

# DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ATITLÁN: PROYECTO VOLCANES DE ATITLÁN



Diciembre, 2002

# DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ATITLÁN: PROYECTO VOLCANES DE ATITLÁN

Universidad del Valle de Guatemala – UVG  
Asociación Patronato Vivamos Mejor  
Consejo Nacional de Áreas Protegidas - CONAP  
The Nature Conservancy – TNC

**Elaborado por :**

Dr. Edwin Castellanos  
Nancy Girón de Masaya, M.Sc.  
Lic. Maricruz Álvarez de Mejía  
Lic. María Beatriz López  
Mercedes España  
Universidad del Valle de Guatemala

**Revisado por:**

John Beavers  
The Nature Conservancy

**Fotografía:**

Luis Delgado  
Universidad del Valle de Guatemala

**Con la colaboración técnica de:**

The Nature Conservancy  
Programa Guatemala  
Acuerdo Cooperativo USAID – TNC  
#EDG-A-00-01-00023-00

**INFOM**

Asociación Amigos del Lago  
AMSCLAE  
Servicios y Productos Ambientales (SEPPRA)  
Programa de Química Analítica Ambiental, UVG  
Unidad de Entrenamiento en Entomología Médica y  
Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC)

**Con el apoyo financiero de:**

The United States Agency for International Development - USAID

**Por medio del:**

Programa Parques en Peligro – Proyecto Volcanes de Atitlán



## RESUMEN

La Universidad del Valle de Guatemala (UVG) tiene el compromiso de apoyar el proceso de desarrollo sustentable de la cuenca del lago de Atitlán y sus alrededores, dado que el ecosistema como tal, la belleza natural y riqueza cultural de esta región se han visto influenciados, y hasta amenazados, por las diversas actividades humanas que se realizan en sus alrededores y que han incrementado considerablemente en años recientes. En apoyo a la iniciativa de saneamiento ambiental de esta región, la UVG ha iniciado un esfuerzo integral de monitoreo de la calidad de agua del lago con el fin de obtener un diagnóstico de su situación actual. Actualmente el monitoreo de calidad de agua se enmarca en el Proyecto Volcanes de Atitlán, coordinado por la organización The Nature Conservancy (TNC) y con financiamiento de la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (AID).

Varios grupos de investigación de la UVG se han involucrado en el análisis de muestras de agua de diferentes puntos del lago tomadas tanto en época seca como en época lluviosa durante los años 2001 y 2002. Los puntos de muestreo fueron seleccionados basándose en muestreos previos hechos por C. Weiss en 1968 y por la Asociación Patronato Vivamos Mejor en 1999; los esquemas de muestreo de estos trabajos fueron ampliados para incluir muestras en áreas del centro del lago y en algunas riberas alejadas de sitios poblados.

En cada punto de muestreo se tomaron varias medidas *in situ* de parámetros físicos: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y profundidad del Disco de Secchi (para medir la transparencia del agua). Adicionalmente en cada punto se colectó una muestra a una profundidad de 1 metro para análisis microbiológico (Coliformes totales y *Escherichia coli*) y análisis físico-químico (27 parámetros).

El presente reporte se enfoca en la información de cuatro eventos de muestreo la cual ha sido tabulada en una base de datos y utilizada en la identificación de área de contaminación y priorización de actividades de saneamiento en la región. Se planifica continuar generando este tipo de información en los próximos años. Según los resultados obtenidos en el análisis se observó que en promedio el agua del lago es relativamente “sana”, comparada con la de otros lagos del país. No obstante, se ha determinado que la calidad del agua está siendo impactada más en unas regiones que en otras. Algunas regiones frente a poblados están siendo altamente impactadas por diversos tipos de contaminación, en especial bacteriológica.

Apoyado en los resultados del primer año de muestreo, se decidió realizar una evaluación de la situación de saneamiento ambiental de la subcuenca del Río Panajachel, ya que en el área frente al delta de este río se han encontrado los niveles más altos de contaminación. El río de esta subcuenca es uno de los tributarios más importantes del lago. Previo a desembocar en el lago, este río recorre diversas comunidades las cuales hacen múltiples usos de sus aguas. En este estudio se determinó que el agua del río empieza a contaminarse por efecto de las prácticas agrícolas (fertilizantes, lavado de verduras, erosión) en la parte norte de la cuenca. El río se sigue contaminado a través de su recorrido a medida que se le van agregando aguas de desecho (negras y grises), por lo que cuando el río llega al pueblo de Panajachel muestra altos niveles de contaminación. Es allí donde se incrementa aun más la contaminación por la alta cantidad de hogares y comercios que no cuentan con un sistema de drenaje conectado a la planta de tratamiento de aguas.

A pesar de lo sugestivo que puedan ser los resultados de este estudio, estos tan solo representan un momento en el tiempo y no necesariamente son el reflejo de la realidad absoluta de ambos cuerpos de agua, en especial en el caso del río, cuya condición nunca es estática. Por tanto, se considera necesario el monitoreo frecuente de los diversos puntos muestreados dando un seguimiento y procurando establecer las tendencias o comportamiento del lago en diferentes épocas del año. Adicionalmente, de acuerdo a lo expuesto por los participantes en un taller consultivo sobre el tema, esta información tiene que ser compartida con todos los actores locales, organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y sociedad en general, para que sea considerada en la planificación y toma de decisiones que beneficien a la región.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>i</b>
<b>I. Antecedentes</b>	<b>1</b>
1. Descripción del Área de Estudio	1
2. Información Existente	2
<b>II. Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>III. Diagnóstico de la Calidad del Agua del Lago Atitlán</b>	<b>3</b>
1. Metodología	3
2. Resultados y Discusión	6
2.1. <i>Análisis Microbiológicos</i>	6
2.2. <i>Análisis Físicoquímico</i>	7
<b>IV. Evaluación de la Situación de Saneamiento Ambiental en la Cuenca del Río Panajachel</b>	<b>18</b>
1. Metodología	18
2. Resultados	21
2.1. <i>Actividades Económicas</i>	21
2.2. <i>Manejo y Uso del Suelo</i>	24
2.3. <i>Desechos Sólidos</i>	24
2.4. <i>Recursos de Agua</i>	26
2.5. <i>Salud y Educación Ambiental</i>	30
3. Conclusiones	33
<b>V. Validación de Resultados y Priorización de Actividades Futuras</b>	<b>34</b>
<b>VI. Recomendaciones</b>	<b>37</b>
<b>VII. Bibliografía</b>	<b>38</b>
<b>Anexo</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS, GRÁFICAS Y CUADROS

### FIGURAS

Figura 1: Puntos de muestreo	4
Figura 2: Delimitación de la sub cuenca del Río Panajachel y puntos de muestreo	20

### TABLAS

Tabla 1: Localización y categorización de puntos de muestreo	5
Tabla 2: Promedio de resultados de análisis microbiológico por Región*	6
Tabla 3: Resultados de análisis microbiológicos de muestras de agua. Lago de Atitlán 2001-2002	8
Tabla 4: Mediciones de Disco Secchi para el período de Abril 2001 – Julio 2002	10
Tabla 5: Comparación de mediciones de Disco Secchi, UVG (2001-2002) y C.M. Weiss (1969)	10
Tabla 6: Resultados de oxígeno disuelto (PPM) en muestreos 2001-2002	14
Tabla 7: Resultados de fosfatos (mg/L) en muestreos 2001-2002	16
Tabla 8: Resultados de nitratos (mg/L) en muestreos 2001-2002	17
Tabla 9: Muestreo en diferentes puntos del Río Panajachel referente a Figura 1	27
Tabla 10: Muestreo del Río Panajachel en diferentes épocas	27
Tabla 11: Análisis de tomas del río	30
Tabla 12: Parámetros fisicoquímicos medidos en el Lago de Atitlán	40

### GRÁFICAS

Gráfica 1: Comparación de transparencia en diferentes temporadas y años	12
Gráfica 2: Mediciones de disco Secchi en diferentes puntos del Lago de Atitlán hechas por C. M. Weiss (1968-1969)	13
Gráfica 3: Frecuencia de las mediciones de Disco Secchi (Weiss, 1971)	13
Gráfica 4: Porcentaje de letrinas en el área norte de la sub-cuenca	28
Gráfica 5: Porcentaje de letrinas en el área centro de la sub-cuenca	29

### CUADROS

Cuadro 1: Comunidades seleccionadas con población mayor a 1000 habitantes según censo 1994	19
Cuadro 2: Comunidades seleccionadas con población menor a 1000 habitantes según censo 1994	19
Cuadro 3: Crecimiento y densidad poblacional por municipio	21
Cuadro 4: Comparación de datos por región	23

## **I. Antecedentes**

### **1. Descripción del Área de Estudio**

La cuenca del Lago de Atitlán se encuentra en el altiplano del país y está localizada entre las coordenadas 91°06'55" y 91°17'18" longitudes oeste, 14°36'26" y 14°44'53" latitudes norte. Tiene como límites geográficos la cuenca del río Motagua al norte, al este la cuenca del río Madre Vieja, al sur y al suroeste con la cuenca del río Nahualate. La cuenca del Lago tiene una extensión de 541 km<sup>2</sup> y una elevación promedio de 2520 msnm. El espejo de agua ocupa aproximadamente 125 km<sup>2</sup>, con una profundidad máxima de 320 m y la promedio de 190 m, aproximadamente. De acuerdo a varios estudios (Weiss, INSIVUMEH) existe una fluctuación del nivel, la cual se considera que se debe a características de infiltración en el área sur del lago.

Los ríos principales (permanentes) que desembocan en el lago son el Panajachel y el Quiscab. Otros ríos de importancia<sup>1</sup> dentro de la cuenca son el Xesuj, Jaibalito, Pampatin, Pasiguan, Catarata, San Buenaventura y Nimayá. De estos, solamente el Catarata es un río permanente (INSIVUMEH, 1988).

Debido a la forma y geología del lago se considera que este tiene su origen en una caldera volcánica. La parte norte esta formada por material terciario, incluyendo tobas y coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos, cubierto en parte por material cuaternario de relleno de cenizas pómez de origen diverso. La parte sur está formada principalmente por rocas volcánicas, material lahárico y tobas. Los principales accidentes geográficos alrededor del lago son el Volcán Atitlán (3535 msnm), Volcán San Pedro (3020 msnm), Volcán Tolimán (3158 msnm), Cerro Paquixtán (2455 msnm), Cerro San Marcos (2918 msnm), Cerro Chuiraxamoló (2732 msnm), Cerro La Paz (2713 msnm), entre otros.

La biodiversidad de esta área presenta cuatro zonas de vida que poseen diferencias en su estructura y composición florística: bosque muy húmedo montano bajo, bosque húmedo montano bajo, muy húmedo montano, y muy húmedo subtropical calido (con una mayor diversidad de especies que en los primeros tres). Estas zonas de vida son muy importantes en la ruta de varias especies migratorias, y además acogen gran diversidad de flora y fauna, algunas de ellas en peligro de extinción: epifitas, pinabete, cerezos, pavo de cacho, quetzales, pajuiles, pumas, ocelotes, entre otros.

Cientos de miles de habitantes, descendientes de las culturas Tzutuhil y Kakchiquel, han vivido en el área durante siglos debido a sus múltiples riquezas. Más recientemente, el turismo local y extranjero ha sido atraído no solo por el hermoso paisaje, sino por las

---

<sup>1</sup> Hay alrededor de 160 ríos dentro del área (INSIVUMEH)

claras y azules aguas del lago, entre otras cualidades. Dentro de la cuenca del lago se encuentran asentados quince municipios cuya población se estima de 140,200 habitantes<sup>2</sup>. A orillas del lago están asentadas diez comunidades y arriba de las faldas de la cuenca esta el resto. Todos estos habitantes, residentes y población flotante, dependen del lago y los ríos dentro de la cuenca como fuente de agua para diversos usos: consumo doméstico, recreación, alimentación (pesca), agricultura, etc.

Desafortunadamente, existen limitantes (sociales, económicas y legales) en cuanto al manejo de este recurso y al tratamiento de las aguas residuales. Esto puede tener efectos desastrosos tanto para la salud de los habitantes, como para los ecosistemas terrestres y acuáticos. Diversos contaminantes llegan al lago por diferentes rutas o mecanismos: efluentes con aguas negras, grises y/o mieles sin previo tratamiento, circulación de lanchas con motores ineficientes, erosión debida a la deforestación y quema descontrolada, lixiviación y escorrentía de fertilizantes y pesticidas, desechos sólidos y líquidos descartados por doquier. El incremento poblacional y la falta de planificación en materia de expansión habitacional y actividades económicas hacen que el problema tienda a agravarse.

## **2. Información Existente**

A través del tiempo organizaciones e individuos se han preocupado por la cambiante condición del Lago de Atitlán. Se sabe que desde inicios del siglo XX (y posiblemente desde antes) se han realizado varias investigaciones<sup>3</sup> para determinar la calidad del agua del lago. En algunas de estas investigaciones se han evaluado y relacionado diversos aspectos (biológicos, fisicoquímicos, geológicos, económicos, etc.); en otras se han enfocado en unos cuantos parámetros en específico. Todas constituyen una valiosa fuente de información, pero lastimosamente mucha de esta información no se da a conocer. Estos reportes son raramente consultados si se tiene la suerte de obtener una copia de los mismos en el país y son poco considerados en la toma de decisiones para el manejo de este recurso. Una limitante a las comparaciones cronológicas es el hecho de tener metodologías diferentes en los estudios.

Desde el año 2001, la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) ha iniciado un monitoreo de la calidad del agua del lago en diversos puntos cercanos y alejados de los centros poblados. Se completaron cuatro series de muestreos, dos por año: uno en época seca y otro en época lluviosa. En el futuro se planea realizar cuatro muestreos por año.

---

<sup>2</sup> INE, 1994

<sup>3</sup> Weiss, Bastarrechea, LaBastille, Iturbide, Vivamos Mejor, Amigos del Lago, USAC, UVG, etc.

