

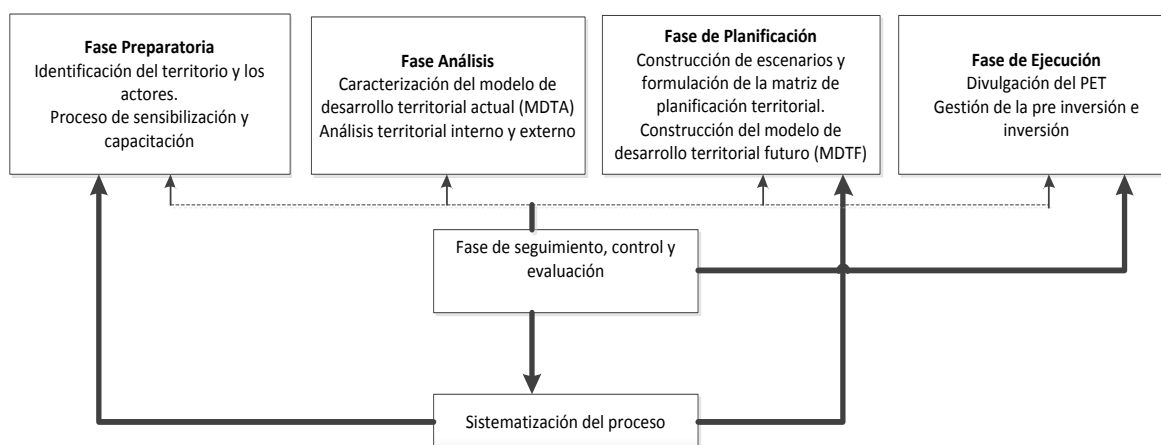
## **B. Ordenamiento territorial**

**1. Antecedentes.** En el año 2006 se presentó el Plan Estratégico Territorial de la cuenca de Atitlán con el objetivo de contar con un instrumento que orientara y a la vez ordenara la inversión pública y privada del territorio aledaño a la cuenca. Además, era necesario que promoviera las políticas necesarias para iniciar un proceso de ordenamiento territorial a nivel municipal. (PET, 2006). En este documento se reconoce que una de las limitantes que ha detenido el avance de los proyectos, es la falta de planificación y en algunos casos también ha sido la falta de seguimiento de los iniciados previamente.

Durante el desarrollo del PET, se llevaron a cabo una serie de actividades con el objetivo de orientar y sensibilizar a las personas involucradas acerca de la metodología del programa. El plan presentado hace énfasis en aspectos naturales, culturales y de desarrollo económico. Cabe resaltar que establecieron una zonificación del área de la Reserva de Usos Múltiples. A pesar de esto, y de la relevancia del tema, no se enfoca en aspectos sociales como la educación, salud y la dinámica territorial, omitiendo la propuesta de proyectos estratégicos específicos. El trabajo se realizó específicamente con los integrantes de la UTD del Consejo de Desarrollo de Sololá teniendo una duración de cuatro meses aproximadamente.

A continuación se muestra un diagrama del proceso de planificación que desarrollaron.

Figura 2: Proceso de planificación PET



**Fuente: Plan Estratégico Territorial, 2002**

Luego de la implementación se lograron avances significativos como la definición del territorio de planificación dentro del Departamento de Sololá. (PET, 2006) Con esto se acordó planificar sobre la base geográfica natural de los municipios que integran la Cuenca de Atitlán. Como parte del seguimiento y orientación se acordó la divulgación para dar a conocer la estrategia del Sistema Urbano Nacional (SUN), así como la metodología del Plan Estratégico Territorial. De la misma forma se propuso darle revisión y análisis de la información existente en relación a los diversos procesos de planificación en el departamento de Sololá, la Cuenca de Atitlán y la planificación de algunos municipios del departamento de Sololá. Así como diseño y puesta en marcha del Sistema de Información Territorial de Sololá en el sitio del SINIT. Y

finalmente identificar los proyectos estratégicos territoriales y diseño y puesta en marcha del Sistema de Seguimiento y Evaluación, como herramienta de evaluación y control de las inversiones derivadas de la PET (PET, 2006).

**2. Caracterización.** El ordenamiento territorial es un instrumento fundamental para el desarrollo de un país. Tiene que ver por una parte, con la organización político-administrativa que adopte el Estado para gobernar las diversas territorialidades surgidas de la evolución económica, social, política y cultural del país y, por otra, con los cambios en la ocupación física del territorio, como resultado de la acción humana y de la naturaleza (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

Ambos elementos del ordenamiento territorial son interdependientes y están orientados a lograr una sociedad más productiva, socialmente justa y sostenible ambientalmente. El ordenamiento territorial es, además, un medio para promover el desarrollo como instrumento de gestión, planificación, regulación, transformación y ocupación del espacio por la sociedad (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

La creación de una política de planificación y desarrollo territorial, representa una matriz de convergencia para guiar al Sistema de Consejos de Desarrollo, de manera integral y coordinada, en la formulación de las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo urbano y rural, que promuevan la descentralización y mejoramiento de la calidad de vida de la población (SEGEPLAN, 2006).

El primer dato a considerar es que la Constitución Política de la República da a la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) el poder de ser el órgano rector de la planificación en Guatemala y eso permite que pueda coordinar con todas sus entidades autónomas centralizadas o descentralizadas que forman el sector público de ese estado, principalmente en las dos formas de gobierno: central y municipal. La multidimensionalidad y multiculturalidad de Guatemala, hacen del ordenamiento territorial un proceso que requiere de gran análisis. Se deben considerar aspectos sociales, económicos, políticos, ambientales y culturales. El ordenamiento en todo el país no será homogéneo, se verá diferenciado dependiendo del área, su población, y su cultura. El proceso de construcción de la base del

desarrollo con enfoque local inicia desde la comunidad y empieza con la generación de condiciones, con un proceso de divulgación y capacitación de actores, hay una instancia técnica que se encarga de pulir todo el insumo que aporta la población dentro del proceso de planificación. Luego eso arroja un plan de desarrollo municipal que contiene el plan de ordenamiento territorial, porque es la municipalidad la encargada de hacerlo, todo esto es a nivel intermunicipal, donde se agrupan municipios en función de sus condiciones biofísicas, potencialidades, naturaleza, cultura, etcétera, eso se empieza a articular porque comparten ciertas necesidades sentidas en común.

La siguiente fase es la construcción del plan departamental (SEGEPLAN, 2006). En la siguiente figura, se explica el proceso de planificación territorial elaborado por SEGEPLAN (2009).

Esto debe ser aplicable en cualquier municipio del país.



El proceso de planificación territorial considera todos los marcos necesarios en este tipo de decisiones. Empieza con la generación de condiciones, establecida por un comité, y supervisados por un elemento de SEGEPLAN. Seguidamente, se lleva a cabo una divulgación, sensibilización y capacitación de los actores involucrados. Esto es un paso crucial para el desarrollo de la planificación, para que todos estén enterados del enfoque que se le dará, y de los beneficios que proveerá. Finalmente, se lleva a cabo un análisis territorial municipal, para desarrollar la matriz de planificación, y seguir con los análisis territoriales a nivel departamental (SEGEPLAN, 2006).

Esta metodología se conoce como planificación territorial integral, proporcionado por la SEGEPLAN. Se crean herramientas técnicas que generan insumos para el desarrollo, se considera un proceso de planificación participativo desde la base, donde los representantes de las comunidades, municipalidades, instituciones públicas y sociedad civil en general, con un interés común y solidario, participan y aportan su conocimiento, experiencias y percepciones, para definir el horizonte de desarrollo y sus objetivos, estrategias, programas y proyectos para mejorar su calidad de vida (SEGEPLAN, 2006).

La Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), desde 2004, tiene bajo su responsabilidad la coordinación del Sistema Nacional de Planificación Estratégica Territorial (SINPET) con el objetivo de proyectar en el territorio las políticas económicas, sociales, ambientales y culturales para la construcción de un modelo de desarrollo integral, participativo y descentralizado (SEGEPLAN, 2006).

El SINPET es un elemento para la gestión desconcentrada y descentralizada de la planificación del desarrollo, desde los distintos niveles de la administración. La planificación estratégica territorial (PET) es el modelo de planificación cuya metodología permite una amplia participación y considera el qué hacer de las instancias locales como una visión de futuro alcanzable, a través de una oportuna y adecuada integración de acciones, que implican el mejoramiento de las condiciones materiales de vida y de participación social (SEGEPLAN, 2006). Ratifica la necesidad de lograr en el nivel territorial importantes alianzas entre comunidades, sector público y privado, así como una activa participación de los sectores académicos de la sociedad civil y de las organizaciones no gubernamentales. En relación a los

aspectos técnicos los sectores interactúan principalmente a través de la Unidad Técnica Departamental (UTD) y del Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE). El involucrar al proceso a los sectores políticos permitirá validar de mejor manera la visión de largo plazo del territorio (SEGEPLAN, 2006).

La SEGEPLAN con la promoción de la PET incluye una visión de la dinámica territorial en la planificación e incorpora los elementos sociales, culturales, económicos y político-institucionales en el proceso. Un valor agregado es la implementación de mecanismos para que proyectos estratégicos sean incorporados al Sistema Nacional de Preinversión (SINAPRE), al Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP); así como para promover a nivel municipal planes de ordenamiento territorial (SEGEPLAN, 2006).

A nivel departamental, la planificación estratégica del desarrollo, con enfoque territorial, propone las políticas y directrices estratégicas para el desarrollo en el departamento a través de un acuerdo de voluntades. El instrumento legal que respalda esta planificación es el libro de actas del CODEDE. Las municipalidades tienen autonomía en cuanto al desarrollo de sus municipios de acuerdo al Código Municipal y no están obligadas a cumplir con las disposiciones del Consejo. Es por eso, que dentro del proceso de planificación debe contemplarse la continuación y promoción del ordenamiento territorial para cada municipio de la Cuenca de Atitlán.

En el departamento de Sololá y específicamente, en el territorio de la Cuenca de Atitlán, integrada por 15 de sus municipios (Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán, San Juan La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Santiago Atitlán, San Marcos La Laguna, San Pedro La Laguna, San Pablo La Laguna, Panajachel, San Andrés Semetabaj, Sololá, San José Chacaya, Concepción, Santa Lucía Utatlán), se desarrolló el proceso PET, durante el período de mayo a agosto del 2006. Para ello, se contó con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), y la SEGEPLAN, orientado al mejoramiento de las capacidades de elaboración e implementación de políticas y planes territoriales de desarrollo. Los resultados de este proceso de planificación se discutirán en los antecedentes de este apartado (SEGEPLAN, 2006).

**a. Causas.** A pesar que el Ordenamiento Territorial es muy importante para el desarrollo de las comunidades, en la Cuenca no ha tenido el impacto necesario para que se puedan percibir los beneficios del mismo. Para iniciar hay que mencionar que existe falta de coordinación entre los entes responsables de llevarlo a cabo. Ya que a pesar que la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia está facultada por medio de la Constitución Política de la república a ser el órgano de la planificación en Guatemala, es necesario que también se involucren entidades autónomas que forman el sector público y que forman parte tanto del gobierno central como del municipal.

Además, hay que tomar en cuenta que Guatemala por su naturaleza multicultural representa un verdadero desafío para hacer del ordenamiento territorial un proceso exitoso. Es necesario considerar aspectos sociales, económicos, políticos, ambientales y culturales. El ordenamiento en el área de la cuenca no será homogéneo, y se verá diferenciado dependiendo del área, su población, y la cultura. Esto también involucra a la población y requiere que exista mucha voluntad e interés para poder llegar a un consenso.

**b. Impacto** El impacto que representa una mala gestión de ordenamiento territorial se materializa en un evidente crecimiento desordenado. La masiva presencia de personas que habitan en lugares no apropiados es consecuencia de la falta de coordinación y de falta de consenso para poder llevar a cabo un plan y una estrategia de ordenamiento. Es muy importante planificar la forma de restringir áreas donde no debe ser permitido habitar, y utilizar las acciones legales necesarias para que esto pase a ser una realidad.

La mala ubicación de las casas representa además un riesgo y expone a las personas que allí habitan a accidentes que ocurren en temporada de lluvias. En esta época aumenta la vulnerabilidad de los habitantes ya que es muy común que sucedan deslaves y desbordamiento de ríos a causa de las precipitaciones de agua. Esto se traduce en trágicas pérdidas, tanto humanas como materiales que podrían ser evitadas con la ejecución de un plan de ordenamiento territorial.

En un plano menos trágico, hay que tomar en cuenta que el hecho de que existan casas mal ubicadas representa una mayor dificultad para realizar una gestión urbana. Esto se traduce

en un mal manejo de desechos, que debido a la falta de drenajes en las comunidades todo desemboca en lugares inapropiados. Esto causa la contaminación y posterior deterioro de los recursos naturales que existen en la zona.

**c. Actores**

1) **COCODE - COMUDE –CODEDE.** Los consejos comunitarios, municipales y departamentales de desarrollo cumplen un papel muy relevante en el ordenamiento territorial. Es a través de ellos que todas las personas involucradas en el ordenamiento territorial pueden ponerse de acuerdo y llevar a cabo propuestas concretas la planificación estratégica territorial.

2) **CONAP - Consejo Nacional de Áreas Protegidas.** El 80% del departamento de Sololá constituye la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán, con lo cual se hace necesario y obligatorio, de acuerdo a la ley de áreas protegidas, el desarrollar un Plan Maestro. El CONAP está involucrado en el Plan de Desarrollo Sostenible y Manejo de la Reserva de Usos Múltiples para el área protegida y para todo el Departamento de Sololá.

3) **Oficinas Municipales de Planificación - OIM - Unidad Técnica Departamental – UTD.** Estos dos organismos trabajaron en conjunto para desarrollar la metodología del PET. Llevaron a cabo una serie de actividades que incluyeron talleres participativos de sensibilización y conocimiento de la metodología PET, así como reuniones de trabajo para el desarrollo de todo el proceso de planificación. Entre estos entes, se determinó el proceso de planificación desarrollado.

4) **SEGEPLAN - Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.** Esta organización, desde 2004 tiene bajo su responsabilidad la coordinación del Sistema Nacional de Planificación Estratégica Territorial (SINPET) con el objetivo de proyectar en el territorio las políticas económicas, sociales, ambientales y culturales para la construcción de un modelo de desarrollo integral, participativo y descentralizado.

**3. Síntesis.** Luego de conocer todo el panorama actual de esta problemática es muy importante dar a conocer las estrategias para tratar de minimizar el impacto negativo que tiene en la Cuenca. Primero, hay que reconocer que a pesar que existe un Plan de Ordenamiento Territorial, se han dado dificultades en su aplicación. Entre las causas que lo originan está la falta de consenso social, ya que no todas las partes involucradas están al tanto de la importancia que presenta su aplicación. Sin embargo, hay que destacar que uno de los principales beneficios es que se lograría la reducción de riesgos y se minimizaría la vulnerabilidad que tiene la población, especialmente las que viven en condiciones de pobreza. Para mejorar la situación es necesario hacer una legislación más estricta, porque falta mejorar la aplicación de las sanciones existentes, lo cual produce un clima de libertinaje en el cual no se respetan las áreas destinadas a proyectos habitacionales. Consecuentemente, se produce un mal manejo de los desechos que terminan en lugares poco apropiados contaminando áreas que en su momento eran áreas verdes y limpias.

Además de los impactos antes mencionados, hay que resaltar que todo se resume en la dificultad de la gestión urbana debido a una falta de coordinación y de aplicación de las leyes vigentes. Por lo tanto, es de vital importancia que se organice un grupo de personas para poder llevar a cabo el Plan de Ordenamiento Territorial que existe actualmente, actualizándolo de acuerdo a las necesidades relacionadas con la contaminación y el deterioro del lugar. Esto se lograría a través de SEGEPLAN, que es el ente encargado de gestionar los planes y sería positivo contar con la participación de organizaciones civiles que representan a la comunidad y por supuesto, personas de la municipalidad para que se apliquen las leyes que sean necesarias.

