

calidad del agua  
*del*

Lago de Atitlán, Guatemala

2002



Programa Guatemala  
12 avenida 14-41, zona 10  
Colonia Oakland  
Guatemala, Guatemala 01010  
Centroamérica  
(502) 2.367.0480  
[nature.org](http://nature.org)



Esta publicación ha sido posible gracias al respaldo de la Oficina de Desarrollo Sostenible Regional, División de América Latina y el Caribe de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, y de The Nature Conservancy, conforme a las condiciones de la Donación No. EDG-A-00-01-00023-00. Las opiniones expresadas aquí pertenecen a los autores, y no necesariamente reflejan las de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, ni las de The Nature Conservancy.

# calidad del agua del Lago de Atitlán, Guatemala

2002

Universidad del Valle de Guatemala (UVG)  
Asociación Vivamos Mejor  
Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)  
The Nature Conservancy (TNC)

*Este trabajo fue hecho por UVG, Asociación Vivamos Mejor, CONAP, y TNC como parte del Proyecto Volcanes de Atitlán del programa Parques en Peligro, que es ejecutado por TNC y financiado por USAID.*

**autores:** Dr. Edwin Castellanos, UVG  
M.S. Nancy Girón de Masaya, UVG  
Lic. Maricruz Álvarez de Mejía, UVG  
Lic. María Beatriz López, UVG  
Mercedes España, UVG

**revisor:** John Beavers, TNC

**fotografía:** Estuardo Secaira, TNC

**colaboración técnica:** The Nature Conservancy (TNC), Programa Guatemala  
INFOM  
Asociación Amigos del Lago  
AMSCLAE

Servicios y Productos Ambientales (SEPRA)  
Programa de Química Analítica Ambiental, UVG  
Unidad de Entrenamiento en Entomología Médica (MERTU)  
Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC)

**apoyo financiero:** United States Agency for International Development (USAID)  
*por medio del*

Programa Parques en Peligro  
Acuerdo Cooperativo USAID-TNC #EDG-A-00-01-00023-00



# contenido

resumen	1
antecedentes	3
descripción del área de estudio	3
información existente	6
objetivos	7
diagnóstico de la calidad del agua del Lago Atitlán	8
metodología	8
resultados y discusión	12
saneamiento en el Río Panajachel	29
metodología	29
resultados	33
conclusiones	48
validación de resultados y prioridad de actividades futuras	49
áreas geográficas prioritarias de acción	49
opiniones sobre la situación actual de saneamiento en Atitlán	50
opinión	51
recomendaciones	53
bibliografía	55
anexo: parámetros fisicoquímicos medidos en el Lago de Atitlán	57

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, la belleza natural, y la riqueza cultural de esta región se han visto influenciados, y hasta amenazados, por diversas actividades humanas que se realizan y que se han incrementado en manera considerable en años recientes. En apoyo a la iniciativa de saneamiento ambiental de esta región, la UVG ha iniciado un esfuerzo integral de monitorización de la calidad de agua del lago con el fin de obtener un diagnóstico de su situación actual. En la actualidad, la monitorización de calidad de agua se enmarca en el Proyecto Volcanes de Atitlán, coordinado por la organización The Nature Conservancy (TNC) y financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

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 con base en

muestreos 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.

medidas tomadas en cada punto de muestreo	
<b>parámetros físicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pH</li> <li>● temperatura</li> <li>● conductividad</li> <li>● oxígeno disuelto</li> <li>● transparencia del agua (usando disco de Secchi)</li> </ul>
<b>análisis microbiológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● coliformes totales</li> <li>● <i>Escherichia coli</i></li> </ul> (colectando muestra a 1 m de profundidad)
<b>análisis físico-químico</b>	(27 parámetros)

Este reporte se enfoca en la información de cuatro eventos de muestreo, la cual ha sido tabulada en una base de datos y usada para identificar áreas de contaminación y para priorizar 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 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 recibiendo alto

impacto de diversos tipos de contaminación, en especial bacterial.

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 Panajachel es uno de los tributarios más importantes del lago. Previo a desembocar en el lago 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 (uso de 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 la monitorización frecuente de los diversos puntos donde se hicieron muestreos, dando un seguimiento y procurando establecer las tendencias o comportamiento del lago en diferentes épocas del año. Además, 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.

La cuenca del Lago de Atitlán se encuentra en el altiplano del país.

## descripción del área de estudio

ubicación geográfica	
<b>longitud</b>	entre 91°06'55" y 91°17'18" oeste
<b>latitud</b>	entre 14°36'26" y 14°44'53" norte

límites geográficos	
<b>norte</b>	cuenca del río Motagua
<b>este</b>	cuenca del río Madre Vieja
<b>sur y suroeste</b>	cuenca del río Nahualate

dimensiones		
<b>cuenca del lago</b>	extensión	541 km <sup>2</sup>
	elevación promedio	2,520 msnm
<b>espejo de agua</b>	extensión	aprox. 125 km <sup>2</sup>
	profundidad máxima	320 m
	profundidad promedio	aprox. 190 m

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.

ríos de la cuenca (hay alrededor de 160 ríos dentro del área)	
<b>principales</b> (permanentes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Panajachel</li> <li>● Quiscab</li> </ul>
<b>importantes</b> (no permanentes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Xesuj</li> <li>● Jaibalito</li> <li>● Pampatin</li> <li>● Pasiguan</li> <li>● Catarata (permanente)</li> <li>● San Buenaventura</li> <li>● Nimayá</li> </ul>

<b>principales accidentes geográficos alrededor del lago</b>	
<b>nombre</b>	<b>elevación (msnm)</b>
Volcán Atitlán	3,535
Volcán San Pedro	3,020
Volcán Tolimán	3,158
Cerro Paquixtán	2,455
Cerro San Marcos	2,918
Cerro Chuiraxamoló	2,732
Cerro La Paz	2,713
otros	

Debido a la forma y geología del lago se considera que es una caldera volcánica. La parte norte está 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. En su mayoría, la parte sur está formada por rocas volcánicas, material lahárico, y tobas.

<b>las 4 zonas de vida en el área</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● bosque muy húmedo montano bajo</li> <li>● bosque húmedo montano bajo</li> <li>● bosque muy húmedo montano</li> <li>● bosque muy húmedo subtropical cálido <i>(el que tiene mayor diversidad de especies)</i></li> </ul>

La biodiversidad de esta área presenta cuatro zonas de vida que poseen diferencias en su estructura y composición florística.

<b>especies del área en peligro de extinción</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● epifitas</li> <li>● pinabete</li> <li>● cerezo</li> <li>● pavo de cacho</li> <li>● quetzal</li> <li>● pajuil</li> <li>● puma</li> <li>● ocelote</li> <li>● otras</li> </ul>

Estas zonas de vida son muy importantes en la ruta de varias especies migratorias, y además acogen gran diversidad de flora y fauna.

Cientos de miles de habitantes, descendientes de las culturas tzutuhil y kakchiquel, han vivido en el área durante siglos debido a las múltiples riquezas de ella. En tiempos recientes, el turismo local y extranjero ha sido atraído no solo por el hermoso paisaje, sino por las 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 (INE, 1994). 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.

#### usos humanos del agua en el área

- consumo doméstico
- recreación
- alimentación (pesca)
- agricultura
- *etc.*

Por desgracia, 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.

#### contaminantes del lago

- 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.

## *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 es posible que desde antes) se han realizado varias investigaciones (Weiss, Bastarrechea, LaBastille, Iturbide, Vivamos Mejor, Amigos del Lago, USAC, UVG, *etc.*) para determinar la calidad del agua del lago. Algunas de estas investigaciones han evaluado y relacionado diversos aspectos (biológicos, fisicoquímicos, geológicos, económicos, *etc.*); otras se han enfocado en unos cuantos parámetros. Todas constituyen una valiosa fuente de información, pero mucha de esta información no se da a conocer. Estos reportes son pocas veces

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 que los estudios siguen diferentes métodos.

Desde el año 2001, la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) ha iniciado una monitorización 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. Se planifica continuar realizando cuatro muestreos por año.