## **II. Objetivos**

El objetivo general de la investigación aquí reportada está enmarcado en el objetivo O.A.4 de la propuesta del Proyecto Parques en Peligro de TNC: “Minimizar y mitigar el impacto de los desechos líquidos en los cuerpos de agua y en los ecosistemas.” Esto se pretende lograr a través de un proceso de planificación inicial en la cuenca del Lago de Atitlán, identificando los problemas prioritarios de saneamiento ambiental.

Los objetivos específicos del trabajo de monitoreo de calidad de agua en Atitlán son:

1. Realizar un diagnóstico de la calidad del agua del Lago de Atitlán.
2. Evaluar la situación de saneamiento ambiental de la cuenca del Río Panajachel con la participación de entes locales.
3. Difundir y validar con los actores locales la información colectada.
4. Definir y priorizar las actividades futuras con la participación de actores locales.

## **III. Diagnóstico de la Calidad del Agua del Lago Atitlán**

### **1. Metodología**

El muestreo de las aguas del lago de Atitlán se llevó a cabo durante el período de época seca (mes de abril) y época lluviosa (julio/septiembre) para los años 2001 y 2002. Los puntos de muestreo fueron seleccionados basándose en muestreos previos hechos por C. Weiss en 1968 y por la asociación Vivamos Mejor en 1999 (Figura 1). Los esquemas de muestreo de estos trabajos fueron ampliados para incluir muestras de referencia en áreas del centro del lago y en algunas riberas alejadas de sitios poblados, considerados como de bajo impacto (contaminación).

La localización geográfica de los puntos de muestreo para la toma de muestras de agua fue realizada utilizando Sistemas de Geoposicionamiento (GPS). Los datos de altitud, longitud y altura fueron anotados en esta forma e ingresados en una base de datos para ser exportados posteriormente a un sistema de información geográfica (SIG). Los puntos georeferenciados permiten su relación y visualización con la información ya colectada (Figura 1).

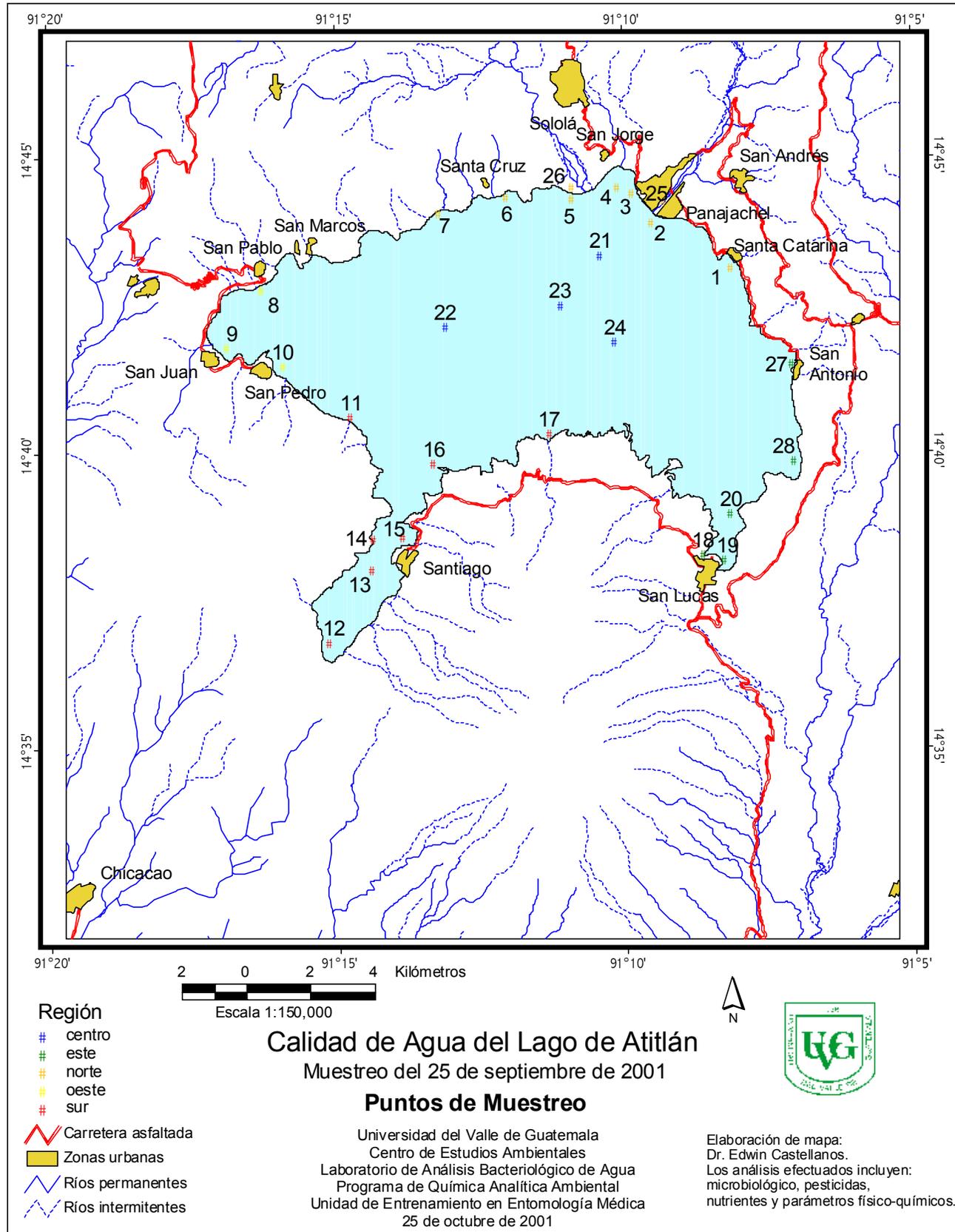


Figura 1: Puntos de muestreo

Para el análisis y comparación de resultados se procedió a categorizar los puntos de muestreo por regiones: Norte, Sur, Este, Oeste, Centro y puntos Alejados de Poblados (ver Tabla 1). Las muestras fueron colectadas a 100 metros de distancia de la orilla del lago para evitar el posible sesgo o parcialidad de valores altos en los parámetros medidos.

En cada punto de muestreo se tomó varias medidas *in situ* de parámetros físicos: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y la transparencia del agua. Estas mediciones se realizaron utilizando equipo portátil:

- 1 conductímetro y oxímetro marca Yellow Springs modelo 85
- 1 pHmetro marca Hatch modelo EC 10 Portable 50050
- 1 disco de Secchi

Adicionalmente en cada punto se colectó una muestra a una profundidad de 1 metro; 500 ml en botellas de esterilizadas para análisis microbiológico (Coliformes totales y *E. coli*), y otros 500 ml para análisis físico-químico medidos en los laboratorios del Instituto de Fomento Municipal -INFOM- en la ciudad de Guatemala

Tabla 1: Localización y categorización de puntos de muestreo

No	Sitio	Area	Coordenada Y	Coordenada X
1	Santa Catarina	alejado	14.7191039	-91.1355985
2	Panajachel	norte	14.7319842	-91.1583507
3	Tzanjuyu	norte	14.7400902	-91.1639100
4	San Buenaventura	norte	14.7420604	-91.1684624
5	Río Quiscab	norte	14.7385929	-91.1814550
6	Santa Cruz	norte	14.7391840	-91.2004035
7	Río Jaibal	alejado	14.7347708	-91.2199315
8	San Pablo	oeste	14.7135958	-91.2714335
9	San Juan	oeste	14.6975287	-91.2815877
10	San Pedro	oeste	14.6922377	-91.2653252
11	Volcan San Pedro	alejado	14.6775126	-91.2458613
12	Final Bahía Santiago	sur	14.6137622	-91.2526423
13	Bahía Santiago	sur	14.6342638	-91.2398008
14	Frente a Santiago	sur	14.6430012	-91.2394526
15	Santiago	sur	14.6437238	-91.2310462
16	La Isla	alejado	14.6643246	-91.2219131
17	Volcan Toliman	alejado	14.6726611	-91.1884250
18	San Lucas 1	este	14.6381926	-91.1440157
19	San Lucas 2	este	14.6368526	-91.1380588
20	Salida San Lucas	este	14.6496163	-91.1360853
21	Centro Norte	centro	14.7226309	-91.1732954
22	Centro Oeste	centro	14.7026726	-91.2182699
23	Centro	centro	14.7087039	-91.1848597
24	Centro Este	centro	14.6981880	-91.1693114
25	Río Panajachel	norte	14.7378338	-91.1548504
26	Río Quiscab	norte	14.7421209	-91.1815223
27	San Antonio	alejado	14.6920897	-91.1181433
28	Finca Tzanpetey	alejado	14.6645165	-91.1177088

Los análisis microbiológicos fueron realizados en el Laboratorio de Agua del Centro de Estudios en Salud de la Universidad del Valle de Guatemala. Las muestras colectadas fueron transportadas a la ciudad de Guatemala siguiendo la metodología estándar de la APHA, conocida y ampliamente utilizada por los el personal a cargo de la colecta. En Guatemala, las muestras fueron analizadas bacteriológicamente con el método COLILERT® el cual es una modificación del método del Número Más Probable (NMP). Esta se basa en la técnica de sustrato definido, que determina cuantitativamente la presencia /ausencia de las bacterias: Coliformes Totales y *Escherichia coli*

## 2. Resultados y Discusión

### 2.1. Análisis Microbiológicos

Los resultados obtenidos en cuatro rondas de muestreo del lago y sus diferentes puntos mostraron que el agua del Lago tiene niveles variables de contaminación (Tablas 2 y 3).

En el primer muestreo (Abril 2001) se detectó la presencia de los parásitos *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium parvum*, en 4 de los 28 puntos de muestreo.

La región Norte presenta los niveles más altos de contaminación, ya que incluye los puntos de muestreo de Santa Catarina, Panajachel y Tzanjuyú que tienen los niveles más altos de coliformes totales y *E. coli*. Sin embargo, la contaminación frente a las poblaciones de Santiago y San Lucas también es considerable.

Tabla 2: Promedio de resultados de análisis microbiológico por Región\*

Región	Coliformes totales (NMP/100ml)	E.coli (NMP/100ml)
Norte	4,247	729
Oeste	562	7
Sur	557	4
Este	430	185
Centro	361	0

\* Promedio de cuatro muestreos

No se observaron diferencias notables entre los muestreos de época seca y lluviosa, ya que en general sin importar mucho la época del año los sitios más contaminados resultaron ser la región norte entre Panajachel y el río Quiscab, la región sur-este en la bahía frente a San Lucas y la región de los alrededores de Santiago. (Tabla 5)

Este alto grado de contaminación se debe a la influencia que los habitantes de los alrededores tienen sobre estos puntos, pues el muelle se utiliza como un lugar para eliminar desechos e igualmente el Río acarrea los desechos que las personas arrojan en él. Los demás puntos de muestreo mostraron resultados similares, con una contaminación intermedia, posiblemente porque fueron tomados a mayor profundidad que las muestras anteriores.

Por la dificultad que conlleva determinar el número de microorganismos en una muestra de agua, tradicionalmente se han utilizado las bacterias de tipo coliforme para evaluar si una muestra de agua presenta contaminación de origen fecal. El número de bacterias en aguas residuales o de desecho normalmente es muy alto (500 millones a 2 billones/100ml) y las pruebas han demostrado que su tratamiento logra remover el 99.99%, sin embargo el 0.01% que permanece presente puede causar problemas a la salud, tanto en agua potable como para recreación.

Según Pepper, I., *et.al.*(1996) el agua potable no debe mostrar presencia de coliformes, es decir debe ser  $< 1$  organismo/100ml, mientras que el agua para recreación puede contener hasta 1000 organismos /100ml de agua. Gracias al efecto de dilución y de muerte (die-off) los microorganismos se eliminan a lo largo del tiempo. Esta tendencia se muestra en los resultados aquí presentados, donde la muestra tomada en el centro del mismo presenta los más bajos niveles de contaminación bacteriana.

En conclusión, se puede decir que la región Norte presenta los niveles más altos de contaminación, ya que incluye los puntos de muestreo de Panajachel y Tzanjuyú que tienen los niveles más altos de coliformes totales y *E. coli*. Sin embargo, la contaminación frente a las poblaciones de Santiago y San Lucas es considerable. No se observa diferencias notables entre los muestreos de época seca y lluviosa.

## ***2.2. Análisis Físicoquímico***

En el análisis físicoquímico del agua del lago se midieron en total 27 parámetros (ver Anexo), de los cuales se discuten a continuación los que representan de mejor manera la calidad del agua para los eventos de muestreo realizados.