## **C. Agricultura**

**1. Antecedentes.** En el área de la cuenca del Lago de Atitlán se presenta una estructura del empleo de la siguiente forma:

- Sector Agropecuario 68.1%
- Sector Industrial 10.1%
- Sector Comercio y de Servicios 19.8%
- Otros 2%

Claramente se puede observar que el sector agropecuario tiene una mayoría con respecto a los otros sectores. Sin embargo, los últimos datos recopilados muestran que a pesar de esta mayoría los sectores que concentran el mayor porcentaje de empleo, son el industrial, comercio y servicios, logrando con esto atraer la fuerza laboral. Lo anterior trae como consecuencia la emigración de la población del área rural hacia lugares donde la industria manifiesta cierto grado de desarrollo como, la ciudad capital, Panajachel, Quetzaltenango y otros. Esto se convierte en un problema más complejo si se le adicionan los egresados del nivel primario, básico y nivel medio, a quienes ya no les atrae el trabajo del campo (MAGA, 2006)

A pesar de esto, el sector que se dedica a la agricultura ha logrado un desarrollo en materia de tecnificación y diversificación de cultivos. Esto es marcado en la región; anteriormente, el cultivo de hortalizas solo se daba en Panajachel, Sololá y San Antonio Palopó, pero actualmente esta actividad es realizada en los municipios de: San Andrés Semetabaj, Santa Lucía Utatlán, San José Chacayá, Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán, San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, Santiago Atitlán y Concepción. Esto ha provocado la introducción de fertilizantes a base de Sulfatos que son de beneficio para el crecimiento de los cultivos, pero dañino para los recursos naturales que obtienen agua de los ríos subterráneos a los cuales llegan los residuos de fertilizantes. (MAGA, 2006)

Se ha fomentado el cultivo de café en tierra fría, especialmente Santa María Visitación, que produce 6,500 quintales de café pergamino anualmente. San Pablo la Laguna, San Juan La Laguna, San Marcos la Laguna empiezan a cultivar por influencia de habitantes de San Pedro la Laguna o porque estos han comprado terrenos en esos municipios. Esto representa un problema debido a que el café es un producto estacionario, lo cual provoca que durante la temporada alta del año se intensifique el uso de químicos para el control de plagas, ocasionando derrames en áreas donde no es necesaria la aplicación de estos productos. Los productos hortícolas más importantes de Sololá son: Papa, Cebolla, Zanahoria, Remolacha, Brócoli, Repollo, Col de Bruselas, Arveja china y el Tomate. Se tienen cultivos de Aguacate en los municipios de Concepción, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán y San Andres Semetabaj. Los pobladores de estos lugares paulatinamente han introducido productos que les representa un beneficio

económico porque produce un mayor rendimiento de la planta, sin embargo los residuos y el mal uso ocasiona que contamine los recursos naturales. (MAGA, 2006)

**2. Caracterización.** La agricultura es el conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y cultivo de vegetales. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras (MAGA, 2006).

Las actividades relacionadas son las que integran el llamado sector agrícola. Todas las actividades económicas que abarca dicho sector tienen su fundamento en la explotación de los recursos que la tierra origina, favorecida por la acción del hombre: alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes; fibras utilizadas por la industria textil; cultivos energéticos; etc. Es una actividad de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y riqueza de las naciones (MAGA, 2006).

Específicamente, en la cuenca del Lago de Atitlán, la agricultura es la principal actividad económica y la fuente de sustento para la mayoría de habitantes. Los principales cultivos son el café, las hortalizas y las frutas, que constituyen el mayor porcentaje de las tierras en los alrededores de la cuenca.

Como se mencionó en el contexto de la investigación, el café representa la mayor fuente de ingresos económicos para la población de Sololá. Las condiciones naturales de clima, altura y la composición de los suelos, hacen que el café de calidad que se produce en Atitlán, sea muy cotizado en el nivel internacional.

Algunos de los impactos ambientales que se produce en el cultivo y procesamiento del café, son:

- **Deforestación.** La degradación ambiental se interpretó como una crisis de la civilización moderna, marcada por la destrucción de la naturaleza y el deterioro de la calidad de vida. Los bosques de montaña han venido siendo cortados a un ritmo alarmante y reemplazados por

plantaciones de monocultivos de café. Dichos bosques juegan un importante papel ecológico al proteger la dinámica atmosférica, la calidad del agua y las especies silvestres, aspectos relacionados con la calidad de vida fundamentalmente de los pobladores de estas zonas montañosas (Universidad Pinar del Rio, 2006).

- **Pérdida de biodiversidad.** La deforestación y el monocultivo conllevan mayores pérdidas de hábitat y una reducción de la biodiversidad de insectos, animales y plantas. Por ejemplo, estudios realizados en México y Colombia por el Smithsonian Migratory Bird Centre, indican que en los cultivos con exposición solar se presenta un 90 por ciento menos de especies de pájaros con relación a las plantaciones de café bajo sombra. Para los países y los pueblos donde se encuentran localizadas las áreas de mayor biodiversidad, ésta representa, por una parte, el referente de significaciones y sentidos culturales que son trastocados cuando son transformados en valores económicos; por otra parte, la biodiversidad es la expresión del potencial productivo de un ecosistema, ante el cual se plantean las estrategias posibles de su manejo sustentable, así como las formas de apropiación cultural y económica de sus recursos (Universidad Pinar del Rio, 2006).
  
- **Contaminación agroquímica.** Comparado con los sistemas tradicionales de cultivo de café bajo sombra, el cultivo de café con exposición solar depende de una creciente utilización de pesticidas y fertilizantes químicos. Creciente también son los gastos de los productores para estos fines y por supuesto un aumento del costo de producción del grano de café.

Algunos de los químicos utilizados en la producción intensiva de café, tales como el DDT, el Lindano y el Paraquat, han sido proscritos en los países industriales dado su potencial cancerígeno o su prolongada persistencia en el medio ambiente. La utilización de agroquímicos afecta directamente la salud de los agricultores y los pobladores rurales, así como la calidad del suelo, del agua y de sus habitantes (Universidad Pinar del Rio, 2006).

- **Erosión del suelo.** Las áreas montañosas constituyen entornos particularmente frágiles. El monocultivo de café puede causar un significativo deterioro de la calidad del suelo y una creciente erosión. Se ha documentado que en áreas de alta precipitación pluvial se pierde cerca de tres veces más de nitrógeno del suelo en plantaciones sin sombra comparativamente

a aquellas áreas bajo sombra, disminuyendo considerablemente el rendimiento y la productividad de los cafetales (Universidad Pinar del Rio, 2006). Como vimos anteriormente en el documento, en la cuenca no existe un problema de deforestación, por lo que podemos inferir que la principal causa para la erosión en la cuenca son los deslaves o desastres naturales.

Las actividades ligadas al procesamiento del café que generan afectaciones al medio ambiente, son en síntesis las siguientes:

- **Uso del agua.** El beneficio del café que requiere el empleo de beneficio tradicional se estima el uso de entre 40 y 60 litros de agua para la obtención de 1 Kg. de café pergamino seco en las volúmenes importantes de agua. Con los métodos de actividades de transporte, despulpe, fermentación, clasificación y lavado (Universidad Pinar del Rio, 2006).

En cuanto al cultivo del café, es imperativa la adopción de tecnologías que minimicen el uso del agua en los procesos de beneficio, tales como las que viene desarrollando actualmente el país como el llamado "beneficio ecológico" que según los resultados hasta ahora obtenidos logran bajar el consumo desde 40-60 litros por kilogramo de café pergamino seco hasta menos de 1 litro (Universidad Pinar del Rio, 2006).

Existen otras opciones que favorecen a la disminución del consumo de agua en las plantas de beneficios de café, como es la recirculación del agua en el propio beneficio y purificación de las aguas residuales por diferentes métodos ya sea para su vertimiento como para la recirculación, entre otras.

Tradicionalmente la pulpa del café que resulta del beneficio ha sido depositada a las corrientes de agua, lo que genera un aumento considerable de la demanda bioquímica de oxígeno, aumento de la carga de sólidos totales, incremento en la temperatura del agua, generación de olores y pérdida de la calidad visual. Se trata de una forma de contaminación severa del agua que se da en las épocas de cosecha y que imposibilita su aprovechamiento para acueductos, afecta la fauna acuática y limita los usos recreativos (Universidad Pinar del Rio, 2006).

Sin embargo los residuales sólidos que se generan, que están constituido fundamentalmente por la parte del fruto llamada pulpa, contienen cantidades apreciables de lignina, celulosa, hemicelulosa, azúcares, elementos inorgánicos tales como: Na, K, P, entre otros, lo que propicia que la pulpa del café pueda tener diversos usos en dependencia de los fines propuesto en un determinado contexto social (Universidad Pinar del Rio, 2006).

Las principales hortalizas que se cosechan en los alrededores del lago son la zanahoria, la papa, el repollo, la cebolla, la arveja china, el ejote francés, el ajo, la remolacha, el brócoli y varios tipos de calabacines. La fruticultura es relativamente nueva para el área del Lago de Atitlán, pero posee un gran potencial para ser explotada. La ubicación y clima le dan a las frutas un valor agregado que no poseen en ningún otro territorio o sector.

**a. Causas.** La agricultura ha llegado a ser una problemática en la Cuenca del Lago de Atitlán principalmente por tres causas: malas prácticas de agricultura por parte de la población, falta de información y desinterés o falta de compromiso por parte de las autoridades. Estas tres causas están intrínsecamente relacionadas, ya que solucionando una de ellas se solucionarían prácticamente las tres. Esto se discutirá más a fondo en las propuestas de mejora para la agricultura.

Un gran porcentaje de la población de la cuenca depende de la agricultura para subsistir, ya sea para consumo propio o para comercializar. Sin embargo, utilizan prácticas dañinas para el medio ambiente, tanto para los suelos, como para el Lago de Atitlán. Utilizan fertilizantes, químicos u otros elementos que lentamente deterioran el ambiente.

La falta de información en la población es otra causa importante de esta problemática. Algunos habitantes no saben o no se dan cuenta que sus prácticas son dañinas para el ambiente, por eso continúan practicándolas. Además de eso, no conocen otra forma, o la forma correcta de practicar la agricultura. Así se ha venido practicando por años, por eso continúa siendo así, por que no conocen otra opción.

Finalmente, la tercera causa para la problemática de la agricultura es el desinterés o la falta de compromiso por parte de las autoridades. El Gobierno y las municipalidades no han mostrado compromiso en este tema. Por medio de numerosos estudios se ha determinado que

una de las principales causas de contaminación en el Lago de Atitlán es a causa de la agricultura, sin embargo, el gobierno no se ha pronunciado en este aspecto y no ha propuesto actividades de mejora o sugerencias para la población.

**b. Impactos.** Los impactos más notorios que ha tenido la agricultura sobre la Cuenca del lago de Atitlán son: la introducción de numerosos agroquímicos al Lago, la eutrofización del mismo, y la erosión de los suelos alrededor del lago. Todos estos impactos han causado la deterioración del Lago y sus alrededores, y continuarán siendo un problema igual de grave o mucho peor, si no se hace nada al respecto.

La introducción de agroquímicos al lago es una de los impactos más graves y puede presentar repercusiones en el futuro aún mayores. Los agroquímicos son una de la principales causas para la aparición de la cianobacteria en el lago, por lo que controlar el ingreso de estos al lago, sería un gran paso para evitar que se continúe contaminando.

Los agroquímicos son también una de las principales causas en el siguiente impacto, la eutrofización. La eutrofización es un impacto muy notable para el lago, ya que a pesar de ser un proceso totalmente natural, en el caso del Lago de Atitlán, este proceso se está adelantando y acelerando de forma preocupante. Se debe hacer todo lo posible para controlar este proceso, y evitar que la eutrofización del lago siga en tan rápido aumento.

Otro de los impactos notorios de la agricultura en la cuenca es la erosión de los suelos en los alrededores del Lago. Al ser un área montañosa, la cuenca del Lago de Atitlán es particularmente frágil. Las malas prácticas de agricultura han causado el deterioro de la calidad del suelo. Esto, a largo plazo, significa una pérdida de rendimiento y productividad de la agricultura del sector, afectando de gran manera a la población de la cuenca.

**c. Actores.** Las principales instituciones que tienen los instrumentos necesarios para proteger los recursos naturales son:

- **MAGA – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación** El MAGA está encargado de ejecutar una política de desarrollo agropecuario, hidrobiológico y de uso sustentable de los recursos naturales renovables; promover y velar por la aplicación de normas para actividades

agrícolas, pecuarias, hidrobiológicas, forestales y fitozoosanitarias; definir la política de ordenamiento territorial y de utilización de las tierras en la Cuenca y promover la administración descentralizada en la ejecución; formular la política de educación agropecuaria y sobre medio ambiente, promoviendo la participación comunitaria junto con el Ministerio de Educación; desarrollar mecanismos que contribuyan a la seguridad alimentaria de la población.

- **MARN – Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales** El MARN está encargado de proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional.
- **INAB – Instituto Nacional de Bosques** El INAB está encargado de reducir la deforestación de tierras de vocación forestal y el avance de la frontera agrícola; promover la reforestación de áreas sin bosque; incrementar la productividad de los bosques existentes, sometiéndolos a manejo racional y sostenido de acuerdo a su potencial biológico y económico; conservar los ecosistemas forestales de la cuenca desarrollando programas y estrategias que promuevan el cumplimiento de la legislación respectiva y propiciar el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades de la cuenca al aumentar la provisión de bienes y servicios provenientes del bosque para satisfacer las necesidades de leña, vivienda, infraestructura rural y alimentos.
- **Municipalidades-** Las municipalidades de los municipios de la cuenca son las encargadas de realizar la infraestructura necesaria para que no se contamine el lago con los desechos

**3. Síntesis** A continuación se discutirán las posibles soluciones, o propuestas de mejora para la problemática de agricultura en la cuenca del Lago de Atitlán. Como se mencionó anteriormente, al solucionar una de las causas, se pueden solucionar prácticamente las tres. Si el gobierno y las municipalidades se involucrarían más en las problemáticas y mostrarán un mayor interés y compromiso, la población de la cuenca estaría más informada y al tanto del

daño que le causan al medio ambiente, y buscarían nuevas opciones o nuevas prácticas para cuidar su entorno.

Concretamente, el primer paso para combatir la problemática de agricultura es mejorar las prácticas. Esto se logrará por medio de una mejor comunicación entre la población y las autoridades. Las municipalidades podrían capacitar a la población, y apoyar de la mejor forma, con materiales e información, para evitar que lleguen tantos agroquímicos al Lago, y que las prácticas de agricultura sean beneficiosas para la población, y no tan dañinas para el medio ambiente.

De igual forma, las municipalidades deben llevar a cabo controles más estrictos y sin excepciones sobre la población. De esta forma se podrán asegurar que las prácticas sean correctas, y en caso de cualquier violación, sancionarlo o controlarlo de la forma más adecuada. Esto requiere un gran compromiso por parte de las autoridades, ya que tienen que vigilar muy de cerca a toda la población que practica la agricultura en los alrededores del Lago de Atitlán. Se debe involucrar también el sector productivo, principalmente para lograr una mejor coordinación con el sector público.

Finalmente, la última propuesta de mejora sería llevar a cabo un programa de educación e información a largo plazo para todos los habitantes de la cuenca. El propósito de esto sería mantener a toda la población al tanto e informada de la situación de la cuenca, y cómo sus actividades y prácticas afectan el medio ambiente. Al mismo tiempo, se sugerirían nuevas prácticas o sugerencias, para buscar un desarrollo sostenible de la agricultura en la cuenca, sin afectar de manera notoria a los habitantes de la cuenca ni al medio ambiente.