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 monitorización 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



# diagnóstico de la calidad del agua del Lago Atitlán

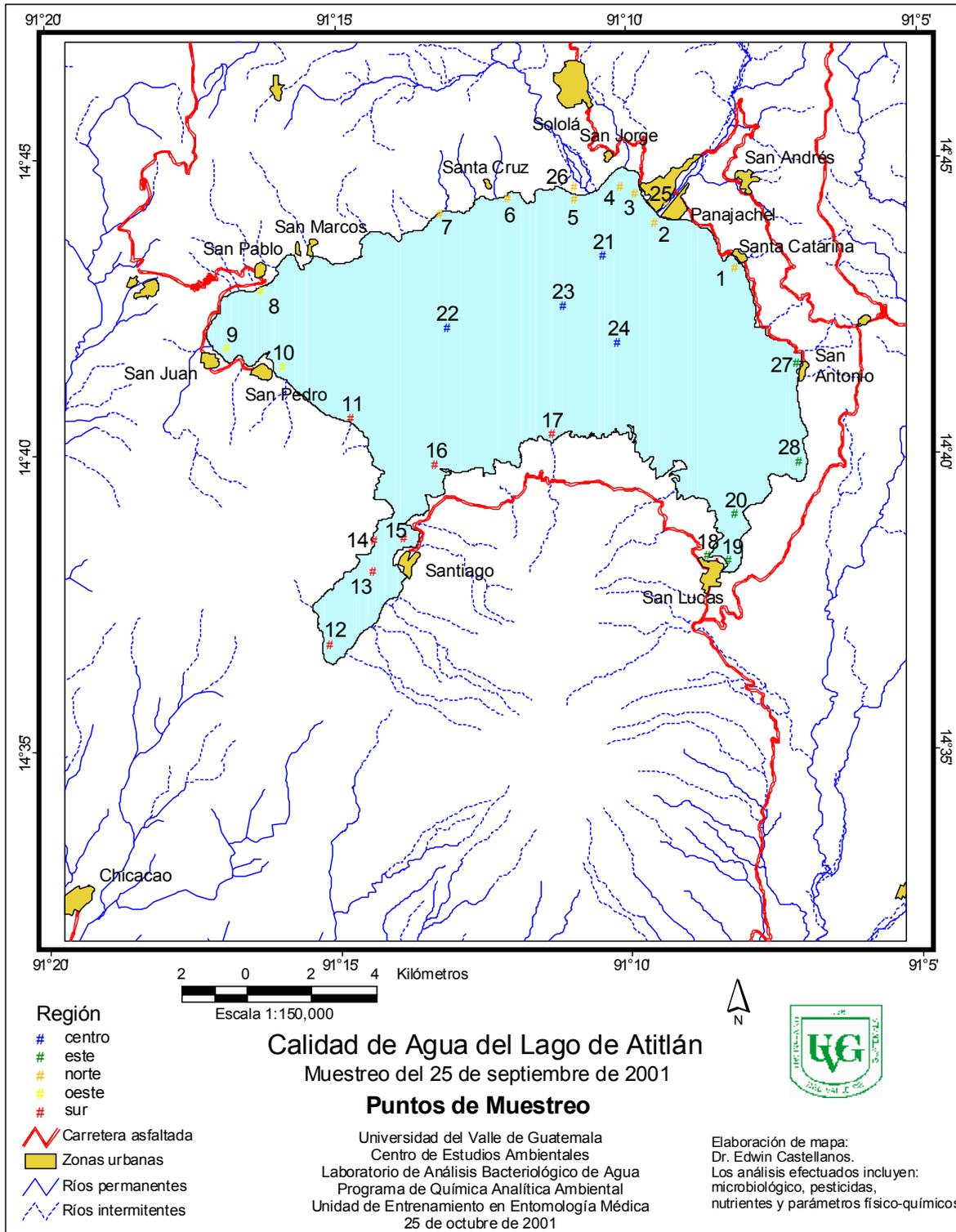
## metodología

El muestreo de las aguas del lago de Atitlán se llevó a cabo en abril (durante la época seca) y en julio / septiembre (época lluviosa) para los años 2001 y 2002. Los puntos de muestreo fueron seleccionados con base en los muestreos hechos por C. Weiss en 1968 y por la asociación Vivamos Mejor en 1999 (**mapa 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 (baja contaminación).

La ubicación geográfica de los puntos para la toma de muestras de agua fue realizada usando el GPS (Global Positioning System – sistema de ubicación global). Los datos de latitud, longitud, y altitud fueron anotados en esta forma e ingresados en una base de datos para después ser exportados a un sistema de información geográfica (SIG). Los puntos de georeferencia permiten su relación y visualización con la información ya colectada (**mapa 1**).



**mapa 1: puntos de muestreo**



### regiones de los puntos de muestreo

- norte
- sur
- este
- oeste
- centro
- puntos alejados de poblados

Para el análisis y comparación de resultados categorizamos los puntos de muestreo por regiones.

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 tomamos varias medidas *in situ* de parámetros físicos: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, y la transparencia del agua.

### equipo portátil usado para las mediciones

cantidad	instrumento	marca	modelo
1	conductímetro y oxímetro	Yellow Springs	85
1	medidor de pH	Hatch	EC 10 Portable 50050
1	disco de Secchi	-	-

Además, en cada punto colectamos una muestra a una profundidad de un metro.

### muestra de agua

cantidad	propósito	lugar del análisis
500 ml (en botellas esterilizadas)	análisis microbiológico (coliformes totales y <i>E. coli</i> )	Laboratorio de Agua, Centro de Estudios en Salud, Universidad del Valle de Guatemala, Ciudad Guatemala
500 ml	análisis físico-químico	laboratorios del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), Ciudad Guatemala

Las muestras colectadas fueron transportadas a la ciudad de Guatemala siguiendo el método estándar de la APHA, conocido y muy usado por el personal a cargo de la colecta. En Guatemala, se hizo el análisis biológico de las muestras con el método COLILERT®, el cual es una

modificación del método del Número Más Probable (NMP). Este se basa en la técnica de sustrato definido, que determina de manera cuantitativa la presencia /ausencia de las bacterias coliformes y *Escherichia coli*.

**cuadro 1: localización y categorización de puntos de muestreo**

#	sitio	región	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	Volcán 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	Volcán Tolimán	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 de 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

## resultados y discusión

### 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 (**cuadros 2 y 3**).

**cuadro 2: promedio de resultados de análisis microbiológico por región**  
(promedio de cuatro muestreos)

región	coliformes totales (NMP/100 ml)	<i>E. Coli</i> (NMP/100 ml)
norte	4,247	729
oeste	562	7
sur	557	4
este	430	185
centro	361	0

En el primer muestreo (abril 2001) detectamos 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.



**cuadro 3: resultados de análisis microbiológicos de muestras de agua. Lago de Atitlán 2001-2002**

(método COLILERT)

No.	lugar	área	época seca: abril 2001		época lluviosa: sept. 2001		época seca: abril 2002		época lluviosa: jul. 2001	
			coliformes totales (NMP/100ml)	<i>E. coli</i> (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
7	Santa Cruz	norte	30	0	14	3	19	< 1	47	<1
8	Jaibal	alejado	61	2	15	<1	365	< 1	115	<1
9	San Pablo	oeste	121	13	150	19	80	1	2,000	43
10	San Juan	oeste	33	0	20	1	10	< 1	2,000	4
11	San Pedro	oeste	55	0	249	<1	30	< 1	2,000	5
12	Volcán San Pedro	alejado	56	1	72	1	345	< 1	365	<1
13	final de Santiago	sur	387	0	770	6	866	1	105	<1
14	Bahía Santiago	sur	152	9	579	5	1,730	2	2,000	<1
15	frente a Santiago	sur	89	1	313	3	816	2	2,000	1
16	Santiago	sur	248	34	365	22	649	10	2,000	<1
17	La Isla	alejado	66	2	20	1	101	< 1	579	<1
18	Tolimán	alejado	108	0	435	2	34	< 1	345	<1
19	San Lucas (I)	este	649	48	>2419.2	2,420	2,420	1,120	285	<1
20	San Lucas (II)	este	199	4	387	3	548	6	105	<1
21	San Lucas (salida)	este	10	0	99	1	115	< 1	461	<1
22	centro norte	centro	3	0	10	1	12	< 1	2,000	1
23	centro oeste	centro	4	0	14	<1	60	< 1	345	1
24	centro del lago	centro	6	0	4	<1	>2419.2	< 1	579	<1
25	centro este	centro	4	0	2	<1	6	< 1	326	<1

No observamos 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 (**cuadro 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 usa como un lugar para eliminar desechos, y 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, de modo tradicional se han utilizado las bacterias de tipo coliforme para evaluar si una muestra de agua presenta contaminación de origen fecal. Es normal que el número de bacterias en aguas residuales o de desecho sea muy alto (500

millones a 2 billones/100ml). Las pruebas han demostrado que su tratamiento logra remover el 99.99%, pero el 0.01% que permanece 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, 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 lago presenta los más bajos niveles de contaminación bacteriana.

En conclusión, podemos 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.

## análisis fisicoquímico

En el análisis fisicoquímico del agua del lago medimos 27 parámetros en total (vea el **anexo**). A continuación discutimos los que representan de mejor manera la calidad del agua para los eventos de muestreo realizados.

### TRANSPARENCIA

El disco de Secchi es un instrumento usado para medir 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 casi 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 haremos uso de un tubo para visibilidad (AQUASCOPE) que permita tomar lecturas sin

interferencias en la superficie.

En el **cuadro 4** presentamos los resultados de lectura de disco Secchi para los muestreos realizados por el equipo de UVG en 2001 y 2002. Tabulamos los datos por región, y calculamos el promedio por evento de muestreo. En términos generales observamos 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 directo a 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 se extrae arena y material para construcción de manera constante, los cuales también se arrastran hasta el lago y contribuyen 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.

cuadro 4: mediciones de disco Secchi para el período de abril 2001 – julio 2002

#	lugar	área	abril 2001	sept. 2001	abril 2002	julio 2002	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 de 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 a 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>

Al comparar estos resultados con los obtenidos en el estudio de C.M. Weiss en 1969, observamos que en algunas áreas la

transparencia del agua se ha mantenido muy similar, y en otras se ha reducido (**cuadro 5** y **gráfica 1**).