Tabla 3: Resultados de análisis microbiológicos de muestras de agua. Lago de Atitlán 2001-2002

No.	Lugar	Área	Época Seca Abril 2001		Época Lluviosa Septiembre 2001		Época Seca Abril 2002		Época Lluviosa Julio 2001	
			Coliformes totales (NMP/100ml)	E.coli (NMP/100ml)	Coliformes totales (NMP/100ml)	E.coli (NMP/100ml)	Coliformes totales (NMP/100ml)	E.coli (NMP/100ml)	Coliformes totales (NMP/100ml)	E.coli (NMP/100ml)
1	Santa Catarina	Alejado	51	3	42	2	> 2419	> 2419	980	51
2	Panajachel	Norte	39	0	733	110	> 2419	> 2419	7,701	1,414
3	San Juyú	Norte	1,300	70	388	10	> 2419	> 2419	6,131	6
4	San Buenaventura	Norte	172	12	613	25	488	30	1,450	488
5	Quiscab	Norte	548	11	66	3	30	< 1	308	10
6	Santa Cruz	Norte	30	0	14	3	19	< 1	47	< 1
7	Jaibal	Alejado	61	2	15	< 1	365	< 1	115	< 1
8	San Pablo	Oeste	121	13	150	19	80	1	2,000	43
9	San Juan	Oeste	33	0	20	1	10	< 1	2,000	4
10	San Pedro	Oeste	55	0	249	< 1	30	< 1	2,000	5
11	Volcán San Pedro	Alejado	56	1	72	1	345	< 1	365	< 1
12	Final Santiago	Sur	387	0	770	6	866	1	105	< 1
13	Bahía Santiago	Sur	152	9	579	5	1,730	2	2,000	< 1
14	Frente Santiago	Sur	89	1	313	3	816	2	2,000	1
15	Santiago	Sur	248	34	365	22	649	10	2,000	< 1
16	La Isla	Alejado	66	2	20	1	101	< 1	579	< 1
17	Tolimán	Alejado	108	0	435	2	34	< 1	345	< 1
18	San Lucas (I)	Este	649	48	>2419.2	2,420	2,420	1,120	285	< 1
19	San Lucas (II)	Este	199	4	387	3	548	6	105	< 1
20	San Lucas (salida)	Este	10	0	99	1	115	< 1	461	< 1
21	Centro Norte	Centro	3	0	10	1	12	< 1	2,000	1
22	Centro Oeste	Centro	4	0	14	< 1	60	< 1	345	1
23	Centro del Lago	Centro	6	0	4	< 1	>2419.2	< 1	579	< 1
24	Centro Este	Centro	4	0	2	< 1	6	< 1	326	< 1

\* Método Colilert

### *2.2.1. Transparencia*

El disco de Secchi es un instrumento utilizado en la medición de la transparencia del agua. Se considera que esta es una medición integradora, puesto que la transparencia en un punto específico es un factor que depende de la condición del agua en términos de la cantidad o concentración de materia suspendida en la columna de agua. Esta materia puede estar constituida por partículas inorgánicas (minerales y sedimentos) o materia orgánica (microorganismos, algas, materia en descomposición). El disco es fácil de maniobrar y prácticamente cualquier persona puede tomar la lectura de profundidad de dicho instrumento. A pesar de esto, muchas veces la lectura en un punto dado puede complicarse por la obstrucción de la visibilidad por el reflejo, la cantidad y calidad de luz solar en el momento que se toma la muestra, y el oleaje. Por esto, para los muestreos futuros se hará uso de un tubo para visibilidad (AQUASCOPE) que permita tomar lecturas sin interferencias en la superficie.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de lectura de disco Secchi para los muestreos realizados por el equipo de UVG en el 2001 y el 2002. Los datos fueron tabulados por región y se calculó promedio por evento de muestreo. En términos generales se observa que el área con agua más turbia es la de la parte norte del lago. Esto es influencia de las aguas negras que se descargan directamente en la orilla del lago, como en la “toma” de Tzanjuyú, (aunque esta no es la única). También el Río Panajachel arrastra una gran cantidad de partículas producto de la erosión y descargas a lo largo de su recorrido. Además, en el delta del río constantemente se está obteniendo arena y material para construcción, la cual también se arrastra hasta el lago y contribuye a la turbidez cerca de la orilla. El agua más clara se encuentra en el centro del lago, como también en las áreas alejadas de poblados.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en el estudio de C.M. Weiss en 1969, se observa que en algunas áreas la transparencia del agua se ha mantenido muy similar, y en otras se ha reducido (Tabla 5 y Gráfica 1).

Tabla 4: Mediciones de Disco Secchi para el período de Abril 2001 – Julio 2002

#	Lugar	área	Abr-01	Sep-01	Apr-02	Jul-02	Promedio
2	Panajachel	norte	8.00	3.50	ND	5.00	5.50
3	Tzanjuyú	norte	4.50	5.25	ND	5.50	5.10
4	Buenaventura	norte	7.00	5.00	ND	6.00	6.00
5	Quiscab	norte	7.00	7.00	ND	5.00	6.30
6	Santa Cruz	norte	7.00	9.80	ND	10.00	8.90
	<b>Promedio</b>		<b>6.70</b>	<b>6.10</b>		<b>6.30</b>	<b>6.40</b>
8	San Pablo	oeste	6.50	9.00	9.50	7.50	8.10
9	San Juan	oeste	7.50	10.00	8.40	6.50	8.10
10	San Pedro	oeste	7.50	10.00	5.10	8.40	7.75
	<b>Promedio</b>		<b>7.20</b>	<b>9.70</b>	<b>7.70</b>	<b>9.50</b>	<b>8.00</b>
12	Final Santiago	sur	6.50	8.25	6.00	5.00	6.40
13	Bahía Santiago	sur	6.20	7.70	6.15	7.50	6.90
14	Frente Santiago	sur	7.00	7.50	6.20	10.50	7.80
15	Santiago	sur	8.50	7.20	6.30	8.50	7.60
	<b>Promedio</b>		<b>7.00</b>	<b>7.70</b>	<b>6.20</b>	<b>7.90</b>	<b>7.20</b>
18	San Lucas (I)	este	7.00	5.50	ND	8.00	6.80
19	San Lucas (II)	este	6.00	8.00	ND	8.00	7.30
20	San Lucas Tolimán (salida)	este	6.00	9.00	ND	13.00	9.30
	<b>Promedio</b>		<b>6.30</b>	<b>7.50</b>		<b>9.70</b>	<b>7.80</b>
21	Centro Norte	centro	9.50	9.50	ND	10.00	9.67
22	Centro Oeste	centro	10.60	8.30	8.50	8.00	8.85
23	Centro del Lago	centro	7.50	7.25	ND	10.00	8.25
24	Centro Este	centro	8.80	8.00	ND	9.50	8.77
	<b>Promedio</b>		<b>9.10</b>	<b>8.30</b>	<b>8.50</b>	<b>9.40</b>	<b>8.90</b>
1	Santa Catarina	alejado	8.00	5.00	ND	8.50	7.17
7	Jaibal	alejado	8.50	8.40	10.0	9.00	8.98
11	Volcán San Pedro	alejado	8.70	8.20	8.70	9.00	8.65
16	La Isla	alejado	7.50	8.50	9.75	9.00	8.69
17	Tolimán	alejado	7.00	8.00	9.00	8.50	8.13
27	San Antonio	alejado		7.25	ND	11.20	9.23
28	Finca Tzanpetey	alejado		8.00	ND	9.20	8.60
	<b>Promedio</b>		<b>7.90</b>	<b>7.60</b>	<b>9.40</b>	<b>9.20</b>	<b>8.50</b>

Tabla 5: Comparación de mediciones de Disco Secchi, UVG (2001-2002) y C.M. Weiss (1969)

Estación de Weiss	Punto muestreo UVG	Abr. 1969	Abr. 2001	Jul. 1969	Jul. 2002	Sept. 1969	Sept. 2001
A = San Pablo	8	20.00	6.50	11.00	7.50	5.00	9.00
B = Centro oeste	22	17.00	10.60	8.00	8.00	4.50	8.30
C = San Antonio	27	18.00	-	7.00	11.20	7.00	7.25
D = Tolimán salida	29	15.00	6.00	9.00	13.00	8.00	9.00
E = Final Santiago	12	18.00	8.50	10.00	8.50	4.00	7.20
G = Centro este	24	11.00	8.80	9.00	9.50	4.00	8.00
P = Panajachel	2	8.00	8.00	4.50	5.00	3.00	3.50

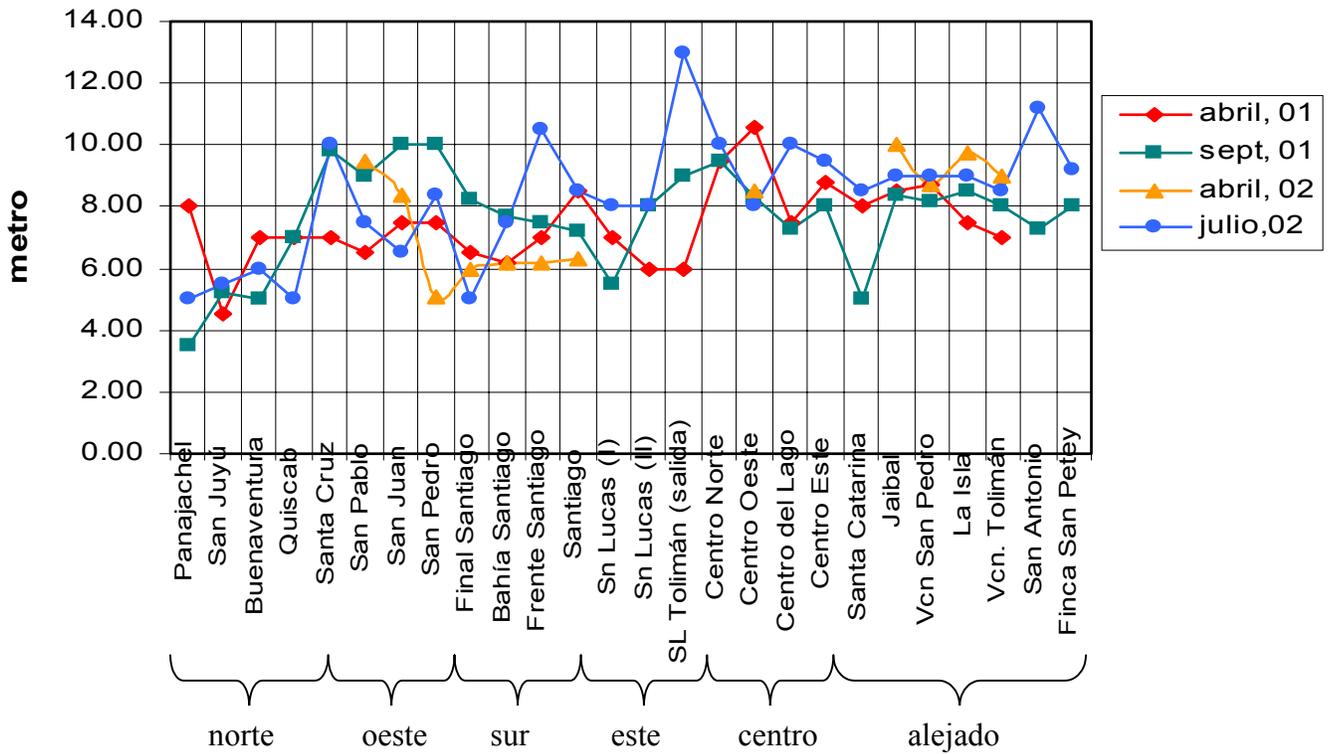
En la primera parte de la Gráfica 1, se observa que durante las diferentes épocas del año los niveles de transparencia se parecen más entre sí en la actualidad (entre 6 y 10 m), que en las mediciones del muestreo de 1969. A pesar de que las condiciones del lago en el centro son bastante cristalinas, en pocas ocasiones se ha logrado medir los 20 metros de transparencia. Examinando detenidamente los resultados obtenidos en el estudio de Weiss, se puede observar que en las mediciones realizadas en los diferentes muestreos, en menos de diez ocasiones se llegó a medir dicha profundidad (Gráficas 2 y 3).

### *2.2.2. Oxígeno disuelto*

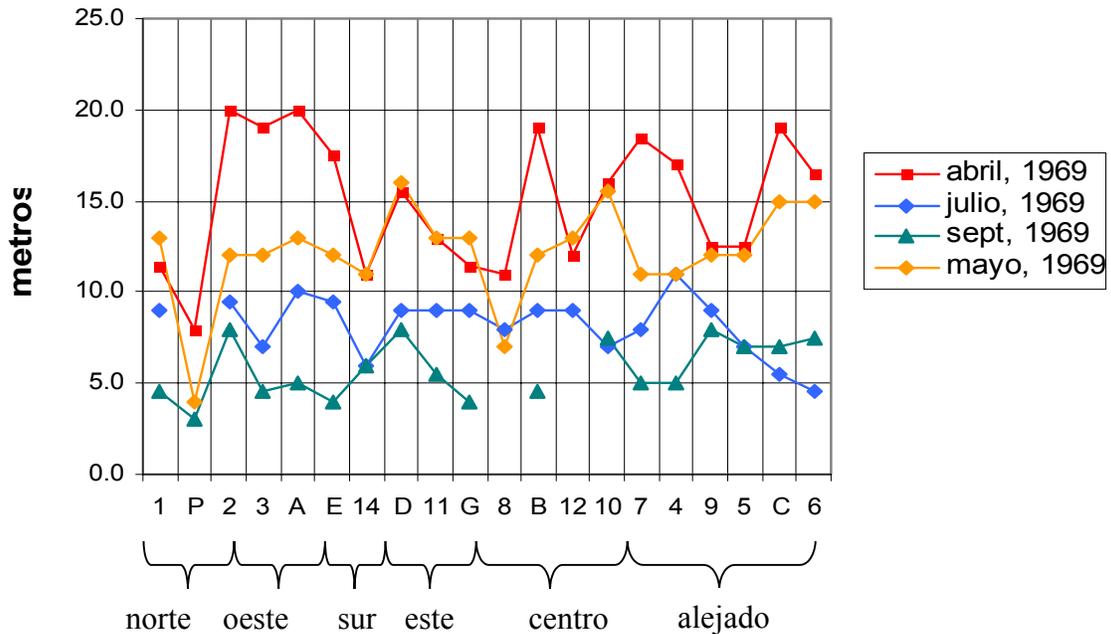
Se observó que el oxígeno disuelto en el agua no varía mucho de región a región. La lectura más baja se obtuvo enfrente de Tzanjuyú con un valor promedio de 6.8, mientras que los valores más altos fueron encontrados en Santa Catarina y en el Centro del Lago. Valores bajos de oxígeno disuelto ( $< 2\text{mg/L}$ ) indican malas condiciones para sostener la vida acuática; en cuanto a niveles de oxigenación, se puede decir que el lago se encuentra en condiciones relativamente “sanas”.

Los valores de oxígeno disuelto obtenidos para los ríos Quiscab y Panajachel son más altos (pero no por mucho) ya que la concentración de oxígeno tiende a aumentar cuando hay mayor circulación en el agua. El viento también ayuda a la oxigenación, y esto puede explicar porque algunos de los valores obtenidos frente a poblados en la parte sur del lago han sido un poco altos en ciertas épocas del año.