La agricultura es un tema de vital importancia al considerar la economía no solo de la cuenca, sino del país. Como se discutió en los antecedentes, el sector agropecuario domina un 68.1% de la estructura de empleo de la cuenca. Además de esto, la agricultura de la cuenca tiene un impacto directo sobre el PIB nacional. Por estas razones, cualquier decisión tomada en relación a la agricultura debe ser analizada desde varios puntos de vista, tratando de no afectar a los habitantes de la cuenca, al medio ambiente o hasta cierto punto, la economía del país.

## **D. Turismo**

### **1. Antecedentes**

La actividad turística en Guatemala es una importante fuente para el desarrollo económico del país y continúa mostrando un desempeño positivo a pesar de factores externos que pudieran poner en riesgo dicha actividad, como es el caso de la crisis económica mundial que se dio en el 2008 y que se acentuó principalmente en los últimos meses del año. A pesar de esto, en ese mismo año, Guatemala reportó un total de 1,715,426 visitantes internacionales logrando un crecimiento de 5.4% y generando la cantidad de \$1,275.6 millones de dólares con un crecimiento de 6.4% con respecto al año 2007 (INGUAT,2008).

El turismo se ha ratificado como el segundo generador de divisas en la economía nacional colocándose por encima de los principales productos de exportación como café, azúcar, banano y cardamomo. El índice de crecimiento en el ingreso de divisas generado de la actividad turística durante los últimos años ha ido sujeto al comportamiento del turismo, por lo que se observa una relación directamente proporcional entre ambos rubros, lo que indica que el visitante cada día gasta más (INGUAT, 2007).

**a. El turismo en la cuenca del Lago.** Las localidades con mayor flujo de turismo en el área de estudio son: el municipio de Chichicastenango en el departamento de Quiché, y el departamento de Sololá. Estas dos localidades son grandes centros turísticos visitados por extranjeros anualmente y por lo tanto una entrada significativa de divisas al país.

Según estadísticas del INGUAT, existe una gran capacidad hotelera en la cuenca del Lago en relación los departamentos turísticos del país, a excepción de la ciudad capital. La oferta y ocupación hotelera entre los años 2005 y 2010 en el departamento de Sololá ha oscilado entre un 7% y 8% del total de establecimientos de hospedaje en el país. (INGUAT 2005, boletín anual 34 – 37).

Para Chichicastenango la oferta hotelera ha oscilado entre el 1% y el 3.1% de los años 2005 al 2010. Aunque es un porcentaje en general bajo, es importante mencionar que allí se concentra una significativa parte del turismo en el área de estudio, siendo Chichicastenango otro destino obligado de visitar en el país (INGUAT 2005, boletín anual 34 – 37).

A la par de la oferta hotelera en Sololá y Chichicastenango, la cual ha venido creciendo a un ritmo bajo pero constante, tenemos un índice de ocupación mensual para Sololá que oscila entre el 48% y 51% de ocupación anual. Dicho comportamiento se ha mantenido en el período 2005-2010. En Chichicastenango, la ocupación hotelera se ha mantenido entre un 43% y 45%. (INGUAT 2005, boletín anual 34 – 37).

El índice de ambas localidades sugiere que los hoteles en promedio anual son demandados en un 50% de su capacidad aproximadamente, el mantenimiento de esta tendencia a través del tiempo (2005-2010) explica el bajo crecimiento porcentual de la oferta hotelera en esos sectores. (INGUAT 2005, boletín anual 34 – 37).

Las nacionalidades extranjeras que más visitan el área de Sololá y Chichicastenango son de América Central (8,000 personas) seguido de América del Norte (4,000 personas) y Europa (1,000) que representa aproximadamente un 4% del total de turismo extranjero que ingresa al país al año. (INGUAT 2005, boletín anual 34 – 37).

La temporada alta en el turismo de Sololá y Chichicastenango se da en los meses marzo y abril por la Semana Santa, y en julio y agosto por las vacaciones en Europa y las celebraciones de Las Fiestas de Juliana en Honduras, y las fiestas Agostinas en El Salvador. En diciembre por las Fiestas de Fin de Año se muestra un pico importante en el turismo de Sololá y Chichicastenango.

**b. Biodiversidad y turismo.** El peso turístico tradicionalmente se encuentra del lado noreste, principalmente en torno a Panajachel y Santiago Atitlán. El turismo tiene la ventaja de que al mismo tiempo que genera ingresos económicos a la gente local, también puede ayudar en la conservación de la naturaleza y de la cultura local. (UVG, CONAP, TNC & Vivamos Mejor, 2003).

La mayor concentración de bosques naturales está en la región sureste de la cuenca, así como los tres volcanes más altos de la zona, Atitlán (3537m), Tolimán (3158m) y San Pedro (3020m). Los tres con un gran valor biológico y ecoturístico. En esta zona también se encuentra la sede de la cultura Tz'utujil, el templo Chuitinamit en las faldas del volcán San Pedro y un

florecimiento artesanal en Santiago Atitlán conformado por pintores, tejedores y artesanos en madera. A pesar de la riqueza en recursos naturales, historia y cultura del área, esta zona recibe menos turistas que Panajachel al norte. (UVG, CONAP, TNC & Vivamos Mejor, 2003).

## 2. Caracterización

### a. Conceptos de turismo

**1) Turismo:** El Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) define el turismo como << las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período consecutivo inferior a un año con fines de ocio, por negocios y otros motivos no relacionados con el ejercicio de una actividad remunerada en el lugar visitado>> (INGUAT, 2008).

**2) Turismo sostenible:** Una actividad sostenible será aquella cuyos impactos económicos, sociales, y ambientales permitan complacer las necesidades del presente, sin limitar la capacidad de satisfacerlas con el mismo grado de plenitud y disfrute en el futuro (Rain Forrest Alliance, 2005)

<<El turismo sostenible persigue por igual, la viabilidad económica de las empresas, la plena realización de los recursos humanos que esta emplea, el bienestar de la población anfitriona, la valoración de su identidad cultural, y la preservación de los ecosistemas en los que las comunidades locales viven y se desenvuelven>> Organización Mundial del Turismo (OMT)

**3) Ecoturismo:** <<Aquella modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en viajar a, ovisitar áreas naturales relativamente sin disturbar, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que pueda encontrarse en el lugar, a través de un proceso que promueva la conservación; tiene bajo impacto ambiental y cultural y propicia un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales>> (Ceballos-Lascuráin, 1996).

**4) Turismo comunitario:** El turismo comunitario es una alternativa de desarrollo económico para las tierras comunales de la cuenca, donde gran parte del control y los beneficios de las actividades turísticas se encuentran en manos de las comunidades locales. Dichas prácticas no solo ayudan al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades sino también defienden y valorizan los recursos culturales y naturales del área.

**b. Proyectos turísticos del área**

**1) San Juan la Laguna** En este municipio se desarrollan varios proyectos ecoturísticos debido a que su comunidad se ha esforzado en preservar su cultura y el entorno natural del área. Entre los sitios turísticos de San Juan La Laguna está la playa llamada “Las Cristalinas” la cual es muy visitada por turistas que se encuentran en San Marcos y San Pedro la Laguna (UVG, CONAP, TNC & Vivamos Mejor, 2003).

Asimismo, en este lugar se encuentra el proyecto Rupalaj K’istalin el cual tiene a su cargo tres circuitos ecoturísticos: cultural, natural y de aventura. El circuito cultural consiste en un recorrido por el pueblo para conocer las costumbres y tradiciones de la comunidad; apreciar la elaboración de medicinas naturales y de textiles artesanales, coloreados con tintes naturales; recorridos por diversas galerías de arte que se enfocan en la cultura Tz’utujil. El circuito natural consiste en una caminata a través del sendero de La Cruz y de La Nariz Maya, disfrutando de la vista de la playa de San Juan y la observación de una gran variedad de flora y fauna local. Este circuito incluye una visita a los centros ceremoniales mayas. El circuito de aventura incluye una extensa caminata a través del bosque húmedo de San Juan la Laguna, para apreciar la variada flora y fauna local. Posteriormente, se camina durante 5 horas hasta llegar a Panan, área protegida perteneciente al bosque húmedo y con varios nacimientos de aguas cristalinas y pequeñas piscinas naturales. Dada la lejanía de este sitio de San Juan, es necesario acampar en la zona (REDTURS 2007).

**2) Santiago Atitlán** Santiago Atitlán es reconocido por ser un destino cultural ya que entre sus atractivos principales está la visita a Maximón. Este es una representación del sincretismo de la zona pues la imagen mezcla costumbres locales con conceptos cristianos. Además, cuenta con varios pintores y escultores reconocidos que exhiben

sus obras en la calle principal del municipio. Entre las áreas naturales que empiezan a formar parte de la oferta ecoturística del lugar están las caminatas hacia el cerro Chuitinamit, Cerro de Oro y la reserva del Quetzal. En esta última se pueden realizar excursiones a caballo, descansar en miradores y realizar observación de aves. También, se pueden hacer recorridos acuáticos con un pescador (UVG, CONAP, TNC & Vivamos Mejor, 2003).

**3) San Lucas Tolimán.** Actualmente este municipio comienza a proponer oferta ecoturística para los visitantes ya que sus habitantes han sido comerciantes o caficultores en su mayoría. La Municipalidad muestra interés en el desarrollo ecoturístico con planes que prestan más atención al medio ambiente y la conservación de bosques. Tiene planeado mejorar los senderos hacia los volcanes Tolimán y Atitlán, preservar la playa pública y poner iluminación para accesibilidad y seguridad en la noche. Asimismo, se ha trabajado en desarrollar el sendero al Cerro Ik'ituiw que sirve como ruta ecoturística, mirador al lago y al pueblo y de acceso a algunos lugares mayas sagrados en desuso. Según la municipalidad, hace falta un estudio de la diversidad de flora y fauna para conocer mejor los valores del bosque húmedo. A través de esas ideas se espera fomentar el turismo de San Lucas Tolimán (UVG, CONAP, TNC & Vivamos Mejor, 2003).

**4) San Pedro La Laguna.** La comunidad de San Pedro, está trabajando con la ayuda de Vivamos Mejor, en algunos planes para mejorar el servicio de caminata hacia el volcán, tanto para incrementar los ingresos y beneficios de turismo, como reconocer y conservar la riqueza de naturaleza del lugar. Actualmente se realizan tours para ascender el Volcán San Pedro por medio del Parque Regional Municipal Chuwanimajuyu. Este destino es sumamente importante, tanto por el beneficio económico que le otorga a la comunidad como por la conservación del Pavo de Cacho *Oreophasus dervianus?*, especie endémica del lugar (UVG, CONAP, TNC & Vivamos Mejor, 2003).

**5) San Marcos La Laguna** La comunidad de San Marcos La Laguna cuenta con fortalezas turísticas en términos de su naturaleza, el ambiente tranquilo de la zona turística y las amenidades que ofrece al turista. Entre ellas, la variedad de centros especializados en turismo de salud como spa, centros de yoga, entre otros. Provee vistas

hermosas de paisajes, aguas claras para nadar, vegetación y un sendero que llega hasta Santa Cruz La Laguna (UVG, CONAP, TNC & Vivamos Mejor, 2003).

**6) Santa Clara La Laguna.** En este municipio se encuentra el Parque Regional Municipal Chuiraxamolo', el cual protege 184 hectáreas de bosque mixto. Los principales objetos de conservación natural lo constituyen los nacimientos de agua y los lugares sagrados que aún son visitados por personas de Santa Clara y otros municipios. Además cuenta con diversas actividades que el visitante puede realizar como canopy, rappel, camping y caminata en senderos (Rivas, Secaira & Cornejo 2005).

**7) Santa Lucía Utatlán.** En este municipio se encuentra el centro turístico Corazón del Bosque. Este se encuentra en un área de 40 hectáreas de bosque de coníferas, 32 de las cuales son manejadas de manera sostenible por la comunidad. Ocho hectáreas se encuentran totalmente protegidas, pues forman parte de una reserva natural privada comunitaria. En el bosque se encuentra el pinabete (*Abies guatemalensis*), una de las especies de abeto en vías de extinción endémica del altiplano guatemalteco (REDTURS 2007).

En Corazón del Bosque se pueden observar también varias aves interesantes, entre ellas, el chipe cabeza rosada (*Ergaticus versicolor*) una especie endémica regional muy buscada por los observadores de aves internacionales. (REDTURS 2007).

Este turicentro ofrece caminatas por diversos senderos y un área llamada el Tikalito, el cual es una colina acondicionada con peldaños que recuerda las pirámides mayas del Tikal. Otro de los atractivos de la zona son los centros ceremoniales donde se realizan ceremonias sagradas mayas. Se pueden también adquirir artesanías textiles y de barro, así como hacer uso del restaurante, bungalows y temascales, o baños de vapor de la tradición maya (REDTURS 2007).

**8) Panajachel.** Es uno de los municipios que más turismo reciben anualmente en la cuenca del Lago de Atitlán. Posee diversos atractivos entre ellos la playa pública, museos, la calle Santander y la iglesia católica. Además, posee un mariposario el

cual está ubicado a orillas del casco urbano, sobre la carretera que del municipio de Sololá conduce a Panajachel. El Mariposario "San Buenaventura", fue inaugurado en el año de 1994. Tiene un sendero de tres kilómetros de recorrido que transportan al visitante a la naturaleza y se puede observar diferentes especies silvestres. Al final del recorrido se encuentra una cascada de donde se puede tener una vista de la iglesia colonial de San Francisco de Asís (Morales, *et al.* 2008).

También en Panajachel se encuentra la Catarata Tzalá, un atractivo natural que llama la atención de las personas que de Panajachel se transportan al barrio Jucanyá a través de la calle del Estadio. Es una catarata con 40 metros de altura, el acceso es libre por no contar con infraestructura o control alguno sobre la misma. Durante la época de invierno se puede observar que sus caudales provienen de diversos riachuelos, lo que hace que sus proporciones aumenten (Morales, *et al.* 2008).

Asimismo, en este municipio se encuentra la Finca Santa Victoria. Está ubicada a tres kilómetros de la cabecera municipal sobre la carretera que conduce al municipio de San Andrés Semetabaj. Es un centro turístico ecológico de carácter privado, que brinda al visitante un contacto directo con la naturaleza a través de recorridos en caminata y cabalgata en áreas boscosas de topografía irregular de 15 kilómetros cuadrados (Morales, *et al.* 2008).

Y como otro destino natural en este municipio, se puede visitar el cerro de la piedra del zope. Este se encuentra a 200 metros del parque Municipal, con una altitud de 300 metros y una inclinación de 120 grados que bordea la parte norte del casco urbano. En lo alto del cerro se observa una vista única del lago de Atitlán y del pueblo de Panajachel (Morales, *et al.* 2008).

**9) Chichicastenango .** Este municipio se encuentra en el departamento de Quiché y es reconocido, tanto a nivel nacional como internacional por sus manifestaciones culturales como la ceremonia del Palo Volador, el mercado tradicional y sus iglesias. Entre los atractivos naturales cuenta con el Cerro Pascual Abaj, también conocido como "Turcaj". Para llegar al centro espiritual se debe caminar un sendero que atraviesa el cerro y deja ver diversos paisajes, flora y fauna del área. En este lugar se realizan manifestaciones religiosas de profunda tradición: Ceremonias y ritos ancestrales dedicados a Pascual Abaj (deidad de

piedra), en la que se funden el catolicismo español y la religiosidad ancestral maya (INGUAT 2010). Se trata de uno de los sitios más sagrados del altiplano occidental de Guatemala, por lo que es importante obtener permiso de la comunidad para acceder a él.