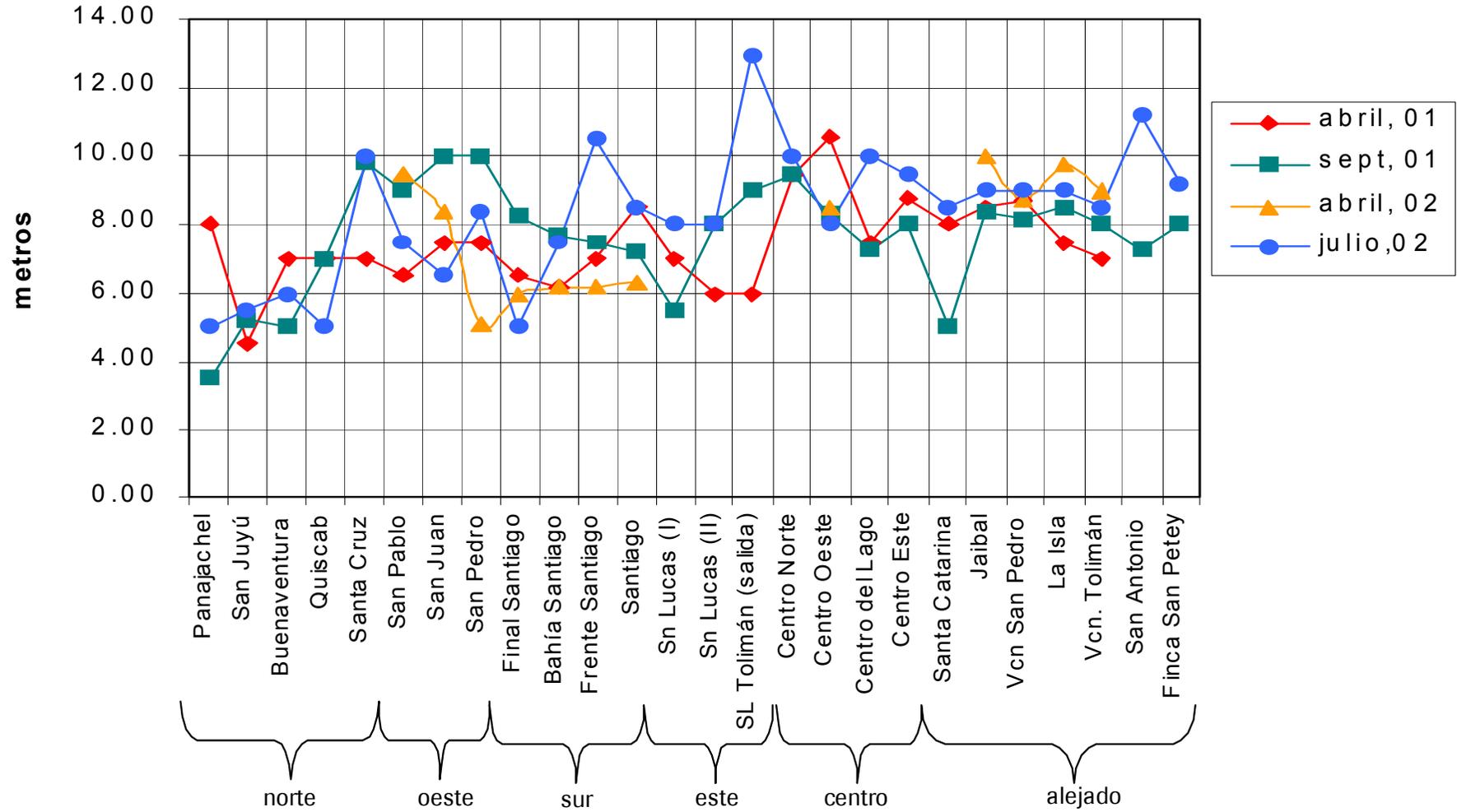
**cuadro 5: comparación de mediciones de disco Secchi, UVG (2001-2002) y C.M. Weiss (1969)**

estación de Weiss	punto de muestreo UVG	abril 1969	abril 2001	julio 1969	julio 2002	sept. 1969	sept. 2001
<b>A = San Pablo</b>	<b>8</b>	20.00	6.50	11.00	7.50	5.00	9.00
<b>B = centro oeste</b>	<b>22</b>	17.00	10.60	8.00	8.00	4.50	8.30
<b>C = San Antonio</b>	<b>27</b>	18.00	-	7.00	11.20	7.00	7.25
<b>D = Tolimán (salida)</b>	<b>29</b>	15.00	6.00	9.00	13.00	8.00	9.00
<b>E = final de Santiago</b>	<b>12</b>	18.00	8.50	10.00	8.50	4.00	7.20
<b>G = centro este</b>	<b>24</b>	11.00	8.80	9.00	9.50	4.00	8.00
<b>P = Panajachel</b>	<b>2</b>	8.00	8.00	4.50	5.00	3.00	3.50



gráfica 1: transparencia reportada en los distintos puntos de muestreo durante 2001 y 2002

disco Secchi en el muestreo de UVG, 2001-2002



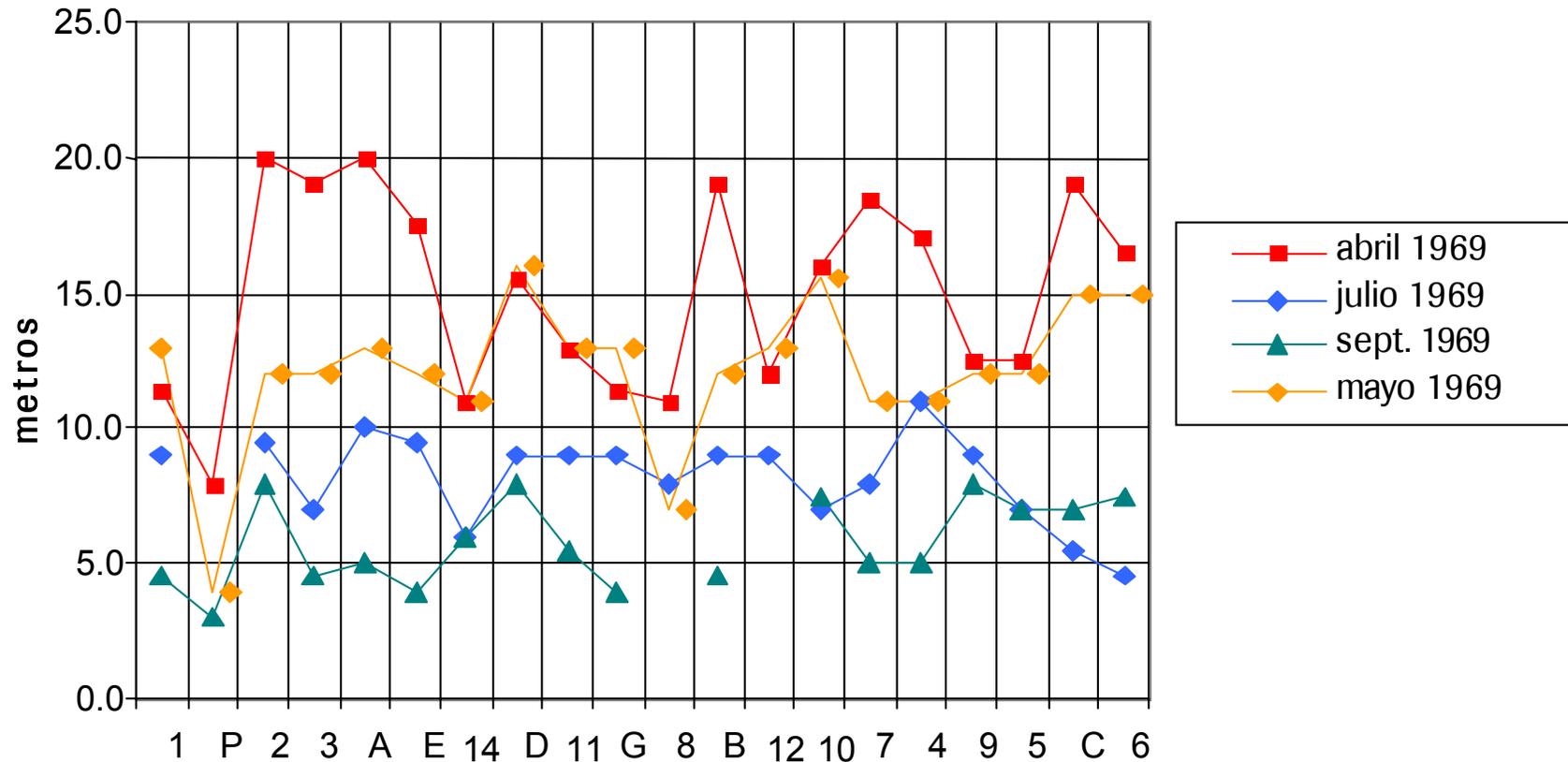
En la primera parte de la **gráfica 1**, observamos que durante las diferentes épocas del año los niveles de transparencia se parecen mas entre sí en la actualidad (entre 6 y 10 m), que en las mediciones del muestreo de 1969. A pesar de que las condiciones del lago en el centro son bastante cristalinas, en pocas

ocasiones se ha logrado medir los 20 metros de transparencia. Examinando con detención los resultados obtenidos en el estudio de Weiss, puede observar que en menos de diez de las mediciones realizadas en los diferentes muestreos se midió dicha profundidad (**gráficas 2 y 3**).