Disco Secchi en Muestreo UVG 2001-2002

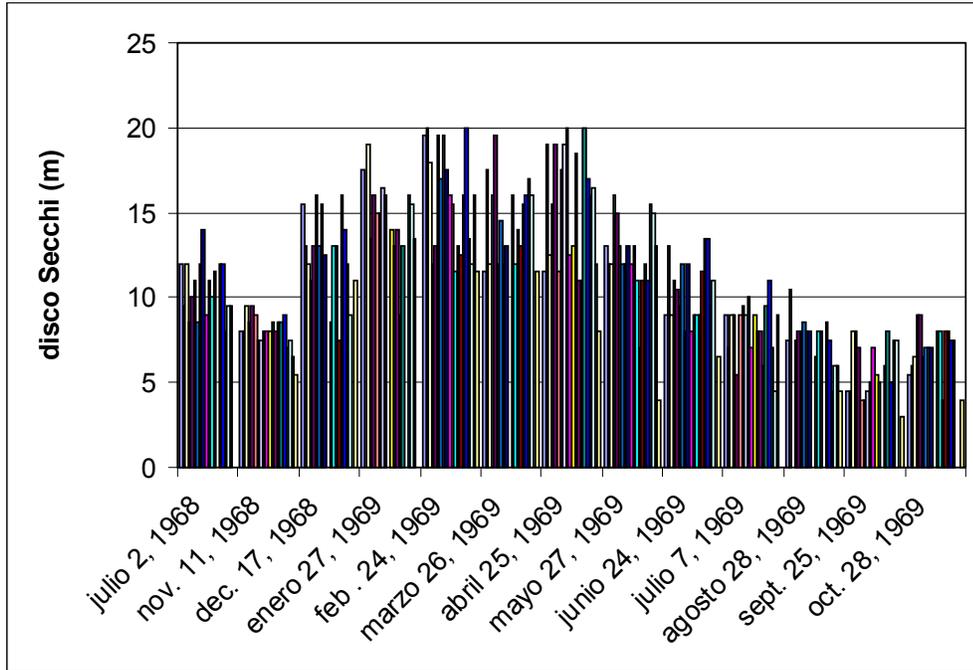


Disco Secchi en Muestreo Weiss 1969



Gráfica 1: Comparación de transparencia en diferentes temporadas y años

Gráfica 2: Mediciones de disco Secchi en diferentes puntos del Lago de Atitlán hechas por C. M. Weiss (1968-1969)



Gráfica 3: Frecuencia de las mediciones de Disco Secchi (Weiss, 1971)

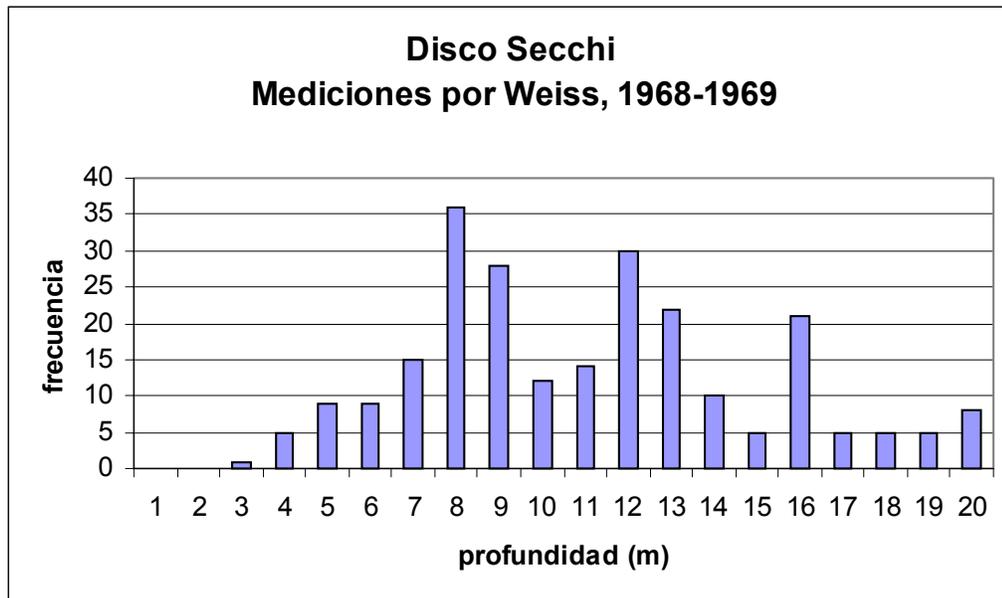


Tabla 6: Resultados de oxígeno disuelto (PPM) en muestreos 2001-200

#	Lugar	Área	Abr-01	Sept-01	Abr-02	Jul-02	Promedio
2	Panajachel	norte	7.3	6.6	8.2	6.9	7.2
3	Tzanjuyú	norte	7.2	6.5	6.5	7.6	6.8
4	Buenaventura	norte	7.2	6.6	7.6	8.1	7.4
5	Quiscab	norte	7.3	6.5	7.5	7.3	7.2
6	Santa Cruz	norte	6.9	6.5	6.9	7.1	6.9
25	Río Panajachel	norte	8.6	7.6	-	-	8.1
26	Río Quiscab	norte	-	7.8	8.0	7.7	7.9
	<b>Promedio</b>		<b>7.4</b>	<b>6.9</b>	<b>7.5</b>	<b>7.4</b>	<b>7.4</b>
8	San Pablo	oeste	8.7	6.5	6.9	6.8	7.2
9	San Juan	oeste	8.7	6.4	7.0	6.7	7.4
10	San Pedro	oeste	9.1	6.7	7.0	6.7	7.5
	<b>Promedio</b>		<b>8.8</b>	<b>6.5</b>	<b>7.0</b>	<b>6.7</b>	<b>7.4</b>
12	Final Santiago	sur	8.7	6.8	7.0	6.5	7.2
13	Bahía Santiago	sur	8.7	6.6	7.2	6.4	7.4
14	Frente Santiago	sur	8.8	6.8	7.2	6.7	7.3
15	Santiago	sur	8.8	6.6	7.1	6.7	7.5
			8.8	6.7	7.1	6.6	7.4
18	San Lucas (I)	este	7.6	6.9	8.0	7.5	7.5
19	San Lucas (II)	este	7.6	7.2	8.2	7.2	7.5
20	San Lucas Tolimán (salida)	este	7.5	6.8	7.6	7.3	7.3
	<b>Promedio</b>		<b>7.6</b>	<b>7.0</b>	<b>7.9</b>	<b>7.3</b>	<b>7.4</b>
21	Centro Norte	centro	9.0	6.4	8.1	6.6	7.5
22	Centro Oeste	centro	8.9	6.6	7.2	6.8	7.4
23	Centro del Lago	centro	7.4	6.6	8.8	6.6	7.4
24	Centro Este	centro	8.9	6.8	8.2	6.5	7.6
	<b>Promedio</b>		<b>8.6</b>	<b>6.6</b>	<b>8.1</b>	<b>6.6</b>	<b>7.5</b>
1	Santa Catarina	norte	9.0	6.8	8.2	7.0	7.7
7	Jaibal	norte	7.0	6.6	6.9	7.2	6.9
11	Volcán San Pedro	oeste	9.0	6.7	7.2	6.7	7.4
16	La Isla	sur	8.1	6.8	7.0	6.9	7.2
17	Tolimán	sur	8.8	6.8	7.1	7.0	7.4
27	San Antonio	este	-	6.6	8.1	7.2	7.3
28	Finca Tzanpetey	este	-	6.6	8.0	7.1	7.2
	<b>Promedio</b>		<b>8.4</b>	<b>6.7</b>	<b>7.5</b>	<b>7.0</b>	<b>7.3</b>

### 2.2.3. Nutrientes

El fósforo y el nitrógeno son dos nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas acuáticas. De estos dos, se considera que el fósforo es el que más regula la producción de las algas (US EPA, 1998). Los peces y el zooplancton excretan fósforo orgánico, como inorgánico. Casi todo el fósforo en forma orgánica está presente en el agua como materia orgánica viva o en descomposición. El fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) es la forma inorgánica del fósforo que es fácilmente asimilada o utilizada por el fitoplancton. Los fosfatos pueden llegar a un cuerpo de agua a través de: las aguas negras o efluentes domésticos; suelos con alto contenido de fertilizantes o de estiércol (a través lixiviación, escorrentía o erosión); y también por la descarga de aguas grises, puesto que hay muchos detergentes y jabones con alto contenido de fosfatos disponibles en el mercado.

En la Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos en estos dos años de muestreo para los fosfatos en el Lago Atitlán. Los valores con un signo de interrogación (?), no fueron incluidos dentro de los cálculos de promedios. En la norma COGUANOR no se tienen contemplados Límites Máximos Aceptables y Permisibles para este parámetro. La Organización Mundial de la Salud ha establecido un límite máximo permisible de 1.3 mg/L de fosfatos en el agua potable. Además, se considera que un cuerpo de agua se encuentra eutroficado si los niveles de fósforo total están dentro del rango de 20-100 mg/L (Machorro 1996 en Herrera 1999). Hudson et al. (2000) expone que los niveles de fosfatos reportados en varios estudios son sobreestimados, especialmente cuando éste nutriente se encuentra en bajas concentraciones (por ejemplo, en lagos oligotróficos). Puede que esto se deba a que en las metodologías actuales es muy difícil medir la cantidad de fosfato que se encuentra en el proceso transitorio de regeneración de orgánico hacia inorgánico. Por lo tanto, la medición de fosfato soluble requiere del manejo apropiado de las muestras y el equipo que se utiliza.

El nitrógeno puede mobilizarse de sitios que contienen fertilizantes de alto contenido de nitrógeno y estiércol hacia los cuerpos de agua por medio por lixiviación, escorrentía y erosión, al igual que el fósforo. Cuando este llega al agua pasa a través de un proceso de transformación que incluye su mineralización, nitrificación, desnitrificación e inmovilización. Por lo que la concentración de las diversas especies de nitrógeno en la columna de agua depende de las razones o velocidades de estos procesos (Cooper 1993). A través del proceso de mineralización, el nitrógeno orgánico se transforma en amonio, el cual es luego oxidado por las bacterias *Nitrosomonas* que producen el nitrato. El nitrato es muy soluble y por ello es que tiende a mobilizarse fácilmente a través del suelo y llegar al agua.

Ambos, amonio y nitrato, son las especies inorgánicas fácilmente consumidas por los productores primarios. Usualmente se consume el amonio más rápido que el nitrato. Puesto que en las épocas de sol (primavera a verano) la productividad aumenta, y la cantidad de nitrógeno en el agua suele ser baja. Entonces en los meses de menos sol, los

niveles vuelven a aumentar. Los valores con un signo de interrogación (?), no fueron incluidos dentro de los cálculos de promedios.

Tabla 7: Resultados de fosfatos (mg/L) en muestreos 2001-2002

#	Lugar	Área	Nov-00	Abr-01	Sept-01	Apr-02	Jul-02	Promedio
2	Panajachel	norte	-	0.039	-	-	0.18	0.109
3	Tzanjuyú	norte	2.180	0.049	-	-	0.16	0.796
4	San Buenaventura	norte	0.039	0.065	-	-	0.11	0.071
5	Quiscab	norte	0.036	0.071	0.019	-	0.16	0.072
6	Santa Cruz	norte	-	0.062	-	0.20	0.18	0.147
			-				(?)	
25	Río Panajachel	norte		0.156	0.098	-	9.00	3.085
26	Río Quiscab	norte	0.160		0.078	-	0.21	0.149
	<b>Promedio</b>		<b>0.604</b>	<b>0.074</b>	<b>0.065</b>	<b>0.200</b>	<b>0.158</b>	<b>0.633</b>
8	San Pablo	oeste	-	-	-	0.18	0.12	0.150
9	San Juan	oeste	0.039	0.078	-	0.17	0.14	0.107
10	San Pedro	oeste	0.095	-	-	0.14	< 0.01	0.117
	<b>Promedio</b>		<b>0.067</b>	<b>0.078</b>		<b>0.163</b>	<b>0.130</b>	<b>0.125</b>
12	Final Santiago	sur	-	-	-	0.53	< 0.01	0.530
13	Bahía Santiago	sur	0.055	-	-	0.17	< 0.01	0.113
14	Frente Santiago	sur	-	0.036	-	0.28	< 0.01	0.158
15	Santiago	sur	0.042	0.045	-	0.62	< 0.01	0.236
	<b>Promedio</b>		<b>0.049</b>	<b>0.040</b>		<b>0.400</b>		<b>0.259</b>
18	San Lucas (I)	este	-	0.045	0.023	ND	0.22	0.096
19	San Lucas (II)	este	0.052	-	0.016	ND	0.16	0.076
20	San Lucas Tolimán (salida)	este	-	0.049	0.029	ND	0.20	0.093
	<b>Promedio</b>		<b>0.052</b>	<b>0.047</b>	<b>0.023</b>		<b>0.193</b>	<b>0.088</b>
21	Centro Norte	centro	-	0.029	-	ND	0.17	0.099
						(?)		
22	Centro Oeste	centro	-	-	-	0.49	0.22	0.355
23	Centro del Lago	centro	0.072	-	-	ND	0.20	0.136
24	Centro Este	centro	-	-	0.000	ND	0.19	0.095
	<b>Promedio</b>		<b>0.072</b>	<b>0.029</b>	<b>0.000</b>	<b>0.490</b>	<b>0.195</b>	<b>0.171</b>
1	Santa Catarina	alejado	-	0.026	-	ND	0.17	0.098
7	Jaibal	alejado	-	-	-	0.24	0.10	0.170
16	La Isla	alejado	-	-	-	0.18	0.07	0.125
17	Tolimán	alejado	-	-	-	0.16	0.09	0.125
							(?)	
27	San Antonio	alejado	-	-	-	ND	0.56	0.560
28	Finca Tzanpetey	alejado	-	-	-	ND	0.09	0.090
	<b>Promedio</b>			<b>0.026</b>		<b>0.193</b>	<b>0.180</b>	<b>0.195</b>