**c. Políticas y buenas prácticas turísticas.** Actualmente existen esfuerzos por promover las buenas prácticas turísticas, las cuales son incentivadas por diferentes políticas gestionadas por instituciones como el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), Cámara de Turismo de Guatemala (CAMTUR), CONAP y Rain Forest Alliance. Entre las cuales están:

**1) Política Nacional de Ecoturismo.** El Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) creó en el 2002 la Política Nacional de Ecoturismo, la cual pretende fomentar el Ecoturismo como estrategia de desarrollo sostenible para el país mediante la definición de lineamientos y normas que guíen a las mejores prácticas de turismo. Esto con una visión de que en el 2012 Guatemala sea un destino turístico de alta calidad a nivel internacional, logrando la autogestión empresarial certificada en ecoturismo (Martínez Melgar, 2002).

**2) Política sobre la actividad turística en áreas protegidas.** Esta política fue establecida en el año 2000 por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) con el objetivo de establecer los lineamientos y normas necesarios para el desarrollo de actividades turísticas aplicables al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) y a la elaboración de estrategias que respondan a las características naturales, culturales, sociales y de manejo de cada área protegida o unidades de conservación. El CONAP es la entidad rectora, orientadora y supervisora y de alguna manera promotora de las actividades que se implementen en torno a una práctica turística responsable.

**3) Política de Turismo Sostenible.** La Política de Turismo Sostenible gestionada por la Cámara de Turismo de Guatemala (CAMTUR), tiene por objetivo principal consolidar al turismo como un motor de desarrollo económico de Guatemala que lleva a cabo sus actividades dentro de un marco sostenible. Se busca promover la participación responsable, la toma de decisiones compartidas y la asociación productiva entre los sectores público y privado y las comunidades locales (CAMTUR, 2008).

Esta política también busca dar a las comunidades locales un rol protagónico en el desarrollo del turismo, en general crear una mejora continua en la experiencia turística del visitante (CAMTUR, 2008).

**4) Manual de Turismo Sostenible.** Rain Forest Alliance ha contribuido con la generación de manuales de buenas prácticas en el manejo de empresas turísticas que definen los criterios a tomar en cuenta en los aspectos empresarial, socio-cultural y ambiental en la gestión de prácticas turísticas. Todo con el objetivo de ser una herramienta práctica para el desarrollo de proyectos sostenibles (Rain Forrest Alliance, 2005).

**5) Ámbito empresarial.** Es el eje de la sostenibilidad de la empresa, no basta con tener los recursos, es necesario el desarrollo de sistemas de Gestión que permitan alcanzar los objetivos de sostenibilidad que se definan. Se debe contar con una Misión, Visión y Valores claros acompañados del establecimiento de procesos y procedimientos que aseguren la calidad y la consistencia de los servicios (Rain Forrest Alliance, 2005).

**6) Ámbito socio - cultural** La comunidad que convive con la empresa es un agente de venta para sus servicios. La operación turística convive con un entorno social que comparte una búsqueda de desarrollo propio. La relación entre el actor turista y el entorno socio-cultural debe ser la base sólida para el cumplimiento con la responsabilidad social y a portar para el desarrollo de dicho entorno. Una operación turística que mantiene una relación positiva con el entorno social en que convive adquiere un valor agregado que será percibido por el cliente (Rain Forrest Alliance, 2005).

**7) Ámbito ambiental.** Se debe promover una relación sostenible entre recursos naturales, ambiente y turismo. Las buenas prácticas de turismo sostenible producen destinos turísticos responsables, minimizando el impacto negativo en el ambiente. Su contribución a la conservación de la biodiversidad y al bienestar de las comunidades demuestra que turismo y desarrollo sostenible pueden y deben ir de la mano (Rain Forrest Alliance, 2005). En esta etapa se tocan temas de interés para empresarios turísticos como: Calentamiento global,

agua, energía, biodiversidad, áreas naturales, conservación de reservas naturales, desechos sólidos, contaminación y educación ambiental (Rain Forreest Alliance, 2005).

**8) Manual para la autogestión del turismo sostenible comunitario.**

Se trata de una guía que ayuda a las comunidades que quieren realizar un proyecto ecoturístico, a definir sus patrimonios natural y cultural, determinar la potencialidad turística de su producto, realizar factibilidad de mercado y un plan de manejo integral para el sitio (Martinez Melgar, et.al. 2009). El manual se creó en colaboración con el Centro de Estudio Ambientales y de Biodiversidad de la UVG, y la Asociación Nacional de Forestería Comunitaria Ut'z Che'. El estudio de caso se llevó a cabo en Corazón del Bosque, Santa Lucía Uatatlán.

**d. Principales retos y oportunidades del turismo en la cuenca del Lago.**

**1) Aplicación de buenas prácticas turísticas.** La mayor parte del turismo en Atilán se encuentra en manos de empresarios privados, estos en su mayoría extranjeros, o nacionales no locales. A pesar de la existencia de políticas y manuales para las buenas prácticas turísticas, generalmente no son practicadas en la zona. La sostenibilidad de las actividades turísticas está en peligro por la falta de normas y lineamientos que minimicen los impactos negativos de esta actividad en los recursos naturales (agua, biodiversidad, paisaje, suelo, etc) y culturales que constituyen el principal atractivo turísticos del producto “Lago de Atilán”

Por medio de la aplicación de normativas es prioritario reducir las descargas de aguas no tratadas y mejorar la disposición de desechos sólidos que derivan de la actividad turística y actividades conexas. De forma prioritaria también se debe promover oportunidades de acceso a tecnología que permitan disminuir estos impactos negativos al cuerpo de agua, principal atractivo turístico de la zona.

**2) Prácticas turísticas sostenibles.** A pesar de factores externos que han afectado la economía mundial en los últimos años, las visitas de turistas a los pueblos aledaños al lago Atilán han aumentado, abarcando no solo a Panajachel, sino también pueblos

aledaños al lago como San Pedro La Laguna y Santiago Atitlán. Este constante crecimiento en el afluente turístico presenta una gran oportunidad para el desarrollo económico del país, el cual debe ser manejado bajo los principios de sostenibilidad que se describen en las diferentes políticas turísticas existentes. Por la importancia del tema, los manuales y procesos de certificación en buenas prácticas turísticas constituyen una buena oportunidad para empresarios y comunidades que aseguran la sostenibilidad del negocio, resguardando la calidad integral del destino.

**3) Actualización y divulgación de información.** Existe una falta de actualización en las políticas turísticas existentes, y a pesar de su existencia éstas no han sido divulgadas abiertamente dentro del sector del turismo de la zona. Esta desinformación contribuye a que no se apliquen firmemente las normas establecidas por estas políticas y a que las actividades turísticas no se lleven a cabo bajo un marco de sostenibilidad. Las actividades turísticas tienen marcos de sostenibilidad establecidos y cuentan con la existencia de manuales que pueden orientar de una mejor manera toda práctica de negocios hacia actividades rentables, amigables a la sociedad y al ambiente.

**4) Cooperación entre el sector público y privado.** Las políticas turísticas apoyan la cooperación entre el sector público y privado con criterios para llegar a acuerdos y programas conjuntos que maximicen la utilización de los recursos y transmitan al mismo tiempo a los gobiernos municipales que tienen bajo su responsabilidad el manejo de la administración en ciudades o destinos turísticos la necesidad de involucrarse en la planeación del desarrollo turístico en sus municipios.

**5) Inmigración extranjera permanente.** Más de la mitad de las visitas turísticas a Atitlán son realizadas por extranjeros, los cuales han inmigrando hacia Guatemala y asentando sus propios negocios informales, los cuales, al igual que el sector hotelero y otros comerciantes, no se encuentran regulados de ninguna manera, permitiéndoles el consumo desmedido de recursos para la realización de artesanías, contaminación en las calles, desechos orgánicos, etc.

Los actores principales de la rama turística son:

- **Hoteleros** El sector hotelero es el principal interesado en reducir los impactos negativos de la actividad turística en la zona, ya que de la calidad del destino depende el éxito del negocio. Cumplir con el reglamento de aguas residuales es un primer paso en este sentido. La aplicación de buenas prácticas turísticas es también deseable. Existen actores como INGUAT, CAMTUR, AGEXPORT o Rain Forest Alliance que pueden apoyar estos procesos.
- **INGUAT- Instituto Guatemalteco de Turismo** El INGUAT está encargado de velar por la promoción turística del Lago de Atitlán por ser uno de los principales centros turísticos del país. Debiera también velar por la organización de la oferta turística y las buenas prácticas que garanticen la sostenibilidad del destino, como patrimonio natural y cultural de los guatemaltecos.
- **Población** Como lo indica la Constitución Política de la República, todos los ciudadanos somos responsables por velar que las actividades económicas no degraden el equilibrio ecológico en el país.
- **Turistas** Los turistas sostienen gran parte de la economía del departamento de Sololá por visitar el lago y sus poblados. Tienen derecho a obtener por su inversión una experiencia placentera y de calidad, lo que incluye un atractivo en buenas condiciones ecológicas, pero al mismo tiempo deben regirse por normas que regularicen sus actividades comerciales y de residencia.
- **Empresarios de servicios turísticos:** Cada empresario (lancheros, restaurantes, pequeños comercios) que realiza actividades de comercio dentro del área de la cuenca debe responsabilizarse por el cuidado y la sostenibilidad de su entorno. Estas entidades deben regir sus operaciones dentro de leyes y lineamientos que protejan la integridad del lago Atitlán y del ambiente en general.

**3. Síntesis.** A partir de planes e iniciativas previas para la planificación, es necesario realizar una concientización general para todo el sector hotelero y para las células de negocios que desarrollan actividades de comercio con turistas en la zona, para que conozcan las consecuencias a largo plazo que traerá la continuación de las prácticas turísticas insostenibles.

Se recomienda el cumplimiento de normas y lineamientos para las prácticas turísticas con el objetivo de proteger los recursos naturales y para asegurar la continuidad sostenible de las actividades de turismo en la zona.

Se recomienda la implementación de un sistema de control para la inmigración extranjera para evitar una sobre población de negocios informales que entorpezcan el desarrollo de negocios locales. Se debe encontrar la mejor forma en que todos aquellos que se benefician de la belleza del lago, colaboren activamente en la conservación óptima del destino. Además de normas para buenas prácticas de turismo también es importante la implantación de normativas para los combustibles de lancha y/o aceites mecánicos que puedan verterse al lago debido a la constante actividad lanchera del área, dichas normas deben aplicarse con consecuencias severas para aquellas personas que no cumplan con los lineamientos establecidos.

La cuenca del Lago de Atitlán es una fuente importante de divisas para el país y como tal, debe ser protegido contra su explotación desmedida para asegurar la sostenibilidad de su atractivo turístico y la continuidad de las actividades turísticas del área.

Todas aquellas personas y entidades que llevan a cabo actividades comerciales dentro de la cuenca del Lago Atitlán deben concientizarse sobre los efectos a largo plazo de las malas prácticas de turismo que se llevan a cabo actualmente y acerca de la necesidad de implementar estrategias que garanticen la sostenibilidad del turismo en el área.

**a. Turismo y ordenamiento territorial.** Para la sostenibilidad del turismo en la zona es necesario el establecimiento de un instrumento que oriente y ordene a la inversión pública y privada del territorio. El establecimiento de políticas de ordenamiento territorial para la planificación de proyectos abrirá la posibilidad del desarrollo de buenas prácticas turísticas, tomando en cuenta aspectos de salud, educación y dinámica territorial.

Los diferentes problemas surgidos a raíz de la creciente población extranjera y nacional que traen consigo el surgimiento de una gran cantidad de negocios informales en el área, pueden tratarse con un plan de ordenamiento territorial que permita al Estado gobernar las diferentes territorialidades surgidas de la evolución socioeconómica.

La falta de un ordenamiento territorial provoca un crecimiento desordenado en las prácticas turísticas debido a la ausencia de coordinación y planificación de las municipalidades. El crecimiento desorganizado trae consigo el mal manejo de desechos que son vertidos en ríos y en desagües que desembocan al Lago Atitlán.

Sin una normativa que se respete y rija las actividades turísticas del área y que sensibilice a los habitantes locales sobre la importancia de un crecimiento planificado y ordenado, la población continuará explotando los recursos de la zona desmedidamente sin tomar en cuenta los daños causados al ambiente y a la misma continuidad de sus prácticas económicas centradas en el turismo.

## **E. Contaminación y eutrofización**

### **1. Definición**

**a. Contaminación.** Es un conjunto de efectos que alteran la pureza del aire, agua o tierra en el que se desarrolla alguna forma de vida. La introducción directa o indirecta, como consecuencia de la actividad humana, de sustancias o calor en la atmósfera, el agua o el suelo, que puedan ser perjudiciales para la salud humana o para la calidad de los ecosistemas acuáticos, o de los ecosistemas terrestres que dependen directamente de ecosistemas acuáticos, y que causen daños a los bienes materiales o deterioren o dificulten el disfrute y otros usos legítimos del medio ambiente. (Dirección General de Recursos Hídricos de España, 2010)

Se considera que el agua está contaminada cuando no es apta para la bebida o el consumo humano, la fauna no puede habitar en ella, las impurezas que contiene hacen desagradable o dañino su uso recreativo y cuando no puede destinarse a alguna aplicación industrial. (Enciclopedia Hispánica, 1991)

**b. Eutrofización.** La eutrofización es el incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de lagos y embalses, que provoca un exceso de fitoplancton. (Enciclopedia Hispánica, 1991) Es caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos con cambios en la composición de las especies de seres vivos que allí habitan. La palabra eutrofización proviene del griego eutrophos que significa con muchos nutrientes (Green Facts, 2010)

Las aguas eutróficas son más productivas ecológicamente al incentivar el crecimiento de algas, que las aguas oligotróficas (cuerpo de agua con pocos nutrientes y pocos organismos vivos) hasta que llegan a un límite en el que el proceso cambia a características negativas al aparecer cantidades grandes de material orgánica cuya descomposición microbiana ocasiona un descenso en los niveles de oxígeno. En varios casos se produce en masas de agua como resultado de los vertidos agrícolas, urbanos e industriales (Green Facts, 2010)

**2. Antecedentes.** Desde finales de la década de los 60's, con los estudios de C. M. Weiss se iniciaron los estudios sobre la calidad del agua del Lago de Atitlán. Estos estudios consistían en la evaluación de 27 puntos diferentes localizados Lago. Luego estos estudios fueron retomados por la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), durante los años del 2001 al 2006 haciéndolos en los mismos puntos que Wiess los realizaba. En este período (2001 al 2006) se realizaron doce muestreos alrededor del Lago de Atitlán en los que se obtuvieron 324 resultados para cada uno de los parámetros de *Escherichia coli* y coliformes totales. Los análisis estadísticos muestran el efecto de la contaminación debida a las aguas servidas de las comunidades alrededor del Lago que son vertidas directamente. (Castellanos E. y Girón N., 2009) Los resultados de dichos estudios fueron resumidos en un artículo del Dr. Edwin Castellanos y Nancy Girón publicado en la revista de la UVG en agosto 2009.

