

MANUAL PARA ANALISIS SIMPLE DE LA CALIDAD DEL AGUA

Esther de Lange



International Water Tribunal

241.0-94MA-12192

DEPARTAMENTO
INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE
FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND
SANITATION (IRC)

MANUAL
PARA
EL ANÁLISIS SIMPLE DE LA CALIDAD DEL AGUA

POR

ESTHER DE LANGE

Fundación IWT
Damrak 83-1, 1012 LN Amsterdam
Les Países Bajos

Por esta carta deseo agradecer a todas las personas que me ayudaron en la producción de este manual durante mis viajes de investigación a Chile, Ecuador, las Filipinas, India, Kenya y Tanzania. Además deseo demostrar mi gratitud al Global Rivers Environmental Education Network (GREEN) en Ann Arbor, U.S.A., y al International Center of Water Studies (ICWS) en Amsterdam, los Países Bajos, por su apoyo.

Apoyo financiero para la producción de este manual fue dado por NOVIB, MISEREOR y BROT FÜR DIE WELT.

IWT Productions
Amsterdam, Junio de 1994

© 1994 IWT Foundation
Figuras por Eveline de Lange
Editado por Nigel Harle
Traducción español por Nico Müller
Layout por Eric Bijvoet
Esbozo delantera por Rob Koeze y Stef Stevens

ISBN 90-70803-04-6

Índice

Introducción.....	0 - 1
Reseña.....	0 - 1
Como usar este manual.....	0 - 2
Limitaciones.....	0 - 3
Sugestiones y comentarios.....	0 - 3
1. Hechos sobre el Agua.....	1 - 1
1.1 El ciclo del agua.....	1 - 1
1.2 La cuenca.....	1 - 1
1.3 Diferentes tipos de aguas.....	1 - 2
<i>Aguas corrientes</i>	1 - 2
<i>Aguas estancadas</i>	1 - 3
1.4 Le tejido de nutrición.....	1 - 4
1.5 Plantas que viven en el agua.....	1 - 5
<i>Algas</i>	1 - 5
<i>Grandes plantas acuáticas</i>	1 - 5
1.6 Animales que viven en el agua.....	1 - 6
<i>Zooplánton</i>	1 - 6
<i>Pequeños animales acuáticos</i>	1 - 6
<i>Grandes animales acuáticos</i>	1 - 7
Literatura recomendada.....	1 - 7
2. Tipos de Polución del Agua.....	2 - 1
2.1 Fuentes de polución.....	2 - 1
2.2 Tipos de polución del agua.....	2 - 2
<i>Sólidos en suspensión</i>	2 - 2
<i>Residuos orgánicos</i>	2 - 3
<i>Excrementos</i>	2 - 3
<i>Nutrimientos</i>	2 - 4
<i>Pesticidas y metales pesados</i>	2 - 4
2.3 Purificación natural.....	2 - 6
Literatura recomendada.....	2 - 6
3. El Reconocimiento del Terreno.....	3 - 1
3.1 Ejecutar un Reconocimiento del Terreno.....	3 - 1
3.2 Dibujar mapas del área.....	3 - 2
3.3 Localización de los puntos de observación.....	3 - 3
3.4 Las Listas de Datos del Reconocimiento del Terreno.....	3 - 4
3.5 Qué hacer.....	3 - 4
3.6 Evaluación.....	3 - 6
Literatura recomendada.....	3 - 7
4. El Reconocimiento Biológico.....	4 - 1
4.1 Indicadores biológicos.....	4 - 1
<i>(Bio)diversidad</i>	4 - 1
<i>Sensibilidad</i>	4 - 2
4.2 Escoger puntos de observación biológico.....	4 - 2
4.3 Las Listas de Datos del Reconocimiento Biológico.....	4 - 3
4.4 Dibujando plantas y animales.....	4 - 4
4.5 Qué hacer.....	4 - 4
4.6 Bacterias.....	4 - 6
4.7 Algas.....	4 - 6
<i>Presencia natural</i>	4 - 6
<i>Indicadores</i>	4 - 6