Tabla 8: Resultados de nitratos (mg/L) en muestreos 2001-2002

#	Lugar	Área	Abr-01	Sep-01	Apr-02	Jul-02	Promedio
2	Panajachel	norte	0.1	-	21.0	3.0	8.0
3	Tzanjuyú	norte	0.1	-	9.4	3.5	3.4
4	San Buenaventura	norte	0.3	-	(?) 180.0	3.5	1.3
5	Quiscab	norte	0.0	0.0	(?) 195.0	3.5	0.9
6	Santa Cruz	norte	-	-	8.7	3.0	5.9
25	Río Panajachel	norte	-	0.5	-	15.0	5.4
26	Río Quiscab	norte	-	-	(?) 200.0	5.7	5.7
	<b>Promedio</b>		<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>13.0</b>	<b>5.3</b>	<b>4.4</b>
8	San Pablo	oeste	0.1	-	7.2	3.0	2.6
9	San Juan	oeste	-	-	7.8	3.0	3.6
10	San Pedro	oeste	-	-	6.9	2.6	4.8
	<b>Promedio</b>		<b>0.1</b>		<b>7.3</b>	<b>2.9</b>	<b>3.7</b>
12	Final Santiago	sur	-	-	6.9	4.0	3.7
13	Bahía Santiago	sur	0.1	-	6.7	2.6	2.4
14	Frente Santiago	sur	0.2	-	6.4	4.4	3.7
15	Santiago	sur	-	-	6.1	7.5	6.8
	<b>Promedio</b>		<b>0.2</b>		<b>6.5</b>	<b>4.6</b>	<b>4.1</b>
18	San Lucas (I)	este	-	0.1	9.1	10.0	4.8
19	San Lucas (II)	este	0.1	0.0	(?) 190.0	11.0	3.7
20	San Lucas Tolimán (salida)	este	0.2	0.1	(?) 200.0	11.0	3.8
	<b>Promedio</b>		<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>9.1</b>	<b>10.7</b>	<b>4.1</b>
21	Centro Norte	centro	-	-	(?) 200.0	8.8	8.8
22	Centro Oeste	centro	-	-	5.6	9.0	4.9
23	Centro del Lago	centro	-	0.1	10.0	7.5	5.9
24	Centro Este	centro	0.2	1.3	(?) 187.0	8.4	3.3
	<b>Promedio</b>		<b>0.2</b>	<b>0.7</b>	<b>100.7</b>	<b>8.4</b>	<b>5.7</b>
1	Santa Catarina	alejado	0.1	-	6.8	4.0	3.6
7	Jaibal	alejado	-	-	8.1	2.2	5.2
11	Volcán San Pedro	alejado	-	-	7.5	4.0	5.8
16	La Isla	alejado	-	-	7.1	8.4	7.8
17	Tolimán	alejado	0.1	-	5.4	8.8	4.8
27	San Antonio	alejado	-	-	(?) 190.0	4.8	4.8
28	Finca Tzanpetey	alejado	-	-	(?) 190.0	4.4	4.4
	<b>Promedio</b>		<b>0.1</b>		<b>7.0</b>	<b>5.2</b>	<b>5.2</b>

## **IV. Evaluación de la Situación de Saneamiento Ambiental en la Cuenca del Río Panajachel**

El objetivo de esta evaluación es facilitar a las autoridades locales y nacionales, vecinos de las comunidades, y a organizaciones ambientalistas una visión general de las fuentes de contaminación que afectan a la cuenca del Río Panajachel, además de contribuir con información complementaria como temas de salud, servicios y prioridades de las comunidades.

Considerando que en la cuenca del Río Panajachel se concentra un gran número de habitantes, es un área potencialmente turística y por ende el comercio es muy alto, la cuenca se toma como un área importante para su estudio. Los análisis de calidad de agua indican que la contaminación es muy alta comparada con otras regiones del Lago de Atitlán. La calidad del agua del lago es un indicador agregado de los efectos de los procesos que ocurren en los ecosistemas terrestres dentro la cuenca.

### **1. Metodología**

La metodología empleada en la evaluación de la situación de saneamiento ambiental de la cuenca del Río Panajachel fue la siguiente:

1. Selección de comunidades:

Considerando que a mayor población, mayor descarga de contaminantes, se seleccionaron catorce comunidades localizadas dentro de la sub cuenca. De estas comunidades, diez cuentan con una población mayor de 1000 habitantes; tal como se indica en el Cuadro 1. Además, se seleccionaron comunidades con población menor de 1000 habitantes para hacer una comparación de resultados. Estas comunidades son las siete indicadas en el Cuadro 2.

2. Elaboración de boletas:

La boleta es un instrumento muy común utilizado en el proceso de la caracterización y diagnóstico de un área específica. La boleta es útil en el establecimiento de la base de datos, proveyendo información concreta sobre problemas y necesidades de una comunidad. En la ejecución de una evaluación de una cuenca es necesario elaborar o definir instrumentos por los cuales se obtendrá la participación e información necesaria<sup>4</sup> de los habitantes de la región, además de instituciones ligadas al proceso. Debido a lo anterior se elaboró una boleta la cual incluye información sobre agua, letrinización, drenajes, desechos sólidos, salud,

---

4 "El Manejo de Cuencas en el Proyecto de Desarrollo Agrícola de Guatemala" Julio 1993, AID

además de temas complementarios como lo son participación comunitaria e institucional.

Cuadro 1: Comunidades seleccionadas con población mayor a 1000 habitantes según censo 1994

No.	Comunidad	Municipio	Departamento
1	Nueva Esperanza, Xajaxac	Sololá	Sololá
2	El Adelanto	Sololá	Sololá
3	Chuacruz	Sololá	Sololá
4	Panajachel	Panajachel	Sololá
5	Jucanyá	Panajachel	Sololá
6	Patanatic	Panajachel	Sololá
7	San Andrés Semetabaj	San Andrés Semetabaj	Sololá
8	Concepción	Concepción	Sololá
9	Patzutzún	Concepción	Sololá
10	Panimaché I	Chichicastenango	Quiché

Cuadro 2: Comunidades seleccionadas con población menor a 1000 habitantes según censo 1994

No.	Comunidad	Municipio	Departamento
1	Los Churuneles I	Sololá	Sololá
2	El Progreso	Sololá	Sololá
3	Chuímanzana, El Progreso	Sololá	Sololá
4	Pujujulito	Sololá	Sololá
5	Chuitziyut	Sololá	Sololá
6	Chuisolís	Sololá	Sololá
7	Chuitinamit	San Andrés Semetabaj	Sololá

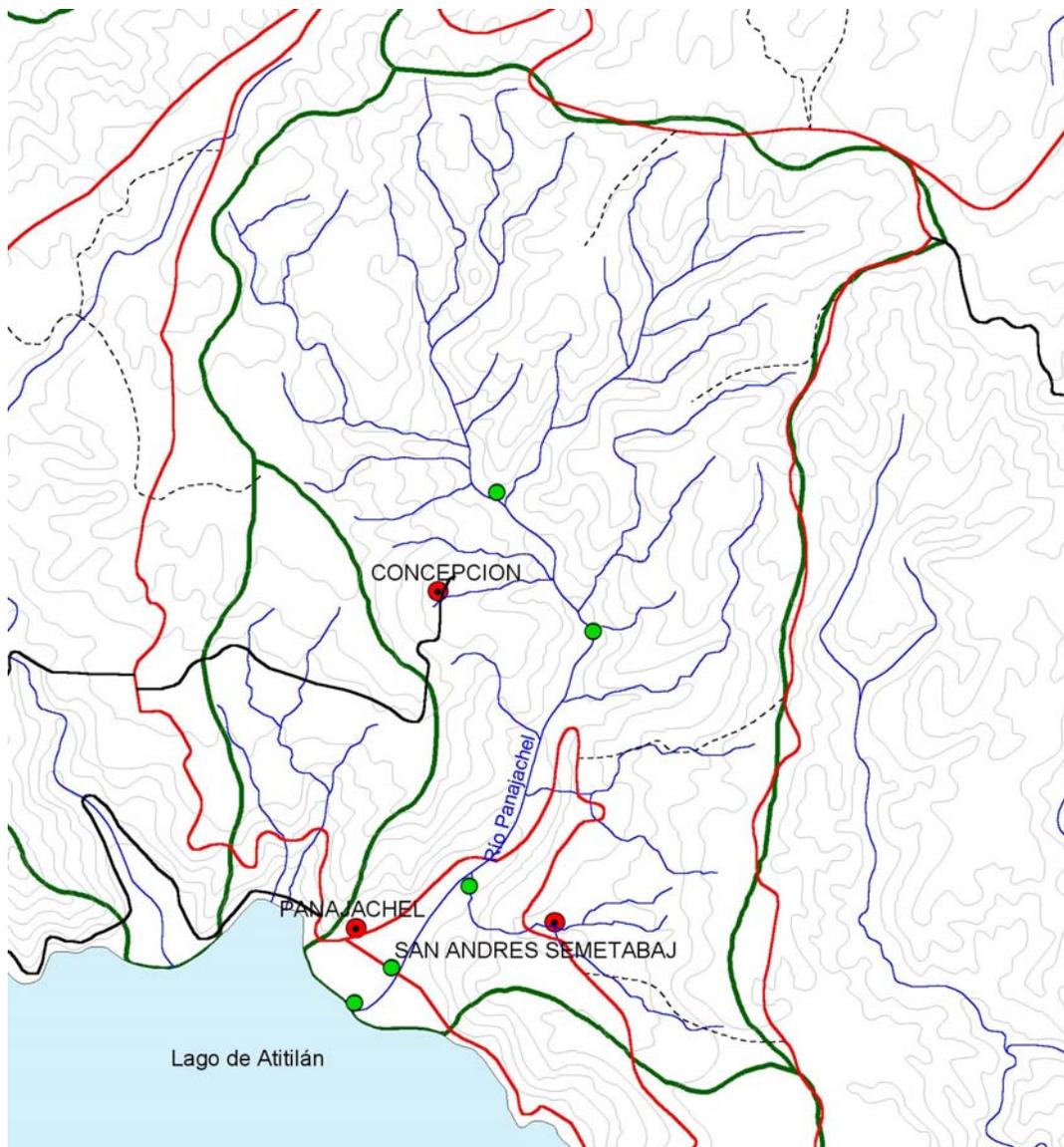
3. Entrevista con representantes de instituciones y vecinos en general:  
Se sostuvieron entrevistas con representantes de cada Municipalidad, Puestos o Centro de Salud, comités y habitantes de las comunidades. El objetivo de la entrevista fue evaluar la situación de cada comunidad por medio de la boleta elaborada.
  
4. Muestreo de puntos estratégicos del Río Panajachel:  
Para evaluar la calidad de agua del Río Panajachel se llevo a cabo un muestreo en cuatro puntos específicos de la trayectoria del río. Los cuatro puntos en donde se realizó el muestreo se encuentran ubicados en:
  - a) Concepción, Sololá
  - b) Finca Santa Victoria
  - c) Puente Panajachel
  - d) Desembocadura Río Panajachel

La información recabada con la boleta y los resultados del muestreo, fueron comparados y analizados para determinar qué efecto tienen las comunidades en la calidad del agua del río.

5. Análisis y discusión de resultados con actores locales:

Los resultados de la evaluación realizada se presentaron el día 2 de agosto de 2002 ante representantes o autoridades de instituciones y grupos locales. Luego, los asistentes se reunieron en tres grupos para discutir la información y priorizar las áreas de trabajo dentro de la sub cuenca. Las sugerencias y conclusiones de este taller se mencionan en la **sección V** del presente documento.

Figura 2: Delimitación de la sub cuenca del Río Panajachel y puntos de muestreo



## 2. Resultados

### 2.1. Actividades Económicas

Las personas que se encuentran en el rango de 10 a 65 años de edad (edad activa), que trabajan o buscan empleo, incluyendo a las personas de sexo femenino se consideran como población económicamente activa<sup>5</sup>. Dentro de las actividades productivas que se realizan en dicha área se encuentran el comercio, actividades forestales, albañilería, trabajo de telares, artesanía, y la agricultura, siendo esta última la actividad predominante en la región. Los datos en el Cuadro 3 fueron proporcionados por los promotores de la delegación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de Sololá.

Cuadro 3. Crecimiento y densidad poblacional por municipio

No.	Municipio	% Crecimiento Poblacional	Densidad Poblacional
1	Concepción	2.5 %	103.15 km <sup>2</sup>
2	Panajachel	3.35%	646.0 km <sup>2</sup>
3	San Andrés Semetabaj	3.2%	212.0 km <sup>2</sup>
4	Sololá	1.90%	46.0 km <sup>2</sup>

#### 2.1.1. Área norte de la sub cuenca

Las comunidades de Pujujulito, Chuitziyut, Chuisolís y Patzutzún, pertenecientes al municipio de Concepción, se encuentran al norte de la sub cuenca; estas comunidades se dedican principalmente a actividades forestales. La calidad del suelo, la pendiente y la escasez de agua que se presenta en dicha región no permiten cultivar hortalizas, solamente se siembra maíz y frijol aprovechando la época de lluvia. Esta situación los ha llevado a que la frontera agrícola se expanda, y los nacimientos de agua se vean afectados por la deforestación y erosión (sea eólica o hídrica), que sufre el suelo al norte de la sub cuenca<sup>6</sup>.

En las comunidades pertenecientes al municipio de Sololá que se encuentran dentro de la sub cuenca del Río Panajachel, el 30.53% de los habitantes se encuentran dentro de la población económicamente activa, con empleos profesionales e intelectuales, técnicos, maestros, empleados de oficinas, etc, el 28.47% se encuentran dentro de la rama del sub empleo, siendo estos los agricultores, industria textil y alimenticia, construcción, comercio por mayor y menor, servicios comunales, organizaciones no gubernamentales, etc. Xajaxac, El Progreso, El Adelanto, Los Churuneles I y Chuacruz, son comunidades que se ubican al norte de la sub cuenca, y donde la pendiente que se presenta no es tan pronunciada, y les permite dedicarse a la agricultura de un 80 al 100%.