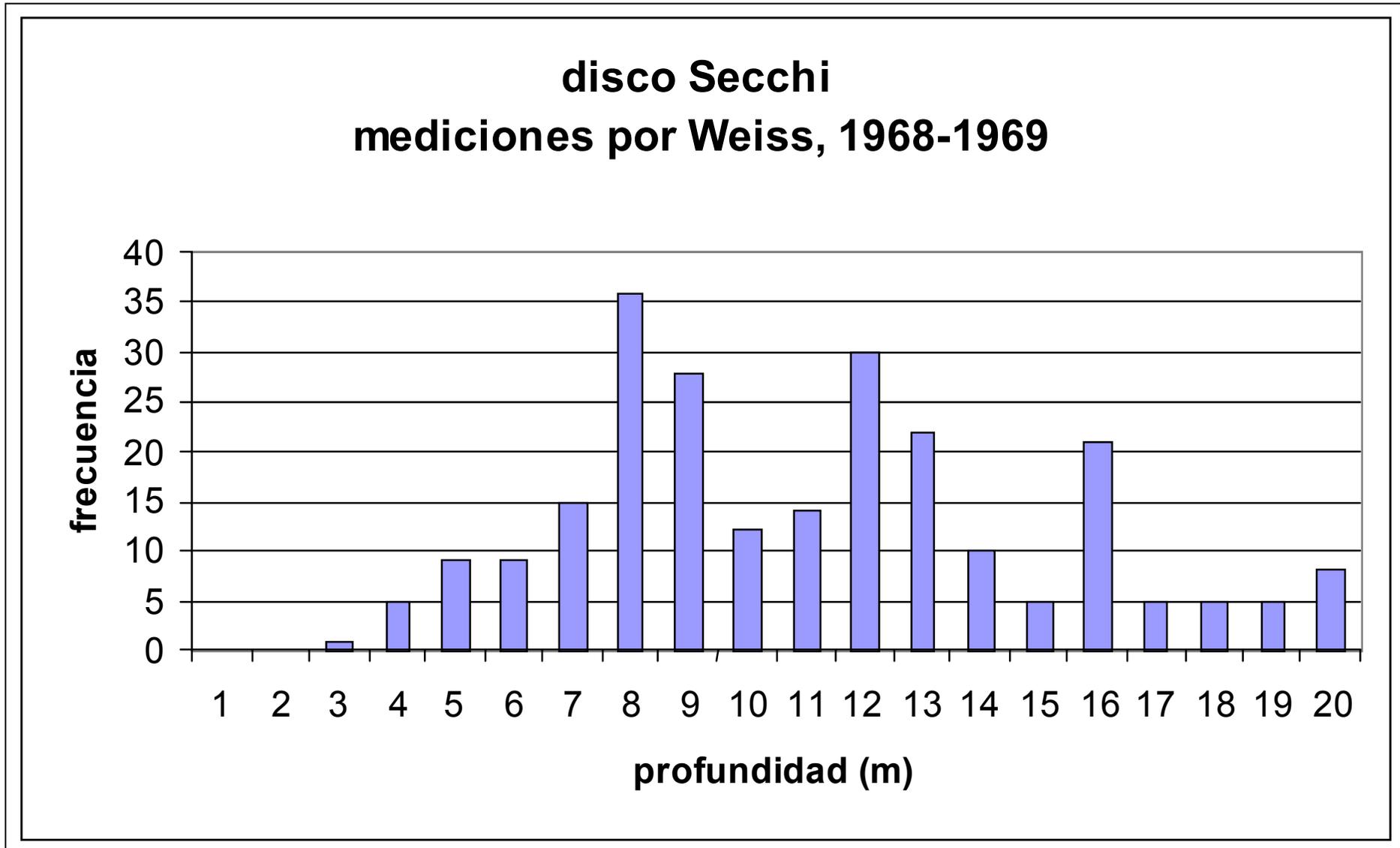


gráfica 2: mediciones de disco Secchi en diferentes puntos del Lago de Atitlán hechas por C. M. Weiss (1968-1969)

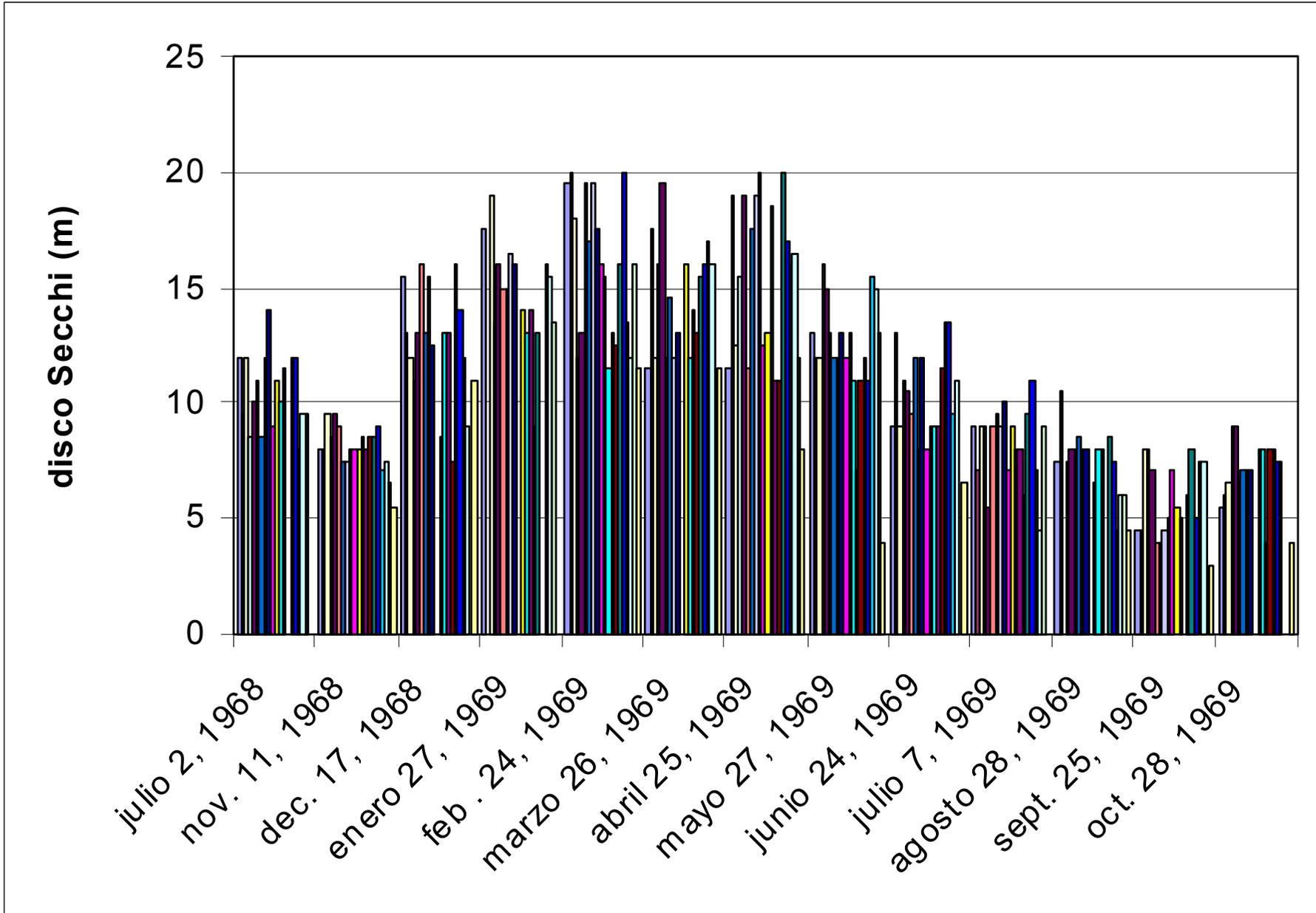
disco Secchi en el muestreo de Weiss, 1969



gráfica 3: frecuencia de las mediciones de disco Secchi (Weiss, 1971)



gráfica 4: frecuencia de las mediciones de disco Secchi, julio 1968 a octubre 1969



## OXÍGENO DISUELTO

Observamos que el oxígeno disuelto en el agua no varía mucho de región a región. Obtuvimos la lectura más baja frente a Tzanjuyú, con un valor promedio de 6.8 mg/l, mientras que encontramos los valores más altos en Santa Catarina y en el centro del lago. Los valores bajos de oxígeno disuelto ( $< 2\text{mg/l}$ ) indican malas condiciones para sostener la vida acuática; en cuanto a niveles de oxigenación, podemos 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 por qué algunos de los valores obtenidos frente a poblados en la parte sur del lago han sido un poco altos en ciertas épocas del año.



**cuadro 6: resultados de oxígeno disuelto (ppm) en muestreos 2001-2002**

#	lugar	área	abril 2001	sept. 2001	abril 2002	julio 2002	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 de 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 a 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
	<b>promedio</b>		<b>8.8</b>	<b>6.7</b>	<b>7.1</b>	<b>6.6</b>	<b>7.4</b>
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>

## 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 (USEPA, 1998). Los peces y el zooplancton excretan fósforo orgánico e 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 con facilidad es 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 por la descarga de aguas grises, puesto que hay muchos detergentes y jabones con alto contenido de fosfatos disponibles en el mercado.

En el **cuadro 7** mostramos los resultados obtenidos en estos dos años de muestreo para los fosfatos en el Lago Atitlán. No incluimos los valores con signos de

interrogación (“?”) al calcular los 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) exponen que los niveles de fosfatos reportados en varios estudios son sobreestimados, en especial cuando éste nutriente se encuentra en bajas concentraciones (por ejemplo, en lagos oligotróficos). Puede que esto se deba a que con los métodos 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 usado.