Este artículo presenta los resultados de los análisis de calidad microbiológica del agua obtenidos en muestreos bi-anales en puntos alrededor del Lago de Atitlán. Los resultados muestran el efecto de la contaminación proveniente de las aguas servidas de los poblados alrededor del Lago. Los muestreos fueron realizados desde abril 2001 hasta septiembre 2006, dos veces al año, uno en época seca y otro en época lluviosa. Se muestrearon en total 27 puntos del Lago con una combinación de puntos ubicados frente a los poblados principales, otros ubicados

en orillas alejadas de poblados y cuatro puntos alrededor del centro del Lago. En cada punto se tomaron muestras para medir la concentración de *E. coli* y coliformes totales. Los análisis muestran que el lago tiene una calidad de agua bastante buena excepto en los puntos cercanos a los poblados grandes donde la concentración por bacterias coliformes es alta. El impacto de verter directamente las aguas servidas hacia el lago es evidente en la degradación de la calidad del agua frente a los poblados principales. Esto presenta un problema de salud pública ya que esta misma agua se usa para consumo humano. Un muestreo limitado mostró que el agua no presenta toxicidad; más bien tiene un potencial eutrofizante, es decir, estimulación al crecimiento de algas. (Castellanos E. y Girón N., 2009)

**3. Caracterización.** Las causas de la contaminación en la cuenca del Lago de Atitlán son muchas. Estas causas se pueden dividir en cuatro grandes grupos: las causas de manejo de riesgos, ordenamiento territorial, agricultura y turismo. Entre las causas por el manejo de riesgos encontramos varias, como lo son la mala topografía del área de la cuenca, los desastres naturales (deslaves, huracanes, lluvias, etc.) que conllevan un movimiento de tierra masivo al lago lo cual causa mucha contaminación, la mala infraestructura de carreteras que imposibilitan el fácil acceso de rápidas respuestas a desastres naturales, mala infraestructura de viviendas también que no tienen un sistema de desagüe adecuado para sus aguas negras y por último la falta de coordinación institucional que existe entre las diferentes entes involucradas ya que por esta falta de coordinación se tienen los riesgos existentes mencionados anteriormente.

Las causas de contaminación por falta de ordenamiento territorial también son varias. El Plan de Estratégico Territorial de la Cuenca del Lago de Atitlán ya existe, pero la falta de voluntad, interés, conocimiento y coerción por parte de la población hacia esta propuesta impide su éxito y alcance que tiene por objetivo. Tampoco hay un consenso dentro de la población, para poder llegar a aceptar este tipo de propuestas. Finalmente, también encontramos una falta de coordinación institucional donde los encargados de este plan, tiene que cerciorarse de hacer llegar este documento a todas las poblaciones de la cuenca, para que éstas estén enteradas de los planes a ejecutar.

En cuanto a la agricultura, las causas de la contaminación a la cuenca del Lago de Atitlán son las malas prácticas agrícolas alrededor de la cuenca.

Finalmente dentro de las causas de contaminación por turismo son varias. Entre estas causas podemos mencionar la falta de normativas tales como por ejemplo el tráfico acuático (que contaminan con su aceite, gasolina y desechos), la falta de ordenamiento territorial para los hoteles y lugares turísticos provocan que estos sean construidos en lugares incorrectos con sistemas de drenaje inadecuados, las malas prácticas turísticas que no controlan debidamente la migración de turistas al área de la cuenca y por último encontramos la falta de estrategias que garanticen la sostenibilidad del turismo para que no llegue a haber en cierto momento una sobrepoblación en el área debido al turismo.

Como parte del impacto que tiene la contaminación en el Lago de Atitlán, encontramos a la *Escherichia coli* que es una especie bacteriana la cual es el componente principal de la flora intestinal de los seres humanos y animales de sangre caliente. La especie predominante de un grupo de bacterias conocidas como coliformes fecal, *E. coli* se utiliza como organismo indicador de la contaminación fecal del agua efluente. (Amway, 2010) La *E.Coli* y los coliformes totales, llegan a los suelos, vegetales y semillas por medio de las heces fecales, que luego son drenadas al agua.

Las medidas de coliformes totales más altas son de las regiones norte, este y sur que reciben los desechos de Panajachel, Sololá, San Lucas y Santiago. Las coliformes totales suben durante la época lluviosa cuando se acarrean más sedimentos al Lago, ya que se encuentran especialmente en los suelos, semillas y vegetales lo cual indica también un alto grado de contaminación en los territorios que rodean el Lago. La *E. coli* es significativamente más alta en las regiones norte y este, derivado directamente del contacto con heces fecales de humanos y otros animales de sangre caliente (Castellanos E. y Girón N., 2009)

Los altos niveles de bacterias en puntos cercanos a los poblados alrededor del Lago no son observados en la región central, que es significativamente más baja. Esto es el resultado de factores como el efecto de dilución que es alto en el centro debido a la profundidad, el efecto esterilizante de la luz ultra violeta (UV) del sol que penetra las aguas superficiales y el efecto de la baja temperatura del agua, aunque también indica que los poblados son la principal fuente de contaminación. En puntos alejados a los poblados el agua puede considerarse potable por estar limpia bacteriológicamente; sin embargo el agua del Lago no debe ser consumida sin

tratamiento previo adecuado que incluya como mínimo aplicación de cloro o desinfectantes. (Castellanos E. y Girón N., 2009)

Otro de los impactos que genera la contaminación del agua del Lago no es de naturaleza tóxica, no existen grandes industrias en la cuenca del lago que puedan verter compuestos tóxicos, por el contrario, el agua promueve el crecimiento de algas verdes lo que muestra su potencial eutrofizante; provee nutrientes, en especial nitrógeno y fósforo (Castellanos E. y Girón N., 2009)

Los actores involucrados en esta problemática son varios, y sus roles también varían con respecto a la contaminación de la Cuenca del Lago de Atitlán. Uno de ellos es el Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB) que ha realizado, a través de la Dra. Margaret Dix mediciones de contaminación del agua en el lago desde 1974, lo que constituye la línea base para cualquier estudio actual sobre la problemática. El Dr. Edwin Castellanos y Nancy Girón retomaron las mediciones en la última década y fueron los encargados de realizar los estudios sobre la calidad del agua en el Lago de Atitlán. Fue esta institución la responsable de tener los niveles de coliformes totales, *E.coli*, niveles de toxicidad y de potencial eutrofizante. Estos estudios se realizaron dos veces al año, durante seis años en un período conformado entre el 2001 y 2006.

Como actores principales se pueden mencionar:

- **Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad de la Universidad del Valle de Guatemala (CEAB-UVG):** ha realizado, a través de la Dra. Margaret Dix mediciones de contaminación del agua en el lago desde 1974, lo que constituye la línea base para cualquier estudio actual sobre la problemática. El Dr. Edwin Castellanos y Nancy Girón retomaron las mediciones en la última década y fueron los encargados de realizar los estudios sobre la calidad del agua en el Lago de Atitlán. Fue esta institución la responsable de tener los niveles de coliformes totales, *E.coli*, niveles de toxicidad y de potencial eutrofizante. Estos estudios se realizaron dos veces al año, durante seis años en un período conformado entre el 2001 y 2006.
  
- **Centro de Estudios Atitlán de la Universidad del Valle de Guatemala (CEA-UVG):** creado a finales de 2009, ante la creciente contaminación que se acumulaba en el Lago de Atitlán.

Su finalidad es contribuir a la solución de los problemas de contaminación de la Cuenca del Lago de Atitlán por medio de la dirección de programas de investigación, educación y extensión.

- **The Nature Conservancy (TNC):** juega un rol importante en la realización de estudios, ya que los estudios realizados por el CEAB-UVG fueron apoyados por la TNC que es una organización reconocida mundialmente por realizar actividades de conservación del medio ambiente.
  
- **Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE):** es la autoridad cuyo fin específico es planificar, coordinar y ejecutar las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para conservar, preservar y resguardar el ecosistema del Lago de Atitlán y sus áreas circunvecinas.
  
- **Municipalidades:** son muy importantes ya que todos los alcaldes son responsables de los drenajes de las aguas negras de su municipio, de acuerdo al Código Municipal, debiendo utilizar sus recursos de manera óptima para poder implementar sistemas de drenaje efectivos y plantas de tratamiento de aguas residuales. También tienen que asegurarse que las personas que habitan su municipio, al igual que hoteles y negocios, contribuyan con sistemas para poder limpiar las aguas negras que actualmente van hacia el Lago.
  
- **Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN):** es el encargado por parte del sector público, al cual le corresponde proteger la Cuenca del Lago de Atitlán para que se desarrolle y pueda dar sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones. También controla la utilización racional de los recursos naturales, la protección y preservación de esta área.
  
- **Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS):** debe controlar que todas las aguas que tengan *E. coli* y coliformes sean debidamente cuidadas para evitar

contaminación, cólera y enfermedades similares que puedan afectar a la población que se abastece del agua obtenida del Lago.

- **Población:** tal vez el actor más importante de esta problemática, ya que la Constitución de la República responsabiliza a todo ciudadano del cuidado del ambiente. En este caso, cada persona que vive dentro del perímetro de la cuenca debe de estar consciente sobre su influencia en las aguas servidas al lago. Es por esto que cada persona dueña de vivienda, tiene que preocuparse porque sus aguas sean bien tratadas y no contaminen el ambiente. Pero por sobre todo, deben aprender a tener una cultura de limpieza que no afecte a grandes rasgos el medio ambiente donde viven.

**4. Plantas de tratamiento.** Una de las principales aplicaciones de la ingeniería civil es la planeación y realización de infraestructura. Enfocado en la solución a las problemáticas del Lago de Atitlán y principalmente a la contaminación y eutrofización, esta rama de la ingeniería propone sistemas de tratamiento de aguas residuales que pueden ser utilizados por los poblados alrededor del Lago. Se presentan los diferentes sistemas que podrían utilizarse, tomando en cuenta la necesidad de realizar las diferentes fases de tratamiento para tener agua apta para la reutilización y otros productos beneficiosos derivados de los procesos de tratamiento de agua residual.

Para evitar la contaminación continua por parte de los poblados alrededor del Lago y mitigar la eutrofización es necesario dar un tratamiento preliminar a las aguas servidas que actualmente son desechadas en el Lago. Este tratamiento se puede dar con infraestructura que está compuesta por diferentes sistemas (preliminares, primarios, secundarios y terciarios) que tienen como objetivo separar del agua residual los contaminantes físicos, químicos y biológicos adicionados después del uso humano. (E.Caballeros,2009)

- ***Aguas residuales- clasificación***

Las aguas residuales son aguas que han sufrido deterioro en sus características originales debido a la acción del ser humano. Son clasificadas como aguas residuales domésticas, industriales y municipales. Las aguas residuales domésticas son las que provienen de las viviendas o residencias, edificios comerciales e instituciones públicas y privadas, también se

incluyen aquí las aguas generadas por el turismo (hoteles, etc.) aunque cabe mencionar que estos en promedio utilizan tres veces más agua que en las viviendas o residencias; las aguas residuales industriales provienen de las industrias y son utilizadas para la manufactura de productos; y las aguas residuales municipales son los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una población. (E. Caballeros, 2009)

Es importante medir los siguientes parámetros para seleccionar el tipo de planta de tratamiento que se necesita:

En el agua, se busca el oxígeno disuelto que se encuentra en el agua y la cantidad de gases disueltos. Su medición sirve para caracterizar la contaminación del agua:

Para el oxígeno disuelto se utiliza la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) que es la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas. Los gases disueltos pueden ser el dióxido de carbono, nitrógeno, ácido sulfhídrico y fósforo.

En los sólidos se buscan desechos:

- Orgánicos: derivados de materia orgánica y tienen compuestos de carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno(C,H,O,N)
  - Inorgánicos: materia no comestible. Comprende desde arenas y gravas hasta basura y chatarra que de alguna manera entra a la planta de tratamiento por medio del agua residual.
  - Suspendidos: materia que se percibe a simple vista, se caracteriza por estar suspendida en el agua.
  - Disueltos: materia difícil de ver a simple vista. Se considera que en el agua residual existe 40% de sólidos orgánicos disueltos y 60% de sólidos inorgánicos disueltos en el agua.
  - Volátiles: sólidos orgánicos con punto de ebullición menor a 100°C
- (E. Caballeros, 2009) (Crites *et. Al.* 2000) (Trujillo,2007)

**a. Procesos de tratamiento** Los procesos de tratamiento están enfocados en la clasificación y las características del agua residual. Existen diferentes procesos

para reducir o eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos. Las aguas residuales provenientes de los poblados alrededor del Lago de Atitlán son de clasificación domésticas y municipales, que tienen predominantemente contaminantes físicos y biológicos.

Los procesos físicos de tratamiento eliminan sólidos de gran tamaño, sólidos sedimentables y sólidos flotantes. Son procesos son hidráulicos y mecánicos.

Los procesos biológicos de tratamiento procuran reproducir, en dispositivos racionalmente proyectados, los fenómenos biológicos observados en la naturaleza condicionándolos en área y tiempo económicamente factibles. Existen los aeróbicos y anaeróbicos en los que se eliminan los sólidos coloidales no sedimentables y estabiliza la materia orgánica, se eliminan nutrientes como nitrógeno y fósforo provenientes de áreas domésticas y agrícolas. La relación DBO/DQO que indica si el residuo es tratable o no de la siguiente manera:

DBO/DQO  $>0.60$  -> Residuo biológico tratable.

DBO/DQO:  $0.20-0.60$  -> Residuo biológico parcialmente tratable.

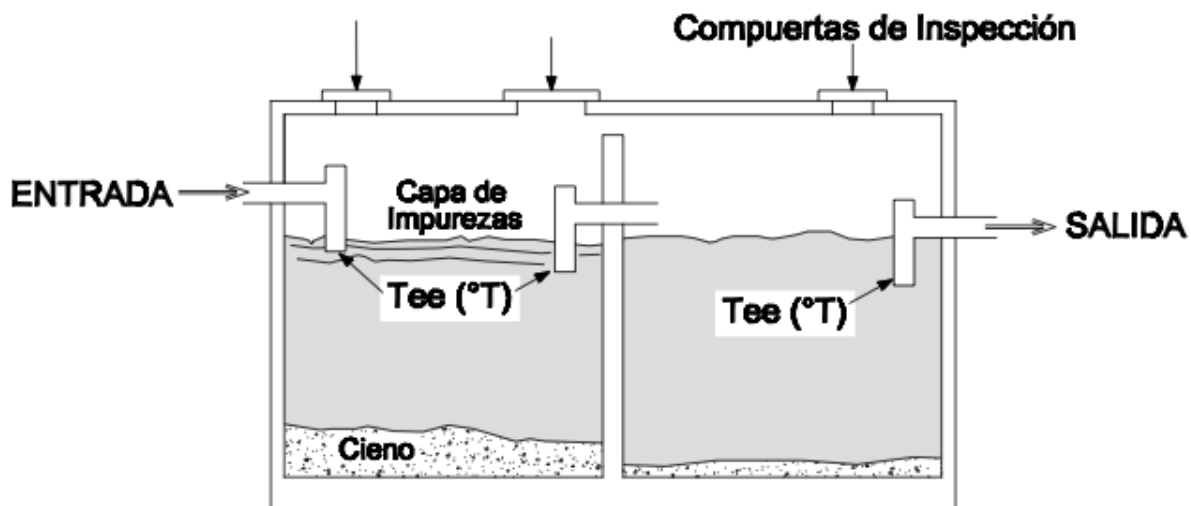
DBO/DQO  $< 0.20$  -> Residuo biológico no tratable (se debe utilizar proceso químico)

**b. *Etapas de tratamiento*** Existen diferentes etapas en el tratamiento de agua residual. Conforme avanza en las etapas, el agua reduce sus contaminantes hasta que llega a un estado en el que se puede reutilizar. Para obtener agua que se pueda reutilizar es necesario contar con un tratamiento preliminar, primario, secundario y terciario.