<sup>5</sup> Datos proporcionados por los promotores del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

<sup>6</sup> Datos proporcionados por los promotores del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

### *2.1.2. Área centro de la sub cuenca*

Concepción, al igual que las comunidades ubicadas al Norte de la subcuenca, también se dedica a la agricultura en un porcentaje similar. El 55% de la población en Concepción, cuenta con empleo y de dicho porcentaje la mayoría se dedica a la agricultura<sup>7</sup>.

Las comunidades como Chuimanzana (El Tablón), Chuitinamit y Panimaché, en el centro de la sub cuenca, se dedican también a la agricultura en un porcentaje bastante alto como las anteriores. Los agricultores de estas comunidades, cuentan con un calendario anual para el cultivo de maíz<sup>8</sup> que comienza en Febrero con la preparación del suelo. La siembra ocurre a mediados del mes de marzo hasta mayo y junio ocurre la primera limpieza. En julio y agosto se lleva a cabo la fertilización y aporte. Finalmente, de diciembre a enero se cosecha. El cultivo de frijol se lleva a cabo en los meses de diciembre a enero. Referente al cultivo de las hortalizas<sup>9</sup>, estas poseen diferentes épocas de siembra, por ejemplo: la papa se siembra de mayo para agosto, el repollo de julio a septiembre, la zanahoria en junio y julio, la coliflor en agosto y septiembre, y la cebolla de mayo a septiembre entre otras.

Los agricultores utilizan fertilizantes y plaguicidas químicos para lograr buenas cosechas, en las hortalizas utilizan además abono orgánico como la gallinaza y otros desechos orgánicos. Para el maíz y el frijol utilizan fertilizantes químicos, aplicando un quintal de 20 – 20 – 0 (NPK) por cuerda. A la papa se le aplica dos quintales de 15 – 15 – 15 y un quintal de orgánico por cuerda, en el caso de la zanahoria se le aplica dos quintales de 20 – 20 – 0 y dos quintales de orgánico por cuerda.

La comunidad de Patanatic también se encuentra en el centro de la sub cuenca, pero en dicha comunidad la actividad predominante es la albañilería.

### *2.1.3. Área sur de la sub cuenca*

Las comunidades en el Sur de la cuenca incluyen a San Andrés Semetabaj, Panajachel, y Jucanyá. En San Andrés Semetabaj, se dedican en un 80% a la agricultura, y en Panajachel y Jucanyá, el comercio es la actividad predominante, mientras que la agricultura (café y cebolla) se practica poco. En Panajachel, el 71% de la población es económicamente activa, siendo la hotelería y restaurantes la rama de actividad predominante de fuente de empleos (50%), siguiéndole el transporte turístico (10%), el comercio (10%), construcción (15%).

<sup>7</sup> Datos proporcionados por los promotores del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

<sup>8</sup> Plan Comunitario de Desarrollo, Años 2,002 al 2,010. Cooperación Española.

<sup>9</sup> Plan Comunitario de Desarrollo, Años 2,002 al 2,010. Cooperación Española.

Debido a que el terreno que poseen los habitantes de la región es relativamente pequeño y/o no todo el terreno es cultivable, existen muchas personas, especialmente hombres, que migran de las comunidades para trabajar en otras regiones. El municipio de Sololá y la ciudad capital son los principales lugares a donde migran dichas personas, debido a que existe mayor fuente de trabajo, especialmente en negocios como las tiendas de artículos varios.

En el municipio de Sololá, los ingresos mensuales familiares son de Q500.00 para la mano de obra no calificada. Por otro lado, existen empleos de gabinete en oficina donde el sueldo varía. Para Concepción los Ingresos se encuentran entre el rango de Q 600.00 a Q 700.00 mensuales. En Panajachel los ingresos familiares promedio son de Q 900.00 mensuales. En Patanatic predomina el trabajo de albañilería y los jornaleros en dicha actividad devenga Q 25.00 diarios obteniendo ingresos de Q 500.00 mensuales aproximadamente.

Cuadro 4: Comparación de datos por región

Área	Comunidades	Actividad	Observaciones
NORTE	Pujujulito, Chuitziyut, Chuisolís y Patzutzún	Actividades Forestales Siembra de maíz y frijol para consumo propio	- Tienen como limitante pendiente, calidad del suelo, grado de deforestación alta y escasez de agua.
	Xajaxac, El Progreso, El Adelanto, Los Churuneles I y Chuacruz.	Agricultura en un 80 a 100%	- Pendiente no tan pronunciada les permite dedicarse a la agricultura. - Provoca contaminación por fertilizantes y pesticidas
CENTRO	Concepción, Chuitinamit, Chuimanzana, Panimaché I	Agricultura en un 80 a 100%	- Provoca contaminación por fertilizantes y pesticidas.
	Patanatic	Albañilería / Jornaleros	- Por cercanía a Panajachel.
SUR	Panajachel y Jucanyá	Predomina el comercio. La agricultura se practica muy poco.	- Panajachel es un lugar turístico. - En Jucanyá están ubicados muchos chalets.
	San Andrés Semetabaj	Agricultura en un 80%	- Provoca contaminación por fertilizantes y pesticidas.

## **2.2. Manejo y Uso del Suelo**

La cobertura forestal en Concepción es de 8 hectáreas. En la cabecera municipal, el uso de la tierra es eminentemente agrícola ya que se dedican a la agricultura en un 85%, y el uso forestal se da muy poco. Para las comunidades de Chuitziyut, Chuisolís, Pujujulito y Patutzún (pertenecientes a Concepción) no se cumple lo anterior. En dichas comunidades la pendiente del terreno es muy pronunciada, debido a esto el suelo es eminentemente forestal. La deforestación es un problema bastante grave, y esto ocurre debido a incendios provocados intencionalmente o por las rozas por parte de agricultores, además de la tala ilícita de árboles, o por invasión. El 20% de la población total de Concepción extrae madera para la construcción de viviendas anualmente<sup>10</sup>. Existen normativas por parte del CONAP, que a través del Guarda Recurso ejerce control y es respaldado por la municipalidad del lugar.

El 20% de la tierra en Panajachel se utiliza para el uso agrícola, el 40% para área forestal, y el 40% restante para urbanización<sup>11</sup>. La cobertura forestal es de 32 hectáreas cubiertas de bosque mixto. En Panajachel el principal problema de la deforestación es el crecimiento urbano. En el caso de Sololá, el 65% del municipio es usado para la agricultura, y en el 35% restante se pueden observar rodales y áreas para bosque<sup>12</sup>.

## **2.3. Desechos Sólidos**

De acuerdo a datos recabados en la boleta, los desechos sólidos orgánicos constituyen un 70 al 80% del total de desechos generados; el resto lo complementan el plástico, el papel y el cartón, y el vidrio. Aproximadamente cada vivienda genera 100 libras de desechos semanalmente<sup>13</sup>.

Solamente San Andrés Semetabaj, Panajachel y Jucanyá cuenta con un área determinada por la municipalidad para depositar los desechos sólidos. El resto de comunidades al no contar con un área determinada para depositar los desechos sólidos, tienen como opción quemarlos, enterrarlos, usarlos como abono o tirarlos en cualquier parte. Dicha situación obliga a las comunidades a generar botaderos clandestinos, y las áreas mas propensas para los botaderos clandestinos son los barrancos, los surcos de las hortalizas, y las orillas de los ríos. En las comunidades que cuentan con más de 1000 habitantes se presentan mayor número de botaderos clandestinos.

---

10 Diagnóstico del Municipio de Concepción, Sololá. 2002 MARN

11 Datos proporcionados por los promotores del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

12 IDEM

13 Boleta de Trabajo de Campo

El botadero municipal de San Andrés Semetabaj se encuentra a orillas del Río Tzalá justo en donde este se une con el drenaje de dicha comunidad. Esto genera problemas debido a que el río arrastra con él desechos sólidos hasta el Río Panajachel, en donde desemboca. Por otro lado el botadero de Panajachel, se encuentra en alto a la orilla de la carretera y los desechos sólidos son detenidos por medio de un muro de contención. Cuando ocurren descargas, los desechos sobrepasan el muro y llegan hasta la carretera, produciendo contaminación visual, del aire, y por filtración.

En Concepción se estima que se generan 10 metros cúbicos de desechos sólidos diarios, provenientes de domicilios, comercio, agricultura, etc<sup>14</sup>. Existen varios botaderos clandestinos por ejemplo, detrás de la Municipalidad, frente a la escuela.

Según datos de la Delegación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Sololá, en Panajachel se producen 12 metros cúbicos de desechos diarios. Dichos desechos sólidos son recolectados diariamente y son depositados en el botadero municipal en donde se queman. Las tasas de recolección varían de acuerdo al establecimiento, ya sea comercial (de Q.15.00 a Q.35.00), residencial (entre Q.6.00 a Q.25.00) o bien industrial (de Q.25.00 a Q.300.00).

En Panajachel existe un proyecto de reciclaje el cual es manejado por el Comité Pro-Saneamiento Ambiental. Dicho comité ha realizado un convenio con los comercios de la región, los cuales clasifican sus desechos. El material reciclable corresponde a la cooperación de hoteles, restaurantes, oficinas de servicio y casas particulares que en total suman 100 participantes. El proyecto cuenta con un centro de acopio, en donde son almacenados diferentes tipos de desechos sólidos reciclables. Luego son enviados a la ciudad de Guatemala para ser reciclados. El volumen de material reciclable que se ha manejado en el centro de acopio de enero del 2002 para agosto del mismo año es:

- Vidrio 313.5qq
- Plástico 20 qq (aproximadamente 24,000 envases)
- Papel 138 qq
- Latas de aluminio 984 unidades

En Sololá existe un tren de aseo en el área municipal donde la cantidad recolectada es de 100 metros cúbicos semanales de desechos sólidos. Dichos desechos provienen del mercado que funcional los días martes y viernes.

---

14 Diagnóstico del Municipio de Concepción, Sololá. 2002 MARN

## **2.4. Recursos de Agua**

### *2.4.1. Abastecimiento*

A pesar de que en las comunidades ya se ha introducido el agua entubada, la población no cuenta con el servicio al 100%. El agua es bastante escasa, por ejemplo, en Chuacruz y Panimaché que se presenta pocas horas por la mañana. En Chuimanzana, la comunidad no cuenta con nacimientos de agua y el agua que los abastece proviene del Caserío Sacbochol, Los Encuentros y de un pozo localizado en la comunidad. Dicha agua es utilizada básicamente para consumo humano y para limpieza, no recibe tratamiento alguno. Algunas familias hierven el agua antes de consumirla.<sup>15</sup>

Por otro lado en Nueva Esperanza, Xajaxac, se encuentran construyendo un pozo de 500 pies de profundidad para contar con otra fuente de abastecimiento. En las comunidades con menor número de habitantes (<1000), no presentan mayor problema de escasez de agua, por ejemplo en Chuitinamit y Churuneles I cuentan con el servicio entre un 60 y 80%,

En Panajachel y Jucanyá no se presenta mayor problema debido a que cuentan con el servicio al 100% y tienen como fuente de abastecimiento a 14 nacimientos de agua.

Los habitantes de la comunidad de Chuimanzana aseguran que los manantiales han sufrido disminución en su caudal, como consecuencia de la tala inmoderada de los árboles y la falta de protección de los bosques, además el aumento de población lo cual provoca una demanda de suelo y provoca el crecimiento de la frontera agrícola. El anterior problema ocurre en la mayoría de las comunidades.

### *2.4.2. Resultados de análisis químicos y microbiológicos*

El efecto de las principales actividades económicas de las comunidades asentadas dentro de la sub-cuenca del Río Panajachel se puede reflejar en la calidad del agua del río.

La primera muestra de agua se obtuvo en Concepción justo antes del sitio donde el drenaje se conecta con el Río Panajachel. En dicha muestra se halló un alto contenido de nitratos (32mg/l), a comparación de las demás muestras. Esto puede ser un indicador de fertilizantes y pesticidas utilizados en las comunidades asentadas en la parte norte de la sub cuenca y del bajo caudal del río.

---

<sup>15</sup> Plan Comunitario de Desarrollo, Años 2,002 al 2,010. Cooperación Española

Tabla 9: Muestreo en diferentes puntos del Río Panajachel referente a Figura 1

Lugar	pH	Nitratos (mg/l NO <sup>-3</sup> )	DQO (mg/l)	E. coli (NMP/100ml)
Concepción	7.7	32.0		1 x 10 <sup>3</sup>
Finca Santa Victoria	6.0	11.0	12	1 x 10 <sup>3</sup>
Puente Panajachel	7.0	8.6	18	4 x 10 <sup>3</sup>
Desembocadura Río Panajachel	7.2	8.6	29	8 x 10 <sup>3</sup>

Al comparar los resultados de muestreos realizados en Concepción en años anteriores y el presente año, se puede ver un cambio drástico en algunos parámetros (ver Tabla 10). En la investigación realizada a finales de 1998 y principios de 1999<sup>16</sup>, el valor del nitrato es de 27.28 mg/l, lo cual no ha variado significativamente. Se debe tomar en cuenta de que el muestreo de 1998/1999 se realizó en época seca, mientras que la del presente año fue tomada en época lluviosa. Por otro lado, la misma muestra presenta valores de E. coli de  $8.36 \times 10^7$ , valor mayor al de la muestra tomada en el año 2002 ( $1.2 \times 10^3$ ). La primera muestra fue tomada en el cause justo en donde el drenaje se conecta con el río.