**cuadro 7: resultados de fosfatos (mg/l) en los muestreos 2001-2002**

#	lugar	área	nov. 2000	abril 2001	sept. 2001	abril 2002	julio 2002	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 de Santiago	sur	-	-	-	0.53	<0.01	0.530
13	Bahía Santiago	sur	0.055	-	-	0.17	<0.01	0.113
14	frente a 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>

El nitrógeno puede movilizarse de sitios que contienen fertilizantes con 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 esto, 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 movilizarse con facilidad a través del suelo y llegar al agua.

Ambos el amonio y el nitrato son compuestos inorgánicos consumidos con facilidad por los productores primarios. Lo usual es que se consume el amonio más rápido que el nitrato. En las épocas de sol (primavera a verano) la productividad aumenta, y la cantidad de nitrógeno en el agua suele ser baja. En los meses de menos sol, los niveles vuelven a aumentar. Los valores con signos de interrogación (“?”) no fueron incluidos dentro de los cálculos de promedios.



**cuadro 8: resultados de nitratos (mg/l) en los muestreos 2001-2002**

#	lugar	área	abril 2001	sept. 2001	abril 2002	julio 2002	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 de Santiago	sur	-	-	6.9	4.0	3.7
13	Bahía Santiago	sur	0.1	-	6.7	2.6	2.4
14	frente a 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>

# saneamiento en el 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 hay un gran

número de habitantes, que es un área con potencial turístico, 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.

El método empleado para evaluar la situación de saneamiento ambiental de la cuenca del Río Panajachel fue el siguiente:

*metodología*

## **selección de comunidades**

Considerando que a mayor población, mayor descarga de contaminantes, seleccionamos catorce comunidades localizadas dentro de la subcuenca. De estas comunidades, diez cuentan con una población mayor de 1,000 habitantes, como indicamos en el

**cuadro 9.** Además, seleccionamos comunidades con población menor de 1,000 habitantes para hacer una comparación de resultados. Estas comunidades son las siete indicadas en el **cuadro 10.**

**cuadro 9: comunidades seleccionadas con población mayor a 1,000 habitantes según el censo de 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 10: comunidades seleccionadas con población menor a 1,000 habitantes según el censo de 1994**

No.	comunidad	municipio	departamento
1	Los Churuneles I	Sololá	Sololá
2	El Progreso	Sololá	Sololá
3	Chuimanzana, El Progreso	Sololá	Sololá
4	Pujujulito	Sololá	Sololá
5	Chuitziyut	Sololá	Sololá
6	Chuisolís	Sololá	Sololá
7	Chuitinamit	San Andrés Semetabaj	Sololá

#### elaboración de boletas

La boleta para entrevistas es un instrumento muy común usado en el proceso de la caracterización y diagnóstico de un área específica. La boleta es útil para establecer 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 (El

Manejo de Cuencas en el Proyecto de Desarrollo Agrícola de Guatemala. USAID, julio 1993) de los habitantes de la región, además de instituciones ligadas al proceso. Debido a lo anterior elaboramos una boleta que incluye información sobre agua, letrinización, drenajes, desechos sólidos, y salud, además de temas complementarios como lo son participación comunitaria e institucional.

## entrevista con representantes de instituciones y vecinos en general

entrevistados:

- representantes de cada Municipalidad
- representantes de Puestos / Centros de Salud
- comités
- habitantes de las comunidades

objetivo de la entrevista:

evaluar la situación de cada comunidad (usando la boleta)

## muestreo de puntos estratégicos del Río Panajachel

Para evaluar la calidad de agua del Río Panajachel llevamos a cabo un muestreo en cuatro puntos específicos de la trayectoria del río.

### Los cuatro puntos donde realizamos el muestreo

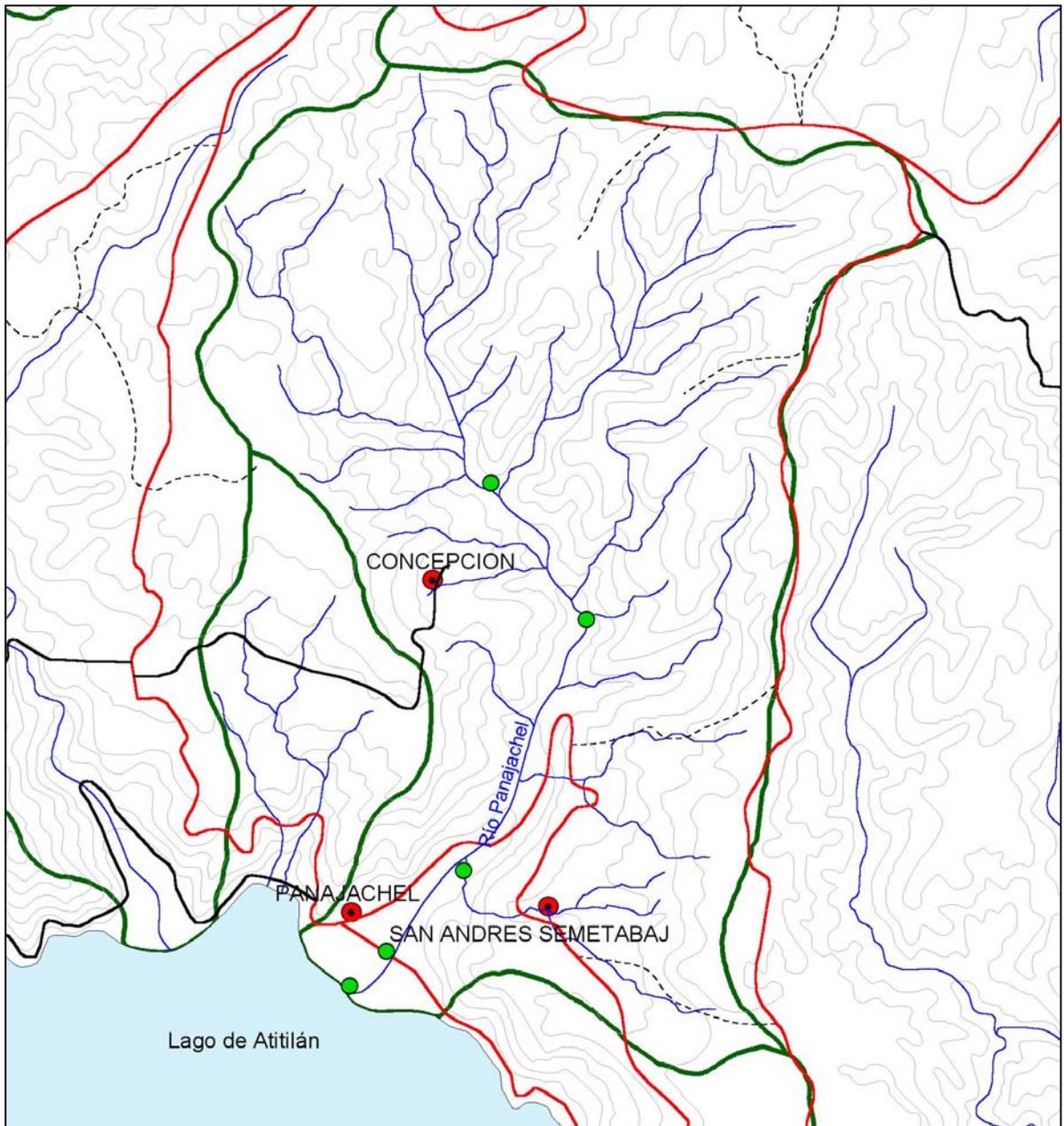
- Concepción, Sololá
- Finca Santa Victoria
- Puente Panajachel
- desembocadura del Río Panajachel

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

## análisis y discusión de resultados con actores locales

Presentamos los resultados de la evaluación el 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 subcuenca. Incluimos las sugerencias y conclusiones de este taller en la **sección V** del presente documento.

**mapa 2: delimitación de la subcuenca del Río Panajachel y los puntos de muestreo**



**actividades económicas**

Las personas de ambos sexos que se encuentran en el rango de 10 a 65 años de edad se consideran como población económicamente activa (fuente: promotores del MARN), sea que trabajan o buscan empleo.

actividades productivas del área
<ul style="list-style-type: none"> <li>● comercio</li> <li>● actividades forestales</li> <li>● albañilería</li> <li>● trabajo de telares</li> <li>● artesanía</li> <li>● agricultura (la actividad predominante)</li> </ul>

**cuadro 11: crecimiento y densidad poblacional por municipio**

No.	municipio	% crecimiento poblacional	densidad poblacional
1	Concepción	2.50 %	103.15 Km <sup>2</sup>
2	Panajachel	3.35 %	646.0 Km <sup>2</sup>
3	San Andrés Semetabaj	3.20 %	212.0 Km <sup>2</sup>
4	Sololá	1.90 %	46.0 Km <sup>2</sup>

fuente: promotores de la delegación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de Sololá

**ÁREA NORTE DE LA SUBCUENCA**

Las comunidades de Pujujulito, Chuitziyut, Chisolís, y Patzutzún, pertenecientes al municipio de Concepción, están al norte de la subcuenca; estas comunidades se dedican en su mayoría a actividades forestales. La calidad del suelo, la pendiente, y la escasez de agua que se presenta en dicha región no permiten cultivar hortalizas, por lo que solo se siembra maíz y frijol aprovechando la época de lluvia. Esta situación ha llevado a la expansión de la frontera agrícola y a que los nacimientos de agua se vean afectados por la deforestación y erosión (eólica e

hídrica) que sufre el suelo al norte de la subcuenca (fuente: promotores del MARN).