- **Tratamiento preliminar:** En el tratamiento preliminar se da la remoción de material inerte, material flotante y materiales de gran tamaño. Unidades que se utilizan:
  - Rejas de cribas o de barras
  - Desarenador
  - Desengrasador

- **Tratamiento primario:** En el tratamiento primario se da la remoción de sólidos suspendidos. Puede ser por medio de sedimentación, filtración, flotación, floculación y precipitación. Unidades que se utilizan:
  - **Fosa séptica:**
    - Tanque de una o dos cámaras cuya función principal es la eliminación de sólidos. Las condiciones son anaeróbicas, los sólidos se sedimentan (cieno) y las grasas y aceites flotan (natas)
    - El período de retención  $T_r = 18-36$  horas (24 horas)
    - Mantenimiento depende del diseño.
    - El efluente tiene condición séptica y se trata normalmente por infiltración al subsuelo.
    - No recomendado para aguas residuales industriales

**Imagen 1: Fosa Séptica**

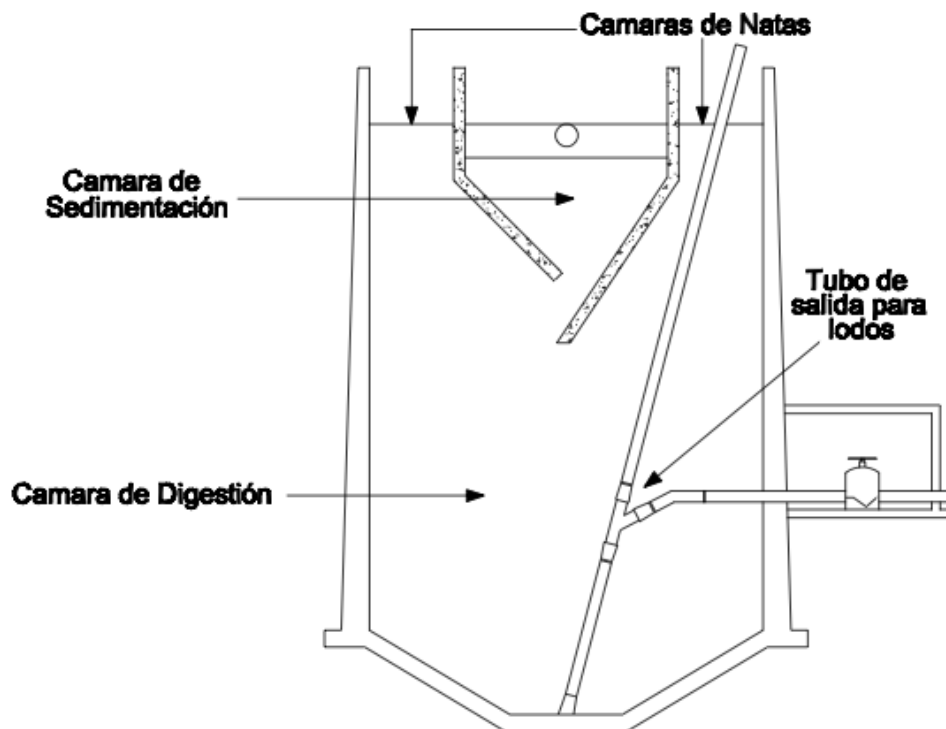


Fuente: E. Caballeros 2010

- **Tanque Imhoff:**
  - Los tanques Imhoff consisten en un tanque de dos pisos en el cual se da sedimentación, digestión y acumulación de lodos.
  - Para el tratamiento de aguas residuales de zonas residenciales

- Es posible ubicarlos en el tratamiento primario y/o secundario. Cumplen ambas funciones.
- Es importante tomar en cuenta el clima para el diseño del mismo.
- Tienen una zona de sedimentación, una zona de digestión y un dispositivo de remoción de lodos.
- Reducción DBO 30-50%
- Remoción sólidos sedimentables y material flotante de sólidos en suspensión: 50-70%
- Lodos con humedad de 90-95% con buenas características de secado.
- Pueden causar mal olor

**Imagen 2: Tanque Imhoff**

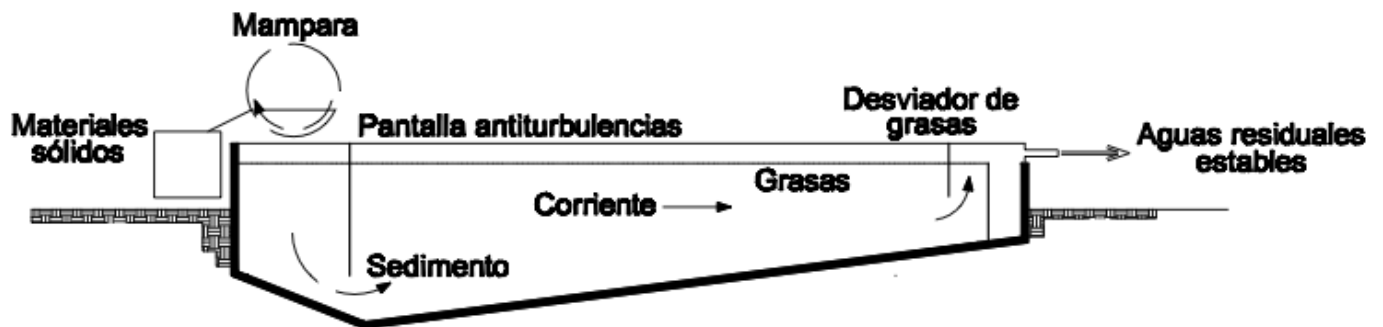


Fuente: E. Caballeros 2010

○ **Sedimentadores primarios:**

- El objetivo es concentrar y remover sólidos suspendidos orgánicos del agua residual. La sedimentación puede llevarse a cabo en tanques rectangulares alargados o en tanques circulares.
- El material orgánico es ligeramente más pesado que el agua y se sedimenta lentamente
- El proceso dura un intervalo de 1 a 2.5 m/h.
- Los materiales orgánicos más ligeros, principalmente grasas y aceites, flotan en la superficie y se deben desnatar.
- La remoción de sólidos suspendidos de sistemas bien operados debe estar alrededor del 50 al 60%

**Imagen 3: Sedimentador primario**



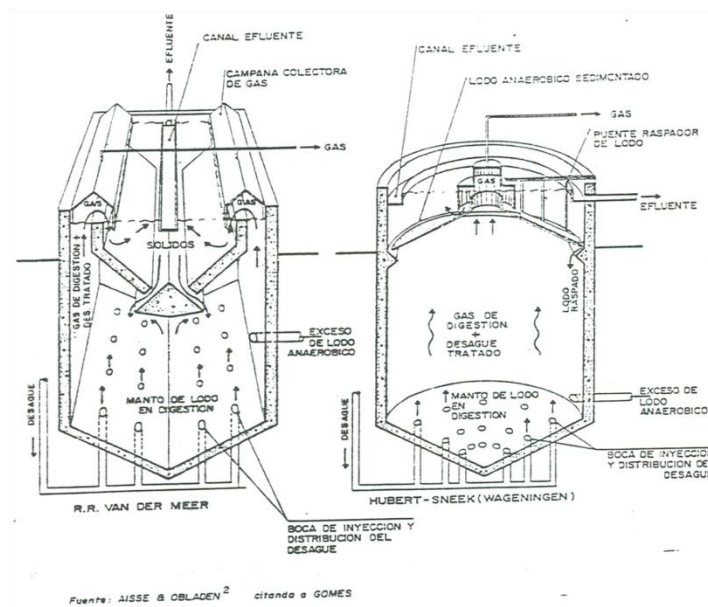
Fuente: E. Caballeros 2010

○ **Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA):**

- Reactor que en su proceso genera lodos granulares y gases.
- De suma importancia el mantenimiento continuo (difícil y con alto costo, pero compensado por los beneficios)
- Genera gases para uso como combustibles.

- Lodos en forma granular (alto uso en la agricultura)
- Se elimina el proceso de sedimentación
- Tratamiento previo debe ser de rejas y desarenador.
- Altura: 1.5m (aguas domésticas) y de 1.5-2m (aguas residuales orgánicas)
- Desventajas:
  - No se tienen buenas experiencias en Guatemala.
  - Difícil aplicación del proceso a desechos de baja concentración.
  - Procesos operativos que implican la necesidad de operación calificada para el control del proceso.

**Imagen 4: Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)**

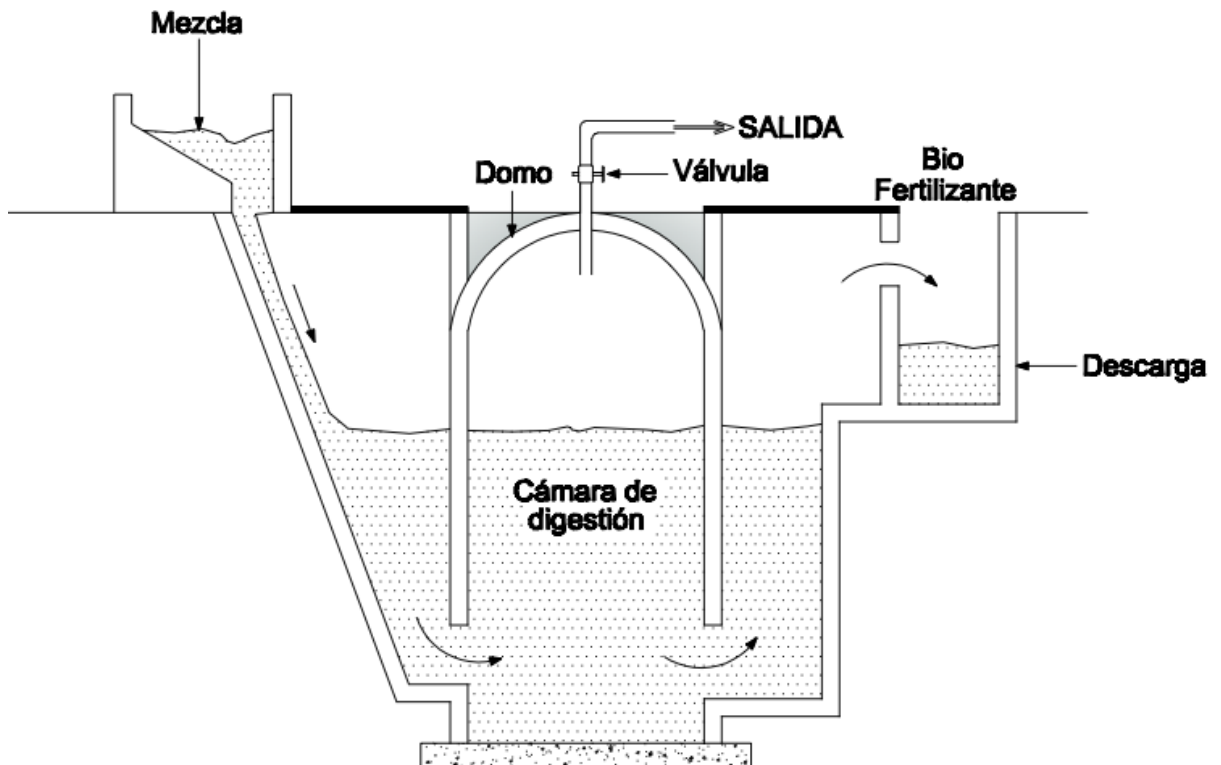


Fuente: E. Caballeros 2010

- **Tratamiento secundario:** En el tratamiento secundario se da la remoción de material coloidal y en suspensión. Se utilizan procesos biológicos en lo que se aprovecha la acción de los microorganismos presentes en las aguas residuales, que degradan la materia orgánica convirtiéndola en materia celular, productos inorgánicos o materia inerte.
  - Digestión anaerobia
    - No requieren aireación,.

- Ahorro en equipo, energía y mantenimiento.
- Requerimiento reducido de nutrientes
- Producto con alto valor energético ( $\text{CH}_4$ )
- Reducidos costos de operación y mantenimiento
- Posible a bajas temperaturas y en el intervalo termofílico
- Dificultad en control de procesos.
- Adaptación lenta a variaciones de alimentación.
- Necesidad de calentar el reactor
- Productos reducidos en el efluente.
- Lentitud en el inicio de operación.

**Imagen 5: Digestor anaerobio**

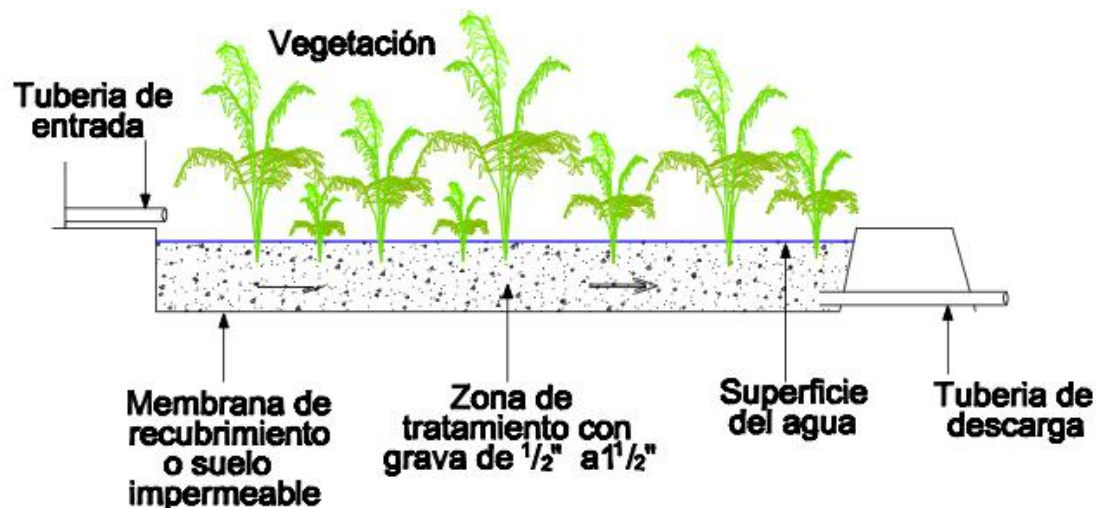


Fuente: E. Caballeros 2010

- Humedales
  - Tratamientos naturales para el tratamiento de aguas residuales.

- Tienen un gran potencial de autodepuración gracias a la vegetación, el suelo y la flora bacteriana que vive en ellos.
- Debe ser precedido por un tratamiento primario
  - Humedales naturales:
    - Se asemeja a las ciénagas porque utilizan especies herbáceas y no árboles o arbustos.
  - Humedales artificiales:
    - De superficie acuática libre: mayor parte del agua fluye sobre el sedimento y entre las partes de las plantas que están por encima del suelo
    - De flujo subsuperficial: diseñadas para conducir el agua a través del lecho del sistema para que entre en contacto con las raíces.

**Imagen 6: Humedales artificiales**

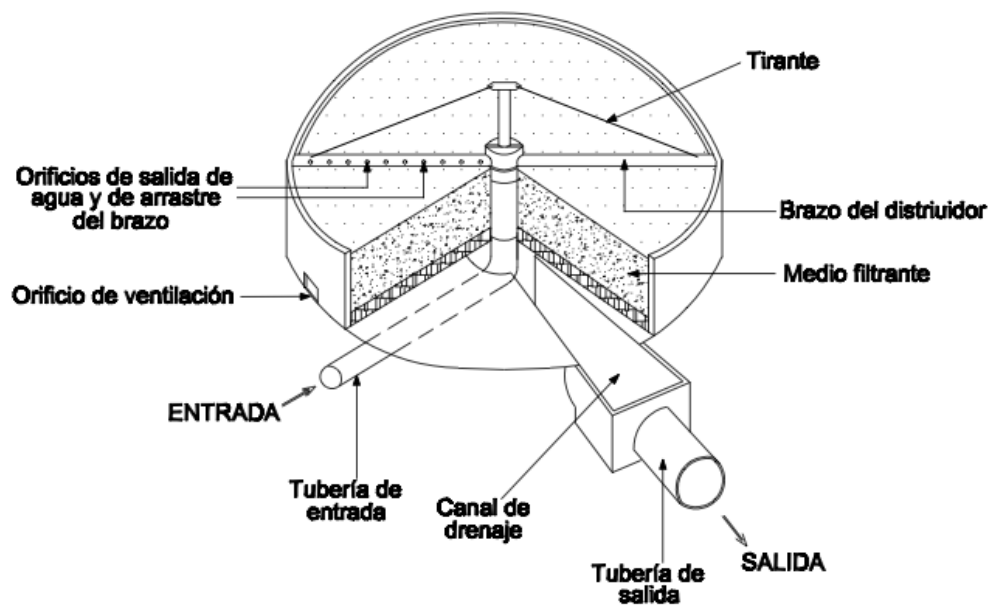


Fuente: E. Caballeros 2010

- Filtro percolador:
  - Ocurre proceso biológico aerobio, debe ingresar aire en la parte superior e inferior de la unidad.