Tabla 10: Muestreo del Río Panajachel en diferentes épocas

Concepción	pH	Nitratos (mg/l NO <sup>3</sup> )	Coliformes totales NMP/ml	E. coli NMP/ml	Oxígeno Disuelto
Muestreo diciembre 98 a marzo 99	7.3	27.3	1 x 10 <sup>7</sup>	8x10 <sup>7</sup>	4.5
Datos UVG 25/06/02	7.7	32.0	2 x 10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>3</sup>	8.5

La segunda muestra se obtuvo en la Finca Santa Victoria, en dicho punto el río ya arrastra aguas residuales y tomas de aguas de las comunidades asentadas tanto en el Norte como en el centro de la sub-cuenca. Se observó que, la cantidad de nitratos en la muestra disminuye considerablemente (11mg/l). Puede que lo anterior se debió a la dilución de los contaminantes en el río, debido a que en dicho punto el caudal del río es mayor que en el Norte y, de un punto a otro la concentración de nitratos se diluye en el recorrido del río.

Por otro lado, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en dicha muestra es de 12mg/l lo cual expresa que existe materia orgánica (materia fibrosa) del Río en dicho punto, producto de la escorrentía de riego de las actividades que conllevan la agricultura o por lluvias. Debido a que la mayoría de las comunidades no cuentan con suficiente agua para un sistema de riego, el lavado de las hortalizas es realizado en el río.

<sup>16</sup> Datos de "Estudio de Factibilidad del Complemento del Alcantarillado Sanitario con los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales de origen doméstico de la Ciudad de Concepción", FOGUAMA 1998 – 1999.

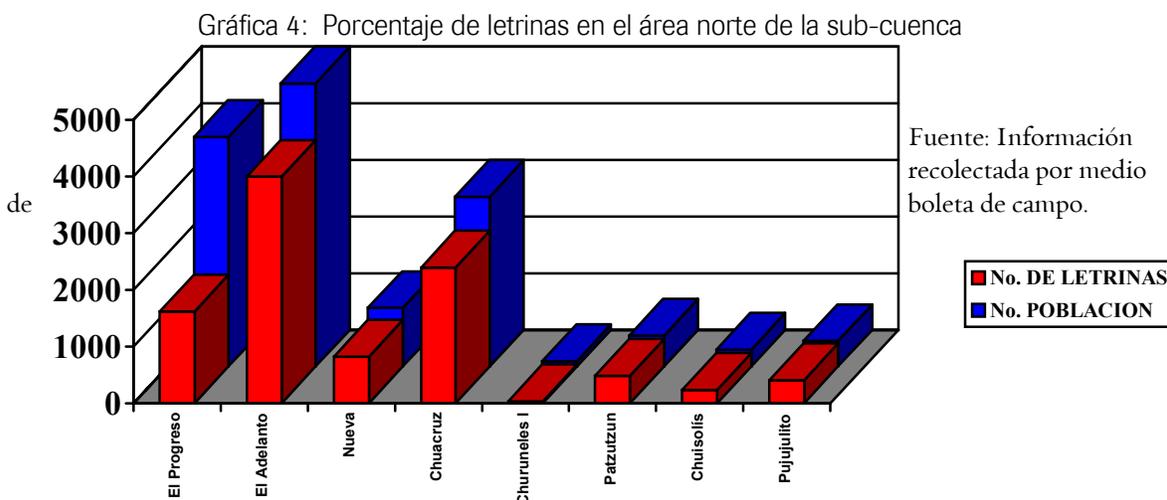
En el Puente Panajachel se obtuvo una tercera muestra del río, justo antes de llegar al casco urbano de dicha ciudad. La cantidad de nitratos es menor a la de la muestra anterior, posiblemente debido a la dilución por efecto del caudal. Por otro lado, el dato de DQO es de 18mg/l, cantidad mayor a la de la muestra tomada en Finca Santa Victoria. Esto resulta porque existen más descargas domésticas o comerciales, y mayor cantidad de materia orgánica. Además, la velocidad del río disminuye considerablemente por la pendiente y en dicho punto, la materia orgánica se estanca. En la desembocadura del Río Panajachel los datos de la muestra para nitratos no varía, pero en DQO se eleva a 28.5mg/l.

### 2.4.3. Letrinización, sistema de drenajes y muestreo

Las comunidades con mayor número de habitantes son tomadas como prioridad para proyectos de desarrollo por las instituciones. Dichas comunidades cuentan con el servicio de letrinización entre un 80 al 90%, y además las letrinas se encuentran en un buen estado.

Las comunidades con menor número de habitantes también cuentan con dicho sistema, pero en algunos casos la cobertura es baja (de un 40 al 60% de la población). Las letrinas se encuentran en mal estado en su mayoría, y esto obliga a los habitantes a hacer sus necesidades al aire libre.

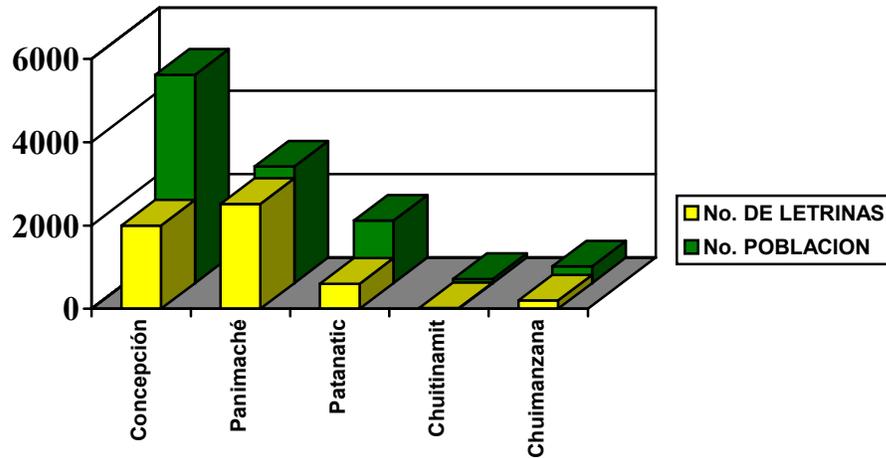
En la Gráfica 4 se observa los porcentajes de letrinas en las comunidades ubicadas en el Norte de la sub cuenca. El Adelanto, Nueva Esperanza y Chuacruz, cuentan con el servicio de letrinización, en buen estado, de un 80 al 90%. Patzutzun, Chuisolís y Pujujulito, también cuentan con el servicio en un 90% pero las letrinas se encuentran en mal estado. Por último, El Progreso y Churuneles I están letrinizados en un 40%. Chuitziyut también se encuentra en la parte Norte, pero no cuentan con sistema de letrinización.



En Concepción un 60% de la población cuenta con letrinas, además poseen sistema de drenajes, a los cuales 287 familias se encuentran conectados actualmente<sup>17</sup>. Estos drenajes desembocan en el Río Panajachel directamente sin contar con un tratamiento previo, lo que causa la contaminación del río en cuestión.

En las comunidades que cuentan con un sistema de letrinas, pero en mal estado, los habitantes se ven obligados a realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, entre la milpa o en los barrancos. Por otro lado, las aguas servidas que son el producto del lavado de la ropa y otras actividades domésticas, corren a flor de tierra, dirigiéndose a los barrancos donde eventualmente llega a ríos y/o riachuelos.

Gráfica 5: Porcentaje de letrinas en el área centro de la sub-cuenca



Fuente: información recolectada por medio de boleta de campo.

La muestra de agua que se obtuvo en Concepción, se tomó justo antes de que el drenaje se uniera con el río. En esta muestra se hallaron cantidades de *E coli* de  $1 \times 10^3$  número de colonias/100ml (Tabla 11), un valor por encima de los parámetros de aguas recreacionales. En la Finca Santa Victoria los datos del análisis realizada con respecto a *E coli*, no varía.

San Andrés Semetabaj cuenta con letrinización en un 15% y sistema de drenajes en un 67%<sup>18</sup>, el cual desemboca en el Río Tzalá. El Río Tzalá arrastra consigo sedimentos y desechos sólidos provenientes del botadero municipal que se encuentra en las orillas, y eventualmente desemboca en el Río Panajachel.

<sup>17</sup> Datos proporcionados por los promotores del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

<sup>18</sup> Diagnóstico del Municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá. 2002 MARN

Las comunidades anteriormente descritas no cuentan con ningún sistema para manejar aguas residuales. Debido a que la mayoría, principalmente las comunidades ubicadas al norte de la sub-cuenca son comunidades dispersas, la implementación de un sistema para manejo de aguas residuales sería muy costoso.

Las comunidades de Panajachel y Jucanyá cuentan con letrinización en entre un 10 al 20%; además cuentan con un sistema de drenaje con el 62% de los hogares conectados. Ambas comunidades están conectadas a la misma planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en Jucanyá. La planta es de beneficio, debido a que disminuye considerablemente la cantidad de sólidos, pero no así patógenos.

La calidad del agua del Río Panajachel justo antes de entrar al casco urbano de la comunidad bajo el mismo nombre, lleva concentraciones de DQO de 18mg/l y  $4 \times 10^3$  colonias por cada 100 ml de *E. coli*. Luego el río se separa en diferentes tomas una de ellas es Tzanjuyú y otra llamada Jucanyá. Las tomas al salir del casco urbano, presentan altas concentraciones de DQO (300mg/l para Jucanyá), y para las bacterias de *E. coli* el valor es mayor de  $2 \times 10^6$  (ver Tabla 11).

Tabla 11: Análisis de tomas del río

Lugar	pH	Fosfatos (mg/l PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	DQO (mg/l)	E. coli (NMP/100ml)
Tzanjuyú	7.8	2.2		$> 2 \times 10^6$
Jucanyá	6.0	1.1	300	$> 2 \times 10^6$
Entrada Planta	7.0	9.0	500	$1 \times 10^7$
Río Panajachel	7.2	0.3	18	$4 \times 10^3$

Estos datos son muy similares a la muestra tomada en la entrada de la planta de tratamiento de aguas negras. Las muestras indican que las tomas de agua que originalmente eran agua de lluvia y de río, ahora son mezcladas con aguas servidas, y estas tomas desembocan directamente al Lago de Atitlán.

## 2.5. Salud y Educación Ambiental

Las comunidades en donde existen Puestos de Salud son San Andrés Semetabaj, Concepción, Chuacruz, Patutzún y Panimaché. Otras comunidades cuentan con Centro de Convergencia, entre ellas están: Churuneles I, Patanatic, Chuitinamit y El Adelanto. Por otro lado, la única comunidad que cuenta con un Centro de Salud y sanatorios privados es Panajachel. Además de los Puestos de Salud y Centros de Convergencia, los habitantes de la región tienen como opción visitar a comadronas y/o

curanderos. La mayoría de veces los partos son atendidos por comadronas, puesto que las mujeres embarazadas prefieren ser atendidas por una persona que hable su idioma.

En los Centros de Convergencia actualmente hay problemas, debido a la falta de equipo y de medicina, y que se ofrece da consulta en dichos lugares solamente una vez al mes. Esta situación obliga a las personas a asistir a Puestos de Salud de comunidades cercanas y si las enfermedades son graves, a acudir al Hospital Nacional, que se encuentra ubicado en la cabecera departamental de Sololá. En los Puestos de Salud también hay problemas por falta de equipo y de medicina y no cuentan con médicos sino con auxiliares de enfermería. La prioridad de dichos Puestos de salud es de prevenir enfermedades. Por otro lado, no cuentan con información estadística sobre morbilidad, mortandad, nacimientos por año.

Además de los problemas ya planteados y otros datos similares, los habitantes de las comunidades de la región, identifican como problemas de salud la contaminación generada por los desagües a flor de tierra, la falta de conocimiento, la falta de servicios básicos, la pobreza y la dificultad de comprar medicinas.

En cuanto a datos de morbilidad, las enfermedades más tratadas en los Puestos y Centro de Salud son:

- Las que atacan al Sistema Respiratorio:
  - Resfriado común,
  - Amigdalitis,
  - Neumonía,
  - Infecciones de garganta y oídos, etc.
  
- Las enfermedades que atacan el Sistema Digestivo:
  - Parasitismo,
  - Diarrea,
  - Disentería,
  - Infección intestinal,
  - Amebiasis,
  - Anemia, etc.
  
- Otras:
  - Pediculosis (referente a los piojos),
  - Infecciones de la piel,
  - Infecciones del tracto urinario, etc.

Para el caso de mortalidad, las enfermedades más comunes son:

- Neumonía
- Senilidad

- Úlcera crónica
- Golpes internos
- Diarrea y vómito

Para Panajachel, las causas de muerte varían, y son muy comunes las enfermedades derivadas de la ingerencia del alcohol como la cirrosis, alcoholismo crónico, etc., además de los accidentes y heridas por proyectil de arma de fuego o arma blanca.

En Concepción la esperanza de vida al nacer es de 65 años, para Panajachel es del 92.26%, y para Sololá es de 64 años<sup>19</sup>.

### *2.5.1. Campañas sobre salud y medio ambiente*

Existen iniciativas sobre Campañas de Salud Ambiental; por ejemplo, el personal en los Puestos de Salud realiza campañas directas con las personas que llegan a consulta diariamente, haciendo énfasis en el aseo personal, cloración del agua para consumo, etc. Por otro lado realizan campañas para vacunar y desparasitar a los perros.

En cuanto a Educación Ambiental, en Panajachel existe un programa por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), dirigido a las escuelas sobre la importancia del reciclaje; este programa transmite mensajes de concientización por radio y cable. Además existe un proyecto de reciclaje que es manejado por el comité Pro - Saneamiento Ambiental en donde participa el comercio, y que se trata de difundir a todo el municipio.

En San Andrés Semetabaj, el MARN junto con la Cooperación Española ha implementado un programa que educa sobre la importancia de los recursos naturales, clasificación de los desechos sólidos, y promueve la celebración de fechas como el día del árbol, entre otros.

En los demás municipios, el MARN, imparte talleres de capacitación que tratan temas sobre la importancia de los recursos naturales, la reforestación, importancia del reciclaje, e incluso elaboran manualidades. Además, el MARN trabaja con el Ministerio de Salud Pública, la Municipalidad, y otros, para profundizar en diferentes temas y tener más alcance y difusión.