4.8	Plantas acuáticas.....	4 - 7
	<i>Presencia natural</i>	4 - 7
	<i>Indicadores</i>	4 - 8
4.9	Vertebrados	4 - 8
4.10	Peces	4 - 9
	<i>Presencia natural</i>	4 - 9
	<i>Indicadores</i>	4 - 10
	<i>Métodos de muestreo</i>	4 - 10
4.11	Macroinvertebrados	4 - 11
	<i>Presencia natural</i>	4 - 11
	<i>Indicadores</i>	4 - 12
	<i>Métodos de muestreo</i>	4 - 14
4.12	Evaluación.....	4 - 15
	Literatura recomendada.....	4 - 16
5.	El Reconocimiento de la Salud	5 - 1
5.1	Indicadores del Reconocimiento de la Salud.....	5 - 2
5.2	La Lista de Datos del Reconocimiento de la Salud	5 - 3
5.3	Qué hacer.....	5 - 4
5.4	Coliforme fecal como indicador.....	5 - 5
5.5	La prueba bacteriológica.....	5 - 5
5.6	Equipo.....	5 - 6
5.7	Qué hacer: el muestreo	5 - 8
5.8	Qué hacer: el análisis.....	5 - 9
	Literatura recomendada.....	5 - 10
6.	Análisis Físico y Químico	6 - 1
6.1	El muestreo	6 - 1
	<i>El equipo</i>	6 - 2
	<i>Tiempo de muestreo</i>	6 - 2
	<i>Lugares de muestreo</i>	6 - 3
	<i>Parámetros guías</i>	6 - 3
	<i>Métodos de muestreo</i>	6 - 3
	<i>Enviando muestras al laboratorio</i>	6 - 4
6.2	Color y olor	6 - 5
6.3	Temperatura	6 - 5
	<i>Medición</i>	6 - 5
6.4	Visibilidad (turbiedad)	6 - 6
	<i>Medición</i>	6 - 7
6.5	Velocidad de la corriente y gasto.....	6 - 8
	<i>Medición</i>	6 - 8
6.6	Ácidoz (pH)	6 - 9
	<i>Medición</i>	6 - 10
6.7	Oxígeno	6 - 10
	<i>Medición</i>	6 - 11
6.8	Conductibilidad	6 - 12
	<i>Medición</i>	6 - 12
6.9	Metales pesados y pesticidas.....	6 - 13
6.10	Vigilancia de la calidad del agua.....	6 - 13
	Literatura recomendada.....	6 - 14
7.	Actividades para Mejorar su Agua	7 - 1
7.1	Mejorando el agua potable en casa.....	7 - 1
7.2	Seleccionando y protegiendo su fuente de agua.....	7 - 3
	<i>Fuentes de agua de superficie</i>	7 - 4
	<i>Fuentes de agua subterránea</i>	7 - 4
7.3	Recolectando agua de lluvia	7 - 4

7.4	Protegiendo y mejorando la salud de la comunidad	7 - 5
7.5	Protegiendo su cuenca contra la erosión.....	7 - 6
7.6	Agricultura alternativa para reducir la polución.....	7 - 8
	Literatura recomendada	7 - 8

8. La Organización de la Comunidad y Acciones Legales	8 - 1
8.1 Organizar la comunidad	8 - 1
8.2 Organizar una campaña	8 - 2
8.3 Mujeres y agua.....	8 - 3
8.4 Legislación.....	8 - 4
8.5 Emprendiendo acciones legales.....	8 - 5
8.6 Tipos de acciones legales	8 - 5
8.7 Sugestiones finales.....	8 - 7

Apéndices

1.	Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno 1: <i>Descripción General</i>Ap.	1 - 1
2.	Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno 2: <i>Indicadores del uso de las tierras para la polución del agua</i>Ap.	2 - 1
3.	Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno 3: <i>Colores y olores con fuentes no-identificadas</i>Ap.	3 - 1
4.	Lista de Datos del Reconocimiento Biológico 1: <i>Descripción General</i>Ap.	4 - 1
5.	Lista de Datos del Reconocimiento Biológico 2: <i>Indicadores biológicos</i>Ap.	5 - 1
6.	Lista de Algas	6 - 1
7.	Lista de Macroinvertebrados	7 - 1
8.	Lista de Datos del Reconocimiento de la Salud.....Ap.	8 - 1
9.	Lista de Datos de Análisis Físico y Químico.....Ap.	9 - 1
10.	Lista de fabricantes de equipo para probar la calidad del agua.....Ap.	10 - 1
11.	Técnicas recomendadas para preservación de muestras de agua.....Ap.	11 - 1
12.	Factores de Conversión	12 - 1
13.	Estándares WHO e EPA para la calidad del agua.....Ap.	13 - 1
14.	Lista de organizaciones jurídicas	14 - 1
15.	Glosario	15 - 1

Introducción

Todos nosotros necesitamos de agua para sobrevivir y es importante que, al lado de la cantidad de agua disponible, el agua que nosotros usamos satisfaga a ciertos criterios. Si esos criterios no son satisfechos y el agua está contaminada, ella no puede ser usada más para beber, para bañarse