- El tratamiento previo deben ser rejas, desarenadores y sedimentación primaria.
- Tratamiento posterior debe ser sedimentador secundario.
- Eficiencia: Sólidos sedimentables 90-100% y BDO 75-85%.
- Los medios filtrantes pueden ser envases plásticos reutilizados cortados y piedras.

**Imagen 7: Filtro percolador**



Fuente: E. Caballeros 2010

- Lodos activados
  - El lodo residual se estabiliza biológicamente en un reactor bajo condiciones aeróbicas.
  - El ambiente aeróbico se logra mediante el uso de aireación por medio de difusores o sistemas mecánicos.

- Los lodos se pueden oxidar y desnitrificar.
- **Tratamiento terciario:** Grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad física, química y biológica adecuada del agua para poder reutilizarla. Procesos:
  - Remoción de compuestos inorgánicos
    - Electrodialisis  
Extrae sustancias ionizadas disueltas en una disolución acuosa a través de membranas selectivas de intercambio iónico bajo la influencia de un campo eléctrico.
    - Osmosis inversa  
Utiliza una membrana semipermeable para separar y eliminar sólidos disueltos, productos orgánicos, pirogénicos, materia coloidal submicroscópica, virus y bacterias del agua.
    - Precipitación química  
Elimina iones que tengan la propiedad de reaccionar con otros para formar un compuesto poco soluble
  - Remoción de nutrientes (Nitrógeno)
    - Nitrificación- Desnitrificación  
La remoción convencional es por la oxidación biológica de amonio con oxígeno en nitrito, seguido por la oxidación de esos nitritos en nitratos.
    - Desgasificación
    - Cloración  
Desinfección de aguas mediante el empleo de cloro o compuestos clorados.
    - Intercambio iónico
  - Remoción de microorganismos
    - Cloración  
Desinfección de aguas mediante el empleo de cloro o compuestos clorados.

- **Ozonización**  
Agregar oxígeno al agua para lograr oxidación.
- **Rayos ultravioleta**  
Radiación electromagnética que puede eliminar toda clase de bacterias y virus sin dejar residuos.
- **Lagunas de maduración**  
Son clasificadas teniendo en cuenta la concentración de oxígeno disuelto (nivel de aerobividad) y la fuente que suministra el oxígeno necesario para la asimilación bacteriana de compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales.  
No es necesario el tratamiento primario ni secundario.  
Necesitan de mayor extensión de terreno para realizarlas.

(E. Caballeros, 2009) (Trujillo,2007) (*Crites et. AL*, 2000) (Ochoa,1996)

**c. Tratamiento de lodos.** El lodo resultante de los sistemas de tratamiento contiene en general 98% de agua. Se deben retirar de la corriente los sólidos suspendidos más pesados para permitir un tratamiento biológico más efectivo de los compuestos orgánicos que aún permanecen en ella.

En tanques sépticos, los lodos se procesan con un enfoque convencional que incluye sedimentación primaria, tratamiento biológico, filtración del efluente y desinfección. El lodo producido se deshidrata para fabricar composta.

El compostaje es la estabilización de los desechos orgánicos a través de la descomposición biológica aerobia. Los tipos diferentes de compostaje incluyen dos métodos al aire libre: con volteo y con pilas estáticas para compostaje y cerrado para compostaje mecánico. El lodo debe deshidratarse antes de iniciar el proceso. Es necesaria la retención de sólidos de 30 a 40 días para estabilización de 18 a 29°C.

En lagunas, la aplicación de los lodos es directa en el terreno, por el método de irrigación o por infiltración (más lenta).

(E. Caballeros, 2009) (*Crites et. AL*, 2000) (Trujillo,2007) (CSIC,2004)

**d. Plantas de tratamiento: aplicación a problemáticas.** A continuación se presenta la aplicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales a las demás problemáticas tratadas. Se toman en cuenta consideraciones y aspectos en los que las plantas de tratamiento pueden mitigar los efectos negativos de las principales problemáticas del Lago.

- **Vulnerabilidad.** Los impactos de los desastres naturales cada vez son mayores y más complejos, no porque los fenómenos aumenten en magnitud y frecuencia, sino porque la población y las estructuras en riesgo aumentan. Muchas situaciones de vulnerabilidad pueden mejorarse con poco esfuerzo y bajos costos, otras requieren estudios especializados e inversiones cuantiosas, pero son justificadas económicamente a largo plazo. Es de suma importancia realizar mantenimiento preventivo y correctivo rutinariamente. (OPS,1996)

Dentro de la estrategia de operación y mantenimiento de los servicios que brindará el sistema de tratamiento de aguas residuales se debe preparar, en conjunto con la estrategia de operación y mantenimiento, planes de mitigación y de emergencia dirigidos a disminuir la vulnerabilidad de los sistemas y dar respuesta al impacto una vez ocurrida la amenaza. Estos deben definir las medidas necesarias para minimizar el impacto de las amenazas, que en el caso de Atitlán son las tormentas tropicales, deslizamientos, inundaciones, heladas y sismos. También definir los procedimientos, instructivos e información necesaria para movilizar los recursos existentes cuando se presente el impacto de una amenaza. (OPS,1996)

Para un sistema de tratamiento de aguas residuales en mitigación a las amenazas se deben realizar reforzamientos, estudios detallados de cimentaciones y estructuras.

El análisis de vulnerabilidad debe cumplir dos objetivos básicos:

- Las medidas que incluirá el plan de mitigación: construcción, refuerzo, etc.
- Los procedimientos para elaborar el plan de emergencia.

El plan de emergencia que debe contener los siguientes aspectos:

- **Listado de amenazas a las que se es vulnerable:** Tormentas tropicales, deslizamientos, inundaciones, heladas, sismos, etc.
- **Relación con el plan nacional:** Coordinar con la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)
- **Descripción y funcionamiento del sistema:** Se debe contar con un documento formal que contenga las diferentes partes del sistema y su funcionamiento.
- **Fuentes alternas de abastecimiento y evacuación de las aguas residuales:** Se debe buscar fuentes alternas para la evacuación de aguas residuales para no contaminar el cuerpo de agua receptor.
- **Procedimientos para las operaciones en situaciones de emergencia:** Documento formal que contenga los procedimientos en situaciones de emergencia.
- **Procedimientos de inspección luego de una emergencia:** Documento formal que contenga los procedimientos de inspección después de las situaciones de emergencia.
- **Manejo de fondos:** Se debe tener previsto un presupuesto para la reparación después de una emergencia.

(OPS,1996)

- **Agricultura.** La contaminación provocada debido a los desechos que mueve el agua en la industria de la agricultura es clasificada como agua residual agroindustrial. Se debe evitar que llegue al lago y se puede hacer creando sistemas de recolección en los cultivos y beneficios. Se puede aprovechar la topografía inclinada y se debe dar un tratamiento biológico y químico al agua.

Los lodos resultantes de los procesos de tratamiento de aguas residuales pueden utilizarse al suelo con fines agrícolas son de beneficio en los siguientes puntos de vista según la Nuclear Regulatory Commission de Estados Unidos:

- La materia orgánica mejora la estructura del suelo, la tierra cultivable, la capacidad de retención del agua, la infiltración del agua y la aireación del suelo.

- Los macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) ayudan en el crecimiento vegetal, así como los micronutrientes (hierro, manganeso, cobre, cromo, selenio y zinc)
- La material orgánica contribuye a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, permitiéndole retener el potasio, el calcio y el magnesio. La presencia de la materia orgánica mejora la diversidad biológica del suelo y hace que los nutrientes estén más disponibles para las plantas.

Puede darse en la silvicultura y en la recuperación de suelos como los de actividades extractivas de minería.

(Crites et Al, 2000)

**e. Reutilización de agua** Existen dos alternativas para la reutilización local de aguas residuales: Irrigación por goteo e irrigación por aspersión.

- **La irrigación por goteo:** es para usos superficiales y subsuperficiales. Es posible utilizar efluentes de filtros de arena y otros fluentes de alta calidad para la irrigación de jardines y otros cultivos. Es necesario clorar periódicamente la tubería de goteo para prevenir crecimientos que puedan taponar las líneas de distribución y los goteros.
- **La irrigación por aspersión:** es un sistema de disposición *in situ* y es utilizado en áreas donde la densidad de viviendas es baja y otras alternativas menos costosas no son apropiadas. Debe tener un caudal que exceda los 4 galones/minuto para poder operar los aspersores más simples. Es más conveniente para la disposición de aguas residuales provenientes de instalaciones industriales, comerciales o institucionales. (Crites et Al. , 2000)

Existen criterios realizados por “The partnership for Global Sustainable Tourism” (Asociación para el Turismo Sostenible en el Mundo) y la Organización Mundial del Turismo para cumplir con las metas del milenio de las Naciones Unidas. Con estos criterios, se trata de llegar a un entendimiento común de turismo sostenible y servir como una línea base mínima que

cualquier negocio turístico debería aspirar a alcanzar. Los criterios cubren el siguiente lineamiento con respecto a las aguas residuales (Inciso D):

- Maximizar los beneficios para el medio ambiente y minimizar los impactos negativos.
  - Las aguas residuales deben ser tratadas y reutilizadas cuando sea posible.
  - El negocio de turismo debe implementar practicas para reducir la contaminación al medio ambiente. (UNWTO,2010)

**f. Plantas de tratamiento: Guía para la selección** En la selección de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, es de suma importancia tomar en cuenta las siguientes variables:

- **Cantidad de agua a tratar:** Es de suma importancia identificar las posibles fuentes de agua y realizar aforos para calcular su caudal. Para el diseño, tomar en cuenta la precipitación promedio en los últimos 20 años.
- **Calidad de agua:** Al identificar las fuentes de agua, se deben realizar estudios y mediciones de agentes físicos, químicos y biológicos en aguas residuales a tratar y en el cuerpo de agua receptor. Determinar la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los sólidos presentes.
- **Identificar presupuesto económico disponible.**
- **Tomar en cuenta las leyes y normas vigentes:**
  - Decreto 68-86: Protección y mejoramiento del medio ambiente
  - Acuerdo gubernativo 236-06: Reglamento de las descargas y reutilización de aguas residuales y de la disposición de lodos.
  - Código municipal

- **Área disponible (topografía, superficie):** Se debe tomar en cuenta el tamaño de la planta de tratamiento y el espacio disponible. Dentro de los sistemas, existen algunos que tienen especificaciones de topografía que no se pueden realizar en la cuenca del lago.
- **Acceso a energía eléctrica o generación de energía:** Los sistemas mecánicos y anaerobios necesitan de una fuente de energía que no siempre está disponible.
- **Aspectos de construcción:** Se debe tomar en cuenta la facilidad de construcción del sistema, el movimiento de tierras, la obra civil y el equipo necesario.
- **Operación y mantenimiento:** Es de suma importancia tener en cuenta que todas las plantas de tratamiento de aguas residuales necesitan un mantenimiento periódico. El personal que opera y realiza mantenimiento, así como la dificultad de sus tareas, varía dependiendo del sistema de tratamiento a utilizar. También es importante tomar en cuenta el funcionamiento de la planta para poder operarla y planificar el mantenimiento necesario de acuerdo a las necesidades de la planta de tratamiento.
- **Estabilidad a la temperatura:** Las plantas de tratamiento deben ser diseñadas de acuerdo a parámetros de temperatura de la zona. No es el mismo para los diferentes tipos de clima.
- **Impacto ambiental:** Se debe realizar un estudio del impacto que tendrá la planta de tratamiento en sus alrededores. Algunas plantas de tratamiento producen mal olor debido a los procesos que se llevan a cabo.
- **Lodos resultantes:** Es importante tomar en cuenta como se dispondrán los lodos resultantes de la limpieza del agua residual. En muchos casos se realiza un tratamiento más para poder ser reutilizados como abono. En todo caso, debe seguir la normativa vigente. (E.Caballeros, 2009)(Crites *et. Al*, 2000)

La siguiente lista tiene como objetivo guiar a las personas que tomarán la decisión de construir sistemas de tratamiento de aguas residuales en aspectos que se deben tomar en cuenta para escoger la mejor solución. Se debe suministrar información concreta de la manera en la que se planificó de acuerdo a las características únicas de cada lugar:

**Variables de Selección**  
Sistema de Tratamiento: \_\_\_\_\_

<b>Agua a Tratar</b>	
Cantidad	<input type="checkbox"/>
Calidad	<input type="checkbox"/>
<b>Área Necesaria</b>	
Superficie	<input type="checkbox"/>
Topografía	<input type="checkbox"/>
<b>Aspectos de Construcción</b>	
Movimiento de tierras	<input type="checkbox"/>
Equipo	<input type="checkbox"/>
Obra Civil	<input type="checkbox"/>
<b>Operación y Mantenimiento</b>	
Funcionamiento	<input type="checkbox"/>
Personal necesario	<input type="checkbox"/>
Duración del control	<input type="checkbox"/>
Frecuencia del Control	<input type="checkbox"/>
<b>Impacto Ambiental</b>	
Olores	<input type="checkbox"/>
Ruidos	<input type="checkbox"/>
Vectores	<input type="checkbox"/>
Integración con el entorno	<input type="checkbox"/>
Riesgos a la salud	<input type="checkbox"/>
Efectos en el Suelo	<input type="checkbox"/>
<b>Producción de Lodos</b>	
Reutilización	<input type="checkbox"/>

**5. Síntesis.** Las estrategias de mejora pueden ser varias. Como se menciona anteriormente en el trabajo, hay diferentes estrategias y propuestas de mejora para combatir las diferentes problemáticas sobre el manejo de riesgos, ordenamiento territorial, agricultura y

turismo. Además de todas estas propuestas y estrategias también existen más propuestas de mejora.

Es de vital importancia inculcar y empezar a crear cultura de conciencia ambiental dentro la población que habita alrededor de la cuenca, ya que de esta manera se crearán mentes más conscientes del impacto negativo que tiene la contaminación del lago hacia ellos mismos. Esta misma conciencia, por consecuencia, provocará el uso de mejores prácticas a todo nivel en el estilo de vida de la población, lo cual afectaría favorablemente al Lago de Atitlán ya que se reduciría la contaminación.

También juega un rol protagónico la coordinación institucional. Esta coordinación se puede dar a partir del refuerzo de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE), para que pueda regular las actividades de los principales actores que velan por el bienestar del lago, como lo son los COCODES, COMUDES, municipalidades, gobierno, iniciativa privada e instituciones educativas (ver anexo: actores). Al llegar a un consenso todas las instituciones involucradas, además de fomentar la mejora de un orden y unión de fuerzas para poder accionar a la limpieza del lago, también esto conllevará a una mejora de controles y de normativas que permitirán el mantenimiento de una Cuenca del Lago de Atitlán más limpia y sostenible.

Las aguas residuales domiciliarias provenientes de los poblados alrededor del Lago son ricas en nutrientes y contaminantes que provocan y aceleran la eutrofización. Las plantas de tratamiento de aguas residuales eliminan los nutrientes y contaminantes del agua y la retornan apta para su reutilización. También genera como producto lodos que al estabilizarlos pueden ser utilizados como fertilizantes para la agricultura.