En las comunidades pertenecientes al municipio de Sololá que se encuentran dentro de la subcuenca del Río Panajachel, el 30.53% de los habitantes se encuentran dentro de la población económicamente activa, con empleos profesionales e intelectuales, como técnicos, maestros, empleados de oficinas, etc. El 28.47% de los habitantes están subempleados, en agricultura, industrias textil y alimenticia, construcción,

comercio al por mayor y menor, servicios comunales, organizaciones privadas de desarrollo, etc. Xajaxac, El Progreso, El Adelanto, Los Churuneles I, y Chuacruz, son

comunidades que se ubican al norte de la subcuenca, donde la pendiente no es tan pronunciada y les permite dedicarse a la agricultura en un 80 al 100%.

### ÁREA CENTRAL DE LA SUBCUENCA

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; de dicho porcentaje la mayoría se dedica a la agricultura (fuente: promotores del MARN).

Las comunidades como Chuímanzana (El Tablón), Chuitinamit, y Panimaché, en el centro de la subcuenca, 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 (Plan Comunitario de Desarrollo, Años 2002 al 2010. Cooperación Española) que comienza en febrero con la preparación del suelo. Siembran

desde mediados de marzo hasta mayo, y hacen la primera limpieza en junio. En julio y agosto fertilizan y hacen el aporque. Cosechan de diciembre a enero. El cultivo de frijol se lleva a cabo en los meses de diciembre a enero. Las hortalizas se siembran en diferentes épocas: por ejemplo, la papa se siembra de mayo a 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 (Plan Comunitario de Desarrollo, Años 2002 al 2010. Cooperación Española).

Los agricultores usan fertilizantes y plaguicidas químicos para lograr buenas cosechas. En las hortalizas usan también abonos orgánicos, como la gallinaza y otros desechos orgánicos.

uso de fertilizantes	
cultivo	aplicación, por cuerda
maíz y frijol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 quintal de 20-20-0 (NPK)</li> </ul>
papa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 quintales de 15-15-15</li> <li>• 1 quintal de orgánico</li> </ul>
zanahoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 quintales de 20-20-0</li> <li>• 2 quintales de orgánico</li> </ul>

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

### ÁREA SUR DE LA SUBCUENCA

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 predominante fuente de empleos (50%), siguiéndole el transporte turístico (10%), el comercio

(10%), construcción (15%).

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, en especial hombres, que migran de las comunidades para trabajar en otras regiones. La mayoría migran al municipio de Sololá y a Ciudad Guatemala, debido a que existe mayor fuente de trabajo, en especial negocios como las tiendas de artículos varios.

ingresos mensuales familiares	
municipio	cantidad promedio
<b>Sololá</b>	mano de obra no calificada: Q 500.00
	empleos de gabinete: variable
<b>Concepción</b>	Q 600.00 a Q 700.00
<b>Panajachel</b>	Q 900.00
<b>Patanatic</b>	albañilería (Q 25.00 diarios): aprox. Q 500.00

**cuadro 12: comparación de datos por región**

área	comunidades	actividad	observaciones
norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pujujulito</li> <li>● Chuitziyut</li> <li>● Chuisolís</li> <li>● Patzutzún</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● actividades forestales</li> <li>● siembra de maíz y frijol para consumo propio</li> </ul>	Tienen como limitaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>● pendiente</li> <li>● calidad del suelo</li> <li>● alto grado de deforestación</li> <li>● escasez de agua</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Xajaxac</li> <li>● El Progreso</li> <li>● El Adelanto</li> <li>● Los Churuneles I</li> <li>● Chuacruz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● agricultura en un 80 a 100%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La pendiente no tan pronunciada les permite dedicarse a la agricultura.</li> <li>● Provoca contaminación por fertilizantes y pesticidas.</li> </ul>
centro	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Concepción</li> <li>● Chuitinamit</li> <li>● Chuimanzana</li> <li>● Panimaché I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● agricultura en un 80 a 100%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Provoca contaminación por fertilizantes y pesticidas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Patanatic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● albañilería / jornaleros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Por cercanía a Panajachel.</li> </ul>
sur	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Panajachel</li> <li>● Jucanyá</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Predomina el comercio.</li> <li>● La agricultura se practica muy poco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Panajachel es un lugar turístico.</li> <li>● En Jucanyá están ubicados muchos chalets.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● San Andrés Semetabaj</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● agricultura en un 80%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Provoca contaminación por fertilizantes y pesticidas.</li> </ul>

### manejo y uso del suelo

La cobertura forestal en Concepción es de 8 hectáreas. En la cabecera municipal, el uso de la tierra eminente es agrícola, ya que se dedican a la agricultura en un 85% y el uso forestal es muy poco. En las comunidades de Chuitziyut, Chuisolís, Pujujulito, y Patzutzún (pertenecientes a Concepción) la pendiente del terreno es muy pronunciada, por lo que el suelo es eminentemente forestal. La deforestación es un problema bastante grave, que ocurre debido a incendios intencionales o por las rozas por parte de agricultores, la tala ilícita

de árboles, o por invasión. El 20% de la población total de Concepción extrae madera para la construcción de viviendas cada año (Diagnóstico del Municipio de Concepción, Sololá. MARN, 2002). Existen normativas por parte del CONAP, que a través del guardarecurso 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 (fuente: promotores del MARN). La

cobertura forestal es de 32 hectáreas cubiertas por bosque mixto. En Panajachel el principal problema de la deforestación es el crecimiento urbano. En el caso de

Sololá, el 65% del municipio es utilizado para la agricultura, y en el 35% restante se pueden observar rodales y áreas para bosque (fuente: promotores del MARN).

### desechos sólidos

De acuerdo a datos recabados en la boleta, los desechos sólidos orgánicos constituyen 70 a 80% del total de desechos generados; el resto consiste de plástico, papel y cartón, y vidrio. Cada vivienda genera aproximadamente 100 libras de desechos cada semana (Boleta de Trabajo de Campo).

Solo San Andrés Semetabaj, Panajachel, y Jucanyá cuentan 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. Las áreas más propensas a convertirse en botaderos clandestinos son los barrancos, los

surcos de las hortalizas, y las orillas de los ríos. En las comunidades que cuentan con más de 1,000 habitantes se presenta mayor número de botaderos clandestinos.

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

desechos sólidos	
población	cantidad
<b>Concepción</b>	10m <sup>3</sup> producidos cada día
<b>Panajachel</b>	12m <sup>3</sup> producidos cada día
<b>Sololá</b>	100m <sup>3</sup> recolectados cada semana

En Concepción se estima que se generan 10 metros cúbicos de desechos sólidos diarios, provenientes de domicilios, comercio, agricultura, *etc.* (Diagnóstico del Municipio de Concepción, Sololá. MARN, 2002). Existen varios botaderos clandestinos, por ejemplo detrás de la Municipalidad y frente a la escuela.

Según datos de la delegación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en Sololá, en Panajachel se producen 12 metros cúbicos de desechos diarios. Dichos desechos sólidos son recolectados a diario y son depositados en el botadero municipal en donde se queman.

tasas de recolección de basura en Panajachel	
tipo de establecimiento	cantidad
residencial	de Q 6.00 a Q 25.00
comercial	de Q 15.00 a Q 35.00
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. 100 participantes, incluyendo hoteles, restaurantes, oficinas de servicio,

y casas particulares separan material reciclable. 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.

volumen de material reciclable manejado por el centro de acopio del Comité Pro-Saneamiento Ambiental, Panajachel enero a agosto 2002	
vidrio	313.5 qq
plástico	20 qq (aprox. 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 funciona los días martes y viernes.

## recursos de agua

### 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, donde 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. El uso básico de esta agua es para consumo humano y para limpieza; no recibe tratamiento alguno. Algunas familias hierven el agua antes de consumirla (Plan Comunitario de Desarrollo, años 2002 al 2010. Cooperación Española).

En Nueva Esperanza, Xajaxac, están construyendo un pozo de 500 pies de profundidad para contar con otra fuente de abastecimiento. En las

comunidades con menor número de habitantes (< 1,000), no hay mayor problema de escasez de agua: por ejemplo, Chuitinamit y Churuneles I cuentan con el servicio entre un 60 y 80%.

En Panajachel y Jucanyá no hay mayor problema, pues cuentan con servicio al 100%, y tienen como fuente de abastecimiento 14 nacimientos de agua.

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

### RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

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

Obtuvimos la primera muestra de agua en Concepción justo antes del sitio donde el drenaje se

conecta con el Río Panajachel. En dicha muestra hallamos un alto contenido de nitratos (32mg/l), en comparación con las demás muestras. Esto puede ser un indicador de fertilizantes y pesticidas usados en las comunidades asentadas en la parte norte de la subcuenca, y del bajo caudal del río.