---

<sup>19</sup> Datos proporcionados por los promotores del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

### **3. Conclusiones**

Debido a que la población desconoce las consecuencias de la problemática por la que atraviesa la región se considera de alta prioridad la educación ambiental. Es importante proporcionar educación a la población, generar y difundir tecnologías agrícolas y agroforestales sustentables acorde con las condiciones naturales, económicas y socioculturales del área. Por otro lado, es de suma importancia la capacitación de la población, promoviendo y apoyando la creación de pequeñas empresas relacionadas con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, actividades agroforestales, turismo sostenible, como también desarrollar cursos de capacitación a pobladores en actividades productivas complementarias que tiendan a generar más ingresos.

A estas iniciativas se les debería de dar más apoyo y seguimiento, e implementarlas en las demás comunidades. Por ejemplo, en cuanto al tema de salud, se podría capacitar al personal sobre el uso de la medicina natural y asignar personal de enfermería a Centros de Convergencia y Puesto de Salud. Respecto a la preservación del ambiente se pueden implementar programas de estufas mejoradas para la protección del bosque, y programas de letrinización para evitar desagües a flor de tierra, y por consiguiente la contaminación de cuerpos de agua.

Por medio de la concientización de la población se podría dar un gran paso en cuanto a la situación de saneamiento ambiental de la región; al estar concientes de la situación se ven obligados a hacer algo al respecto.

## **V. Validación de Resultados y Priorización de Actividades Futuras**

El día 2 de agosto del 2002, se llevó a cabo un taller en las instalaciones del campus de la Universidad del Valle de Guatemala del Altiplano, Sololá, en donde se presentaron los resultados tanto del muestreo del Lago de Atitlán como del Río Panajachel. Se invitó a entidades locales involucradas en el tema, y al finalizar la presentación se reunieron en tres grupos para discutir los resultados y presentar diferentes propuestas u opiniones.

Los grupos de trabajo expresaron los siguientes puntos de vista:

### **1. Áreas geográficas prioritarias de acción**

- Panajachel, sobre todo la cuenca alta, debido a que el problema empieza desde los poblados ubicados en dicho lugar. San Pablo, San Andrés, San Lucas Tolimán y monitoreo del área de Santiago, en la bahía y cerca de la bomba (parte Sur). Realizando estudios de suelos, topográficos, población, servicios, etc. dichas regiones son muy diferentes una de la otra.
- En San Lucas Tolimán se debería regularizar la construcción de pozos en cada hogar, la Municipalidad debería hacer un pozo comunal y distribuir el agua. Esto reduce costos, y además a mediano plazo evitaría problemas legales con respecto a la legislación de aperturas de pozos.
- Educación y concientización
- La problemática debe atacarse en 2 áreas:
  - técnica (estudios limnológicos y topográficos)
  - político – social (integración de las municipalidades con énfasis en las áreas Norte y Sur).

### **2. Opiniones sobre la situación actual de saneamiento en Atitlán**

- Se deben cerrar las tomas de agua en Panajachel, antes existían hortalizas en dicho lugar, ahora ya no. En el casco urbano las tomas de agua se encuentran a flor de tierra y esto permite que se le incorpore el agua de lluvia y desechos sólidos. Por otro lado, las casas que han sido edificadas recientemente no se encuentran conectadas al drenaje, solamente las viviendas antiguas. La comunidad está al tanto de la problemática, pero no se hace nada al respecto. Se debe identificar las rutas del agua (negras, grises, pluviales y la red de desagües).
- En San Juan: los drenajes han sido cancelados, ahora se encuentran funcionando fosas sépticas. Esto continúa el debate de fosas sépticas vrs. Drenajes. Se debe tomar en cuenta el tamaño de la comunidad y la densidad poblacional.
- Los resultados obtenidos son herramientas para la toma de decisiones. Como por ejemplo: Regulaciones por municipio en relación al tratamiento de agua y desechos sólidos, estudios por comunidad sobre conveniencia de plantas de tratamiento o fosas sépticas

- Ampliar la información respecto a las épocas y estudios realizados, para la comparación de datos y así determinar el grado de avance y relacionarla con la información económica para lograr identificar o cuantificar las pérdidas ocasionadas.
- Se debe compartir la información obtenida, analizarla y discutirla siendo esta clara y concreta. Principalmente se debe proporcionar la información a las Municipalidades, para que estén al tanto de la situación de sus comunidades. Además se debe difundir resultados de una forma sencilla y accesible a la población, por ejemplo en la radio.
- Priorizar puntos de muestreo en el lago y considerar estudios anteriores, ejemplo el de Weiss.
- Unificar los estudios realizados
- Propiciar encuentros de las autoridades municipales del Lago.
- Buscar alternativas de acuerdo a las posibilidades de las municipalidades para que sean factibles, por ejemplo: En área urbana debe existir planta de tratamiento de aguas residuales, y en población dispersa debe haber fosas sépticas. Diseñar adecuadamente las plantas y los drenajes.
- Fortalecer el ámbito educacional, participativo e informativo, lo cual conducirá al compromiso efectivo de la comunidad. Esto va ligado a la concientización de la población haciendo énfasis en el área económica, técnica y el efecto directo de la contaminación sobre la población y/o nivel de vida.

### **3. Opinión**

- Estudiar las alternativas (profundizarlas), por ejemplo en las tomas de drenaje al lago. Se deben cerrar las tomas de agua en Panajachel, antes existían hortalizas en dicho lugar ahora ya no. En el casco urbano las tomas de agua se encuentran a flor de tierra y esto permite que se le incorpore el agua de lluvia y desechos sólidos. Por otro lado las casas que han sido edificadas recientemente no se encuentran conectadas al drenaje, solamente las viviendas antiguas. La comunidad está al tanto de la problemática, pero no se hace nada al respecto. Se debe identificar las rutas del agua (negras, grises, pluviales y la red de desagües).
- Difundir investigaciones y trabajos realizados en la región, analizando los efectos en salud pública vrs el problema de agua y mostrar efectos. Además al estar los habitantes informados de la situación de su región, se sienten obligados o responsables a actuar.
- El difundir la información es una ventaja siempre y cuando se realice en forma muy explícita, tomando en cuenta el grado de analfabetización del área, términos a utilizar, etc.
- Coordinación interinstitucional para no duplicar esfuerzos, y así se pueda avanzar en temas de interés. Por ejemplo, el fortalecimiento de los programas de educación ambiental, campaña sobre salud ambiental (salud vrs actividades o la optimización del uso de los recursos).

- Existe una oposición al agua clorada por sabor, la solución a dicho problema es un plan educativo.
- Existe un conflicto porque la contaminación del norte afecta al consumo del sur. Hay que coordinar acción Norte – Sur y normalizar regionalmente. La parte Sur se dedica a actividades agrícolas existiendo contaminación por fertilizantes y pesticidas, por ejemplo cultivos de café. Por otro lado la parte Norte se dedica mayormente al comercio y al turismo ocasionando contaminación por desechos sólidos y mayor cantidad aguas residuales descargando al Lago.
- La extrema pobreza hace difícil tener tratamiento de desechos. El café de San Lucas no pertenece a los locales, sino que son plantaciones de café cuyo propietarios son dueños de fincas (latifundistas).
- Valorización del recurso hídrico.
- Existe corrupción, los habitantes de las comunidades están consientes de ello, y responsabilizan a las autoridades. Esta situación no permite que las personas participen, debido a que piensa que las actividades que realicen serán en vano.
- Existe problemas de ordenamiento territorial en Panajachel.

## **VI. Recomendaciones**

Las siguientes recomendaciones fueron aportadas por los asistentes al taller realizado en la UVG Altiplano:

1. Se debe ampliar la información respecto a las épocas y estudios previos realizados, para comparar datos y así determinar el grado de avance de la contaminación; relacionar los datos de calidad de agua con la información económica para lograr identificar o cuantificar las pérdidas ocasionadas.
2. Se debe compartir la información obtenida, analizarla y discutirla en forma clara y concreta. Principalmente se debe proporcionar la información a las municipalidades, para que conozcan la situación de sus comunidades. Además, se deben difundir los resultados de una forma sencilla y accesible a la población, por ejemplo en la radio.
3. Unificar los estudios realizados a la fecha por los diferentes investigadores en un solo reporte.
4. Propiciar encuentros de las autoridades municipales del Lago ya que la problemática debe atacarse en dos áreas:
  - técnica (estudios limnológicos y topográficos)
  - político-social (integración de las municipalidades)
5. Buscar alternativas de acuerdo a las posibilidades de las municipalidades para que sean factibles. Por ejemplo: en áreas urbanas grandes deben implementarse plantas de tratamiento de aguas residuales, y en poblaciones dispersas es mejor usar fosas sépticas. Se debe diseñar adecuadamente las plantas de tratamiento y los drenajes.
6. Fortalecer el ámbito educacional, participativo e informativo, lo cual conducirá al compromiso efectivo de la comunidad. Esto va ligado a la concientización de la población haciendo énfasis en el área económica, técnica y el efecto directo de la contaminación sobre la población y/o nivel de vida.
7. Difundir investigaciones y trabajos realizados en la región, analizando los efectos en salud pública versus problema de agua, mostrando la relación de causa y efecto. Al estar los habitantes informados de la situación en su región, se sienten obligados o responsables de actuar.
8. Mejorar la coordinación interinstitucional para no duplicar esfuerzos, y así se pueda avanzar en temas de interés. Por ejemplo, el fortalecimiento de los programas de educación ambiental, campañas sobre salud, optimización del uso de los recursos, entre otros.

## VII. Bibliografía

Basterrechea S. A. 1993. *Estudio técnico para la recategorización del Parque Nacional Atitlán*. Asociación de Amigos del Lago de Atitlán. Guatemala

Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropriada CEMAT. 2001. Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental –SIGA- Componente Guatemala. 356 pp.

INSIVUMEH. 1988. *Informe Hidrológico Preliminar del Lago de Atitlán: Variaciones del Nivel*. Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas. Guatemala.

Instituto Nacional de Estadística. 1995. *Características generales de población y habitación. X Censo de Población y V de Habitación*. INE.

Montúfar Echeverría, E. 1990. *Priorización de Subcuencas de la cuenca del Lago de Atitlán*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Prando, R. R. 1996. *Manual, Gestión de la Calidad Ambiental*. OEA, GTZ. Piedra Santa. Guatemala

FUNCEDE, 1997. *Diagnóstico del Municipio de San Andrés Semetabaj, Departamento de Sololá*.

FUNCEDE, 1997. *Diagnóstico del Municipio de Concepción, Departamento de Sololá*.

FUNCEDE, 1997. *Diagnóstico del Municipio de Sololá, Departamento de Sololá*.

FUNCEDE, 1997. *Diagnóstico del Municipio de Panajachel, Departamento de Sololá*.

Hudson, J.J., W.D. Taylor y D.W. Schindler. 2000. *Phosphate concentrations in lakes*. Nature, Vol. 406: 54-56

Wagner, T. *Contaminación, Causas y Efectos*. Edición Gernika. México, 1996

Cooperación Española. 2001. *Plan Comunitario de Desarrollo del Caserío Central y El Progreso, Cantón Xajaxac, del municipio y departamento de Sololá, años 2002 – 2010.*

Cooperación Española. *Plan Comunitario de Desarrollo del Caserío El Adelanto, Cantón Pujujil II del Municipio y departamento de Sololá, años 2002 – 2010.*

Cooperación Española. Plan Comunitario de Desarrollo del Caserío Chuimanzana, Cantón El Tablón del Municipio y departamento de Sololá, años 2002 – 2010.

Cooper, C.M. 1993. Biological Effects of Agriculturally Derived Surface Water Pollutants on Aquatic Systems. *Journal of Environmental Quality* 22:402-408

Environmental Protection Agency (US EPA).1990. The Lake and Reservoir Restoration and Guidance Manual. Second Edition. EPA 440/4-90-006

Environmental Protection Agency. 1999. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual – Lakes and Reservoirs.

Herrera, K.L. 1999. *Indicadores biológicos de la calidad del agua del río Polochic y de la integridad biológica del lago de Izabal*. Tesis de Maestría en Estudios Ambientales. Universidad del Valle de Guatemala.

## Anexo

Tabla 12: Parámetros fisicoquímicos medidos en el Lago de Atitlán

Item #	Parámetros Físicos	Unidades
1	Color aparente	Unidades Pt-Co
2	Color verdadero	Unidades Pt-Co
3	Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$
4	Olor en frío	Organoléptico
5	Olor a 60 °C	Organoléptico
6	pH (laboratorio)	Unidades pH
7	Sólidos disueltos totales	mg/L
8	Sólidos en suspensión	mg/L
9	Temperatura de análisis	°C
10	Turbiedad	UNT
Item #	Parámetros Químicos	Unidades
11	Acidez	mg/L $\text{CaCO}_3$
12	Alcalinidad debida al bicarbonato	mg/L $\text{CaCO}_3$
13	Alcalinidad debida al carbonato	mg/L $\text{CaCO}_3$
14	Alcalinidad debida al hidróxido	mg/L $\text{CaCO}_3$
15	Alcalinidad total	mg/L $\text{CaCO}_3$
16	Calcio	mg/L Ca
17	Dióxido de carbono	mg/L $\text{CO}_2$
18	Dureza de calcio	mg/L $\text{CaCO}_3$
19	Dureza de magnesio	mg/L $\text{CaCO}_3$
20	Dureza total	mg/L $\text{CaCO}_3$
21	Magnesio	mg/L Mg
22	Manganeso total	mg/L Mn
23	Sulfatos	mg/L $\text{SO}_4^{-2}$
24	Hierro total	mg/L Fe
25	Nitratos	mg/L $\text{NO}_3^{-}$
26	Nitritos	mg/L $\text{NO}_2^{-}$
27	Fosfatos	mg/L $\text{PO}_4^{-3}$