Se les recomienda a las autoridades competentes la realización de infraestructura en plantas de tratamiento de aguas residuales. Éstas deben tener sistemas primarios, secundarios y terciarios para eliminar la mayor cantidad de nutrientes del agua y poder reutilizarla en agricultura, darle uso doméstico y turístico para no devolverla a algún efluente de la Cuenca o al Lago.

En la toma de decisión para la construcción de plantas de tratamiento, se debe tomar en cuenta que todos los sistemas de tratamiento de aguas residuales necesitan mantenimiento, el cual será definido por el diseñador encargado del proyecto. La topografía del terreno influye mucho en el sistema que se puede construir debido a que algunos sistemas necesitan de una mayor extensión que otros, pero no significa que no se pueda emplear la solución, únicamente se debe transportar el agua hacia un lugar indicado para su tratamiento, que de igual manera ayudará para la reutilización.

## **IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este trabajo se ha contextualizado la situación actual de la cuenca del Lago de Atitlán, en base a cuatro marcos que engloban la realidad del área de estudio. Los marcos contextuales analizados son: geográficos, históricos, sociales y legales. Así mismo, se resumieron las principales problemáticas (agricultura, turismo, ordenamiento territorial, manejo de riesgos, contaminación y eutrofización) para plantear una propuesta de mejora desde la perspectiva de la ingeniería civil.

Se establecieron las bases de pre ingeniería para futuros proyectos de saneamiento involucrados en la mitigación de la eutrofización del Lago de Atitlán. Con esto, el principal logro del trabajo fue la recopilación y unificación de la información disponible en entidades, tanto públicas como privadas, relacionadas con la cuenca.

El Lago de Atitlán está en un proceso acelerado de eutrofización debido a los desechos de las actividades humanas y naturales en la cuenca que no han sido tratados adecuadamente. Las principales causas socioeconómicas de la eutrofización en la Cuenca del Lago de Atitlán son la combinación de actividades desregularizadas de agricultura y turismo. Por esta razón se hace una propuesta de solución de sistemas de tratamiento de agua residual para estas actividades.

La agricultura representa el principal medio de sustento para los habitantes de la cuenca. Sin embargo, la mayoría de personas emplea malas prácticas de agricultura, afectando el suelo de la cuenca y en consecuencia a las corrientes de agua naturales que desembocan en el lago. Estas malas prácticas continúan llevándose a cabo ya que las personas en este sector no están conscientes del daño que causan al medio ambiente debido a falta de información.

Los puntos de mayor concentración turística son el municipio de Chichicastenango y el departamento de Sololá. La falta de directrices para el desarrollo de actividades comerciales turísticas genera negligencia por parte del sector hotelero y empresarial en temas de conciencia

ecológica, por lo cual, con el objetivo de lucrar a partir del turismo, la integridad del Lago y el entorno ambiental en general se ve afectada. Las estrategias y prácticas turísticas que aseguren la sostenibilidad de las actividades de turismo son débiles debido a la explotación desmedida y descontrolada de los recursos naturales del lugar.

Una posible solución para las problemáticas de agricultura y turismo, es el mejoramiento y ejecución del Plan Estratégico Territorial (PET) existente. Actualmente existe una iniciativa para llevarlo a cabo, sin embargo, ha hecho falta una buena coordinación, interés y apoyo de los entes involucrados: SEGEPLAN y Organizaciones Municipales. El principal aporte del PET es que mediante su aplicación se logra reducir la cantidad de personas que habitan en lugares de riesgo. Adicionalmente se mejora el manejo de desechos porque se desarrollarían proyectos habitacionales con una red eficaz de alcantarillado, drenajes y sistemas de tratamiento de aguas residuales que mitiguen el impacto de la contaminación de la cuenca y eutrofización del Lago Atitlán.

Adicionalmente, en el análisis hecho en el presente trabajo, expone las principales causas de la eutrofización del Lago de Atitlán. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales son el aporte para la solución de la problemática de contaminación y eutrofización propuesta por la rama de ingeniería civil. Este trabajo permite y abre la posibilidad que otras disciplinas se involucren de forma integral para aportar soluciones en busca del saneamiento de la cuenca. La biología y su aporte en el análisis de microbacterias, la sociología y el estudio del comportamiento de las sociedades que rodean el Lago, la Antropología y su estudio del ser humano en el tiempo, la ingeniería química y su estudio en la composición en los materiales usados en la agricultura para que no sean contaminantes, la política y el manejo y cumplimiento de leyes y reglamentos que protegen el medio ambiente, el ecoturismo y su estudio sobre el desarrollo de turismo sostenible, la economía y su estudio sobre el impacto del turismo y la agricultura en la actividad económica, la ingeniería agrónoma y su manejo adecuado de cultivos, etc. Una vez se pueda llegar a la integración de soluciones propuestas por las diferentes disciplinas, se podrá crear una propuesta viable para solucionar la contaminación y eutrofización que rodean la cuenca y el Lago.

Con el fin de mantener en línea los estudios del CEAB y los futuros estudios del Centro de Estudios Atitlán se propone que el presente trabajo también funcione como una guía del contexto actual de la Cuenca bajo el cual se desarrollarán los distintos proyectos de la Universidad.

Luego de la investigación, recopilación y depuración de diversas fuentes bibliográficas se puede concluir que esta base de datos contiene la información más actualizada y confiable con respecto a los temas estudiados.

## Bibliografía

1. Área de Salud, Sololá, 2002
2. Castellanos, E; Girón, N. 2003. *Calidad Microbiológica del Agua del Lago de Atitlán para los Años 2001-2006*. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala. 19 ed. 36- 44.
3. *Contaminación*. Enciclopedia Hispánica. 1ª. ed. Estados Unidos de América. EnciclopediaBritanicaPublishers, Inc. 1991.
4. Cardona, Karla. 2002. *Arqueología, etnohistoria y conflictos de tierra en la región sur del lago de Atitlán, Guatemala*. Tesis Universidad del Valle.
5. *Cultivo de verduras y Hortalizas*. Botánica en línea. <http://www.botanical-online.com/cultivodeverdurasyhortalizas.htm> (consultado 27 de mayo, 4:30 p.m)
6. Crites, Ron; Tchobanoglous, George. 2000 *Tratamiento de Aguas Residuales*. McGraw- Hill Interamericana
7. *Diccionario de la lengua española*. 2001. Real Academia Española de la Lengua. 22ª ed. Madrid. Real Academia Española
8. Dinámica de cobertura Forestal. *INAB, CONAP, UVG, 2001 Resultados de dinámica de cobertura forestal*.
9. Dirección General de Recursos Hídricos. Gobierno de las Islas Baleares, España. 25 de abril de 2010.  
<http://dma.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?mkey=M0808011112185729323&lang=ES&cont=6442>
10. Dix, M., O. Medinilla. y E. Castellanos. 2003. < *Diagnóstico ecológico-social en la cuenca de Atitlán*>. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala/TheNatureConservancy, Guatemala. 139 páginas.
11. *Ecoturismo en el lado suroeste del Lago de Atitlán*.2003. Universidad del Valle de Guatemala (UVG), Asociación Patronato Vivamos Mejor, Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP), The Nature Conservancy (TNC) . 77págs.
12. Entrevista Ingeniero Estuardo Caballeros. Agosto 2010.

13. Entrevista Directivos Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED). 2010.
14. Entrevista Directivos Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). 2010.
15. Estadística de Turismo 2005. Instituto Guatemalteco de Turismo. Boletín Anual No.34.
16. Estadística de Turismo 2006. Instituto Guatemalteco de Turismo. Boletín Anual No.35.
17. Estadística de Turismo 2008. Instituto Guatemalteco de Turismo. Boletín Anual No.37.
18. Estadísticas de Turismo 2007. Instituto Guatemalteco de Turismo. Boletín Anual No.36.
19. Estadísticas de Turismo. Primer trimestre 2010. Instituto Guatemalteco de Turismo.
20. Guatemala. 1986. Decreto 68-86. *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. Congreso de la República 14 páginas.
21. Guatemala. 1989. Decreto 4-89. *Ley de Áreas Protegidas*. Congreso de la República. Guatemala, 24 páginas.
22. Guatemala. 1993. Artículo 97. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala, Congreso de la República. 76 páginas.
23. Guatemala. 2002. Decreto 11-2002. *Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural*. Guatemala, Congreso de la República. 14 páginas.
24. Guatemala. 2002. Decreto 12-2002. *Código Municipal*. Guatemala, Congreso de la República. 48 páginas.
25. Guatemala. 2002. Decreto 14-2002. *Ley General de Descentralización*. Guatemala, Congreso de la República. 7 páginas.
26. Guatemala. 2005. Acuerdo Gubernativo No. 111-2005. *Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos*. Guatemala, Presidente de la República. 28 páginas.
27. Guatemala. 2006. Acuerdo Gubernativo No. 236-2006. *Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos*. Guatemala, Presidente de la República. 24 páginas.
28. Guatemala. 2008. Acuerdo Gubernativo No. 204-2008. *Creación Gabinete Específico del Agua*. Guatemala, Consejo de Ministros. 6 páginas

29. Guatemala. 2007. Consejo Nacional de Areas Protegidas CONAP. *Plan maestro de la reserva de uso múltiple cuenca del Lago de Atitlán 2007-2011*. Guatemala, 266 páginas
30. Guatemala, 2008. Cámara de Turismo de Guatemala (CAMTUR). *Política Nacional para el desarrollo turístico sostenible de Guatemala 2004 – 2014*. Guatemala. 88 págs.
31. Guatemala. 2000. Consejo Nacional de áreas protegidas (CONAP). *Política sobre la actividad turística en áreas protegidas*. Documentos de normas y procedimientos. Guatemala. 38 págs.
32. Green.Facts.Eutrofización. <http://www.greenfacts.org/es/glosario/def/eutrofizacion.htm> (consulta 25 de abril de 2010)
33. *Humedales artificiales, una opción para tratar aguas residuales de poblaciones pequeñas*. 2004. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Gobierno de España. <http://www.dicat.csic.es/rdcsic/rdqu19esp.htm> (consulta 26 de agosto de 2010)
34. INE, XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación (CENSO 2002)
35. Instituto Guatemalteco de turismo (INGUAT). 2010. Altiplano, cultura maya viva: Chichicastenango, Quiché. En:  
[http://www.visitguatemala.com/web/index.php?option=com\\_content&task=view&id=249&Itemid=443](http://www.visitguatemala.com/web/index.php?option=com_content&task=view&id=249&Itemid=443)
36. Martínez Melgar, D. 2002. *Política Nacional de Ecoturismo en el marco de la estrategia Nacional de turismo*. Instituto guatemalteco de Turismo (INGUAT). Programa de Fortalecimiento Institucional en Políticas Ambientales. Guatemala. 42 págs.
37. Martínez Melgar, D. S.; Pérez, A. Bedregal; G, Alfaro. 2009. *Manual para la Autogestión Sostenible del Turismo Comunitario*. Unión Mundial para la Protección de la Naturaleza. Guatemala. 76 págs.
38. Mecanismo de Intercambio de Información de Biodiversidad en Guatemala. *Manejo Forestal*. Consultado 18 de abril de 2010. <http://gt.chm-cbd.net/informacion/manejo-forestal>

39. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Atlas Temático. Guatemala. Mapas. 2005.
40. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Recursos Naturales. Guatemala. Mapas. 2005
41. Moir, Miguel. Dirección de Planificación y Estrategia Territorial - Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN. Foro Regional de Ordenamiento Territorial. "Proceso de Ordenamiento y Desarrollo Territorial en Guatemala" Disponible en: [http://foro-odt.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15%catid=2&Itemid=4](http://foro-odt.com/index.php?option=com_content&view=article&id=15%catid=2&Itemid=4) (Consultado el 29 de abril de 2010)
42. Morales, R. et al. 2008. *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión: municipio de Panajachel*. Guatemala. 849págs
43. *Ordenamiento Territorial*. Departamento nacional de Planeación. [http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Programas/DesarrolloTerritorial/Ordenamiento y DesarrolloTerritorial/OrdenamientoTerritorial/tabid/274/Default.aspx](http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Programas/DesarrolloTerritorial/Ordenamiento_y_DesarrolloTerritorial/OrdenamientoTerritorial/tabid/274/Default.aspx) (Consultado el 29 de abril de 2010)
44. Ochoa, Jose Ramón 1996. *Electrosíntesis y electrodiálisis : fundamentos, aplicaciones tecnológicas y tendencias*. McGraw Hill / Interamericana de España, S.A
45. Oficina de Derechos Humanos del Arzobispado de Guatemala. Guatemala Nunca Más (Versión Resumida). España 1998. 407 páginas.
46. Organización Café Red. "Cultivo de Café". Disponible en: <http://www.redcafe.org/cultivo.htm> (Consultado 27 de mayo, 3:15 p.m.)
47. Organización Mundial de la Salud. (OMS) Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *Guía para la elaboración del análisis de vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario*. Lima, Perú. 1996
48. Organización Mundial del Turismo (UNWTO). Consulta 20 de agosto de 2010. Disponible en: [http://www.unwto.org/index\\_s.php](http://www.unwto.org/index_s.php)
49. *Perfil socioambiental de la región sur occidente*. 2003. Centro de Estudios Ambientales. Universidad del Valle de Guatemala

50. Pérez, Noarys; Díaz, MSc; Castillo M; Carballo, Leila; José, Veliz. 2006. *“Impacto ambiental en el cultivo y procesamiento del café y su repercusión social.”* Universidad de Pinar del Río; Departamento de Química. Pinar del Río, Cuba
51. *Plan Estratégico Territorial de la Cuenca de Atitlán*. Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN. Noviembre 2006.
52. *Proyecto Final de Ing. Sanitaria*. Gabriel Díaz, Alejandra Marroquín, María Rocío Torres. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. 2009.
53. *Producto Interno Bruto por Actividades Económicas*. 2005. Banco de Guatemala
54. Red de turismo comunitario de América Latina (REDTURS). 2007. Asociación de guías de ecoturismo Rupalaj K’istalin San Juan de la Laguna (Sololá) y Turicentro Corazón del Bosque. Visita en [http://www.redturs.org/nuevas/articulo.php?ar\\_codigo=504&ca\\_codigo=32&ca\\_padre=](http://www.redturs.org/nuevas/articulo.php?ar_codigo=504&ca_codigo=32&ca_padre=)
55. Rivas, J., E. Secaira & Cornejo, J. 2005. *II simposium internacional: Oreophasis derbianus*. Guatemala. 83págs.
56. Scientific Electronic Library – Venezuela. Consulta 23 de agosto de 2010. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve>
57. SEGEPLAN, Caracterización del Departamento de Sololá, Junio 2008
58. SEGEPLAN, Estrategia de reducción de la pobreza, 2003
59. SEGEPLAN, Indicadores básicos MSPAS, 2002
60. SEGEPLAN, Plan de Desarrollo Municipal, 2008
61. Servicio de información municipal, *Medio Ambiente Sololá*, 2008.  
[www.inforpressca.com/municipal](http://www.inforpressca.com/municipal).
62. SIGAP. Listado de áreas protegidas. 23 de abril 2009.  
<http://conap.gob.gt:7778/conap/areas-protegidas/sigap/listado-areas-protegidas>.
63. Sánchez, E. 2002. *Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina, Realidad y Potencial, Caso Sololá*. , Convenio IDRC – OPS/HEP/CEPIS. 42 págs.

64. *Tratamiento Primario de Aguas Residuales*. Cámara Panameña de la Construcción.  
[http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca\\_virtual/doc003/CAPITULO11.pdf](http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc003/CAPITULO11.pdf)  
(consultado 20 de agosto de 2010).
65. Universidad Autónoma del Estado de México. Disponible en  
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/724/72440508.pdf>. (consulta 26 de agosto de 2010)