**cuadro 13: muestreo en diferentes puntos del Río Panajachel referente al mapa 1**

lugar	pH	nitratos (mg/l NO <sup>-3</sup> )	DQO (mg/l)	<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)
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 del Río Panajachel	7.2	8.6	29	8 x 10 <sup>3</sup>

Al comparar los resultados de los muestreos realizados en Concepción en años anteriores y los realizados en 2002, podemos ver un cambio drástico en algunos parámetros (vea el **cuadro 14**). En la investigación realizada a finales de 1998 y principios de 1999 (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,

1999), el valor del nitrato es de 27.28 mg/l, lo cual no ha tenido variación significativa. Debemos tomar en cuenta que realizamos el muestreo de 1998/1999 en época seca, mientras que tomamos la de 2002 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 cauce, justo donde el drenaje se conecta con el río.

**cuadro 14: muestreos del Río Panajachel en Concepción, durante diferentes épocas**

muestreo	pH	nitratos (mg/l NO <sup>3</sup> )	coliformes totales (NMP/ml)	E. coli (NMP/ml)	oxígeno disuelto
dic. 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

Obtuvimos la segunda muestra en la Finca Santa Victoria. En dicho punto el río ya arrastra aguas residuales de las comunidades asentadas tanto en el norte como en el centro de la subcuenca. Observamos que la cantidad de nitratos en la muestra disminuye de forma considerable (11mg/l). Puede que lo anterior se debió a la dilución de los contaminantes en el río, puesto 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 ese punto, producto de la escorrentía por riego agrícola 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 se hace en el río.

En el puente Panajachel obtuvimos 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 en forma considerable por la pendiente, y en este punto la materia orgánica se estanca. En la desembocadura del Río Panajachel los datos de la muestra para nitratos no varían, pero la DQO se eleva a 28.5mg/l.

### LETRINIZACIÓN, SISTEMA DE DRENAJES, Y MUESTREO

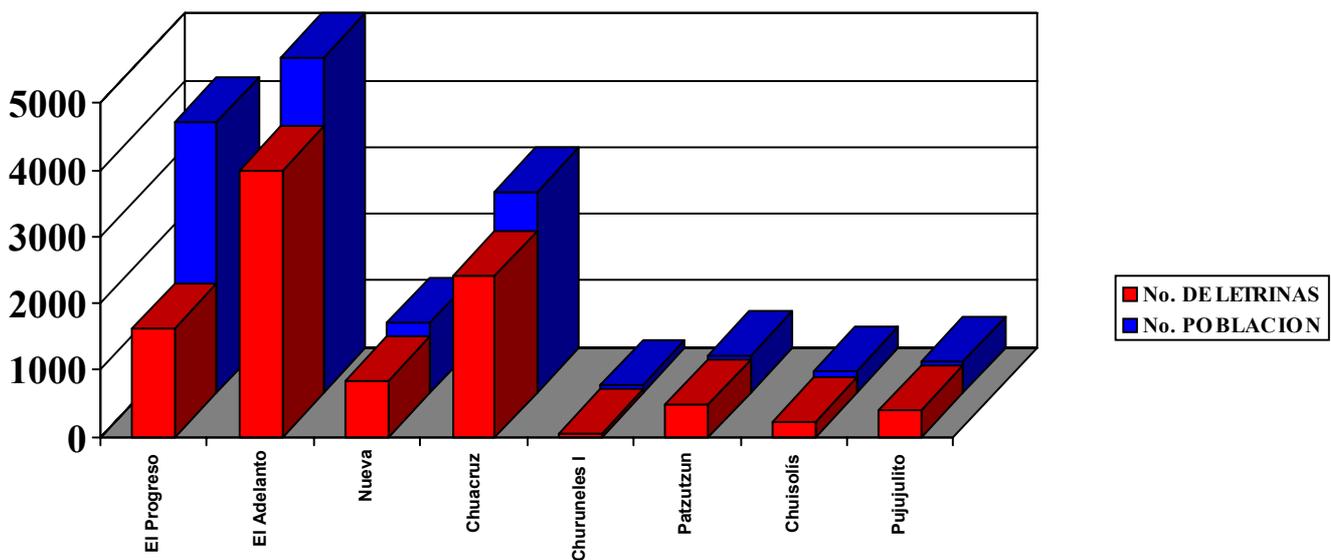
Las comunidades con mayor número de habitantes son tomadas como prioridad para proyectos de desarrollo por las instituciones. En dichas comunidades el servicio de letrinización cubre entre 80 a 90% de la población, y las letrinas se encuentran en un buen estado.

Las comunidades con menor número de habitantes también cuentan con sistema de letrinización, 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 5** puede observar los porcentajes de letrinas en las comunidades ubicadas en el norte de la subcuenca. El Adelanto, Nueva Esperanza, y Chuacruz cuentan con el servicio de letrinización, en buen estado, con cobertura del 80 al 90% de la población. 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.

**gráfica 5: porcentaje de letrinas en el área norte de la subcuenca**

fuentes: información recolectada por medio de boleta de campo



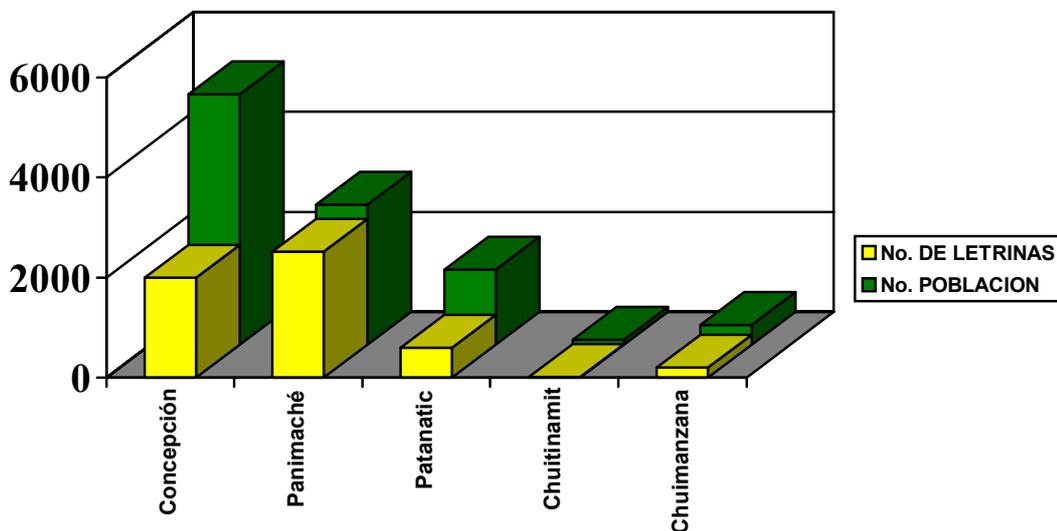
En Concepción, el 60% de la población cuenta con letrinas. Además poseen sistema de drenajes, a los cuales 287 familias se encuentran conectados en la actualidad (según promotores del MARN). Estos drenajes desembocan directo al Río Panajachel sin contar con un tratamiento previo, lo que causa la contaminación del río.

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 producto del lavado de la ropa y otras actividades domésticas, corren a flor de tierra, dirigiéndose a los barrancos donde eventualmente llegan a ríos y / o riachuelos.

En las comunidades que cuentan

**gráfica 6: porcentaje de letrinas en el área central de la subcuenca**

fuelle: información recolectada por medio de boleta de campo



Tomamos la muestra de agua en Concepción justo antes de que el drenaje se uniera con el río. En esta muestra hallamos cantidades de *E. coli* de  $1 \times 10^3$  colonias/100ml (**cuadro 15**), un valor por encima de los parámetros de aguas recreativas. En la Finca Santa Victoria la cantidad de *E. coli* encontrada no varía.

San Andrés Semetabaj cuenta con letrinización en un 15% y sistema de drenajes en un 67% (Diagnóstico del Municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá. MARN, 2002), 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.

Las comunidades antes descritas no cuentan con ningún sistema para manejar aguas residuales. Debido a que la mayoría de las comunidades, en especial las ubicadas al norte de la subcuenca, son comunidades dispersas, instalar un sistema para manejo

de aguas residuales sería muy costoso.

Las comunidades de Panajachel y Jucanyá cuentan con letrinización que cubre entre 10 a 20% de la población; 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 disminuye de manera considerable la cantidad de sólidos, pero no la de patógenos.

El agua del Río Panajachel, justo antes de entrar al casco urbano de Panajachel, lleva concentraciones de DQO de 18mg/l y  $4 \times 10^3$  colonias de *E. coli* por cada 100 ml. Luego el río se separa en diferentes tomas: una es Tzanjuyú y la otra Jucanyá. Las tomas, al salir del casco urbano, presentan altas concentraciones de DQO (300mg/l para Jucanyá), y de la bacterias *E. coli* (más de  $2 \times 10^6$ ) (vea el **cuadro 15**).

**cuadro 15: análisis de tomas del río**

lugar	pH	fosfatos (mg/l PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	DQO (mg/l)	E. coli (NMP/100 ml)
Tzanjuyú	7.8	2.2		$>2 \times 10^6$
Jucanyá	6.0	1.1	300	$>2 \times 10^6$
entrada de la 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 en principio

eran agua de lluvia y de río, ahora son mezcladas con aguas servidas, y estas tomas desembocan directo al Lago de Atitlán.

### salud y educación ambiental

Las comunidades en donde existen Puestos de Salud son San Andrés Semetabaj, Concepción, Chuacruz, Patzutzún y Panimaché. Otras comunidades cuentan con Centro de Convergencia, entre ellas 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, pues las mujeres embarazadas prefieren ser atendidas por una persona que hable su idioma.

En los Centros de Convergencia hay problemas debido a la falta de equipo y de medicina, y porque ofrecen la consulta solo 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, 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, ni natalidad.

Además de los problemas ya planteados y otros 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.

enfermedades tratadas con mayor frecuencia en los Puestos y Centros de Salud	
respiratorias	digestivas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• resfriado común</li> <li>• amigdalitis</li> <li>• neumonía</li> <li>• infecciones de garganta y oídos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• parasitismo</li> <li>• diarrea</li> <li>• disentería</li> <li>• infección intestinal</li> <li>• amebiasis</li> <li>• anemia</li> </ul>
mortales	otras
<ul style="list-style-type: none"> <li>• neumonía</li> <li>• senilidad</li> <li>• úlcera crónica</li> <li>• golpes internos</li> <li>• diarrea y vómito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pediculosis (piojos)</li> <li>• infecciones de la piel</li> <li>• infecciones del tracto urinario</li> </ul>

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.

esperanza de vida al nacer	
<b>Concepción</b>	65 años
<b>Panajachel</b>	92.26% (¿?)
<b>Sololá</b>	64 años

fuentes: promotores del MARN

## CAMPAÑAS SOBRE SALUD Y AMBIENTE

Existen campañas de salud ambiental: por ejemplo, el personal de los Puestos de Salud realiza campañas directas con las personas que llegan a consulta cada día, haciendo énfasis en el aseo personal, cloración del agua para consumo, *etc.* También realizan campañas para vacunar y desparasitar a los perros.

En cuanto a educación ambiental, en Panajachel existe un programa de concienciación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), dirigido a las escuelas sobre la importancia del reciclaje. Este programa transmite mensajes por radio y televisión por cable. Además existe un proyecto de reciclaje que es manejado por el comité Pro Saneamiento Ambiental en donde participa el comercio, y que tratan de difundir a todo el municipio.

En San Andrés Semetabaj, el MARN, junto con la Cooperación Española, ha ejecutado 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 sobre la importancia de los recursos naturales, la reforestación, la importancia del reciclaje, y en ellos 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.



## conclusiones

La población desconoce las consecuencias de los problemas ambientales de la región, por lo tanto la educación ambiental es de alta prioridad. Es importante educar a la población, y generar y difundir tecnologías agrícolas y agroforestales sustentables apropiadas a las condiciones naturales, económicas y socioculturales del área. También es de suma importancia capacitar a la población, promoviendo y apoyando la creación de pequeñas empresas relacionadas con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, actividades agroforestales, y turismo sostenible; y capacitando a los pobladores en actividades productivas complementarias para generar más ingresos.

A estas iniciativas se les debe dar

más apoyo y seguimiento, y ejecutar en las otras comunidades. Por ejemplo, en cuanto a salud, se podría capacitar al personal sobre el uso de la medicina natural y asignar personal de enfermería a los Centros de Convergencia y Puestos de Salud. Respecto a la preservación del ambiente, se pueden ejecutar 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.

La concienciación de la población podría ser un gran paso hacia el saneamiento ambiental de la región; al estar conscientes de la situación pueden decidir hacer algo al respecto.



# validación de resultados y prioridad de actividades futuras

El 2 de agosto de 2002 llevamos a cabo un taller en las instalaciones de la Universidad del Valle de Guatemala del Altiplano, en Sololá, donde presentamos los resultados del muestreo del Lago de Atitlán y del Río Panajachel. Invitamos 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:

- Monitorización del área de Panajachel. En especial monitorizar la cuenca alta, debido a que el problema empieza desde los poblados ubicados en dicho lugar: San Pablo, San Andrés, San Lucas Tolimán, y el área de Santiago. También monitorizar la bahía y cerca de la bomba (parte sur). La monitorización debe incluir 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 reduciría costos, y a mediano plazo evitaría problemas con la legislación sobre apertura de pozos.
- Educación y concienciación
- 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)

*áreas geográficas  
prioritarias de acción*

## 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 recién han sido edificadas no se encuentran conectadas al drenaje, solo 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 fueron cancelados, ahora se usan fosas sépticas. Esto alimenta el debate de fosas sépticas *versus* 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. Por ejemplo: regulaciones por municipio sobre el tratamiento de agua y desechos sólidos, estudios en cada comunidad sobre la conveniencia de plantas de tratamiento o fosas sépticas
- Se debe ampliar la información respecto a las épocas y estudios realizados, para comparar datos y poder determinar el grado de avance; y para relacionarla con información económica, para lograr identificar o cuantificar las pérdidas ocasionadas.
- Se debe compartir la información obtenida, analizarla, y discutirla, siendo esta clara y concreta. En especial se debe proporcionar la información a las Municipalidades, para que estén al tanto de la situación de sus comunidades. Además se debe difundir los resultados de una forma sencilla y accesible a la población, por ejemplo en la radio.
- Se deben priorizar los puntos de muestreo en el lago y considerar estudios anteriores, por ejemplo el de Weiss.
- Se deben unificar los estudios realizados.
- Se deben propiciar encuentros de las autoridades municipales del lago.
- Se deben buscar alternativas factibles, de acuerdo a las posibilidades de las municipalidades. Por ejemplo, en áreas urbanas deben existir plantas de tratamiento de aguas residuales, y en poblaciones dispersas deben haber fosas sépticas. Se deben diseñar de forma adecuada las plantas y los drenajes.

- Se debe fortalecer el ámbito educacional, haciéndolo participativo e informativo, lo cual conducirá al compromiso efectivo de la comunidad. Esto va ligado a la concienciación de la población, haciendo énfasis en las áreas económica y técnica, y en el efecto directo de la contaminación sobre la población y / o su nivel de vida.

## opinión

- Se deben 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 recién edificadas no se encuentran conectadas al drenaje, solo 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).
- Se deben difundir las investigaciones y trabajos realizados en la región, analizando los efectos sobre la salud pública *versus* el problema de agua, y mostrar sus efectos. Además, al estar los habitantes informados de la situación de su región, se sienten obligados o responsables de actuar.
- El difundir la información es una ventaja siempre y cuando se realice en forma muy explícita, tomando en cuenta el grado de analfabetismo del área, términos a usar, *etc.*
- Debe haber coordinación interinstitucional para no duplicar esfuerzos, y así avanzar en los s de interés. Por ejemplo, el fortalecimiento de los programas de educación ambiental y la campaña sobre salud ambiental (*salud versus* actividades o la optimización del uso de los recursos).
- Existe una oposición al agua clorada por su 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 hacer normas regionales. La parte sur se dedica a actividades agrícolas, por ejemplo cultivos de café, existiendo contaminación por

fertilizantes y pesticidas. Por otro lado, la parte norte se dedica en su mayoría al comercio y al turismo, ocasionando contaminación por desechos sólidos, y descarga mayor cantidad aguas residuales 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).
- Se debe valorizar el 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 piensan que las actividades que realicen serán en vano.
- Existen problemas de ordenamiento territorial en Panajachel.



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. En especial 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** Se deben unificar los estudios realizados hasta la fecha por diferentes investigadores en un solo reporte.
- 4** Se deben 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** Se deben buscar alternativas de acuerdo a las posibilidades de las municipalidades, para que sean factibles. Por ejemplo, en áreas urbanas grandes deben instalarse plantas de tratamiento de aguas residuales, y en poblaciones dispersas es mejor usar fosas sépticas. Se debe diseñar de forma adecuada las plantas de tratamiento y los drenajes.
- 6** Se debe fortalecer el ámbito educacional, haciéndolo participativo e informativo, lo cual conducirá al compromiso efectivo de la comunidad. Esto va ligado a la concienciación de la población, haciendo énfasis en el área económica, técnica, y el efecto directo de la contaminación sobre la población y / o su nivel de vida.
- 7** Se deben difundir las investigaciones y los trabajos realizados en la región, analizando los efectos en salud pública *versus* problema de agua, mostrando la relación causa - efecto. Al estar los habitantes informados de la situación en su región, se sienten obligados o responsables de actuar.

- 8 Se debe 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, las campañas sobre salud, y la optimización del uso de los recursos, entre otros.



- 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 Apropiada 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. 1996. *Contaminación, Causas y Efectos*. Edición Gernika. México

- 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 Chuímanzana, 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 (USEPA). 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: parámetros fisicoquímicos medidos en el Lago de Atitlán

**cuadro 16: parámetros fisicoquímicos medidos en el Lago de Atitlán**

artículo #	parámetros físicos	unidades
1	color aparente	unidades Pt-Co
2	color verdadero	unidades Pt-Co
3	conductividad	S/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
artículo #	parámetros químicos	unidades
11	acidez	mg/l CaCO <sub>3</sub>
12	alcalinidad debida al bicarbonato	mg/l CaCO <sub>3</sub>
13	alcalinidad debida al carbonato	mg/l CaCO <sub>3</sub>
14	alcalinidad debida al hidróxido	mg/l CaCO <sub>3</sub>
15	alcalinidad total	mg/l CaCO <sub>3</sub>
16	calcio	mg/l Ca
17	dióxido de carbono	mg/l CO <sub>2</sub>
18	dureza de calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>
19	dureza de magnesio	mg/l CaCO <sub>3</sub>
20	dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>
21	magnesio	mg/l Mg
22	manganeso total	mg/l Mn
23	sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
24	hierro total	mg/l Fe
25	nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
26	nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
27	fosfatos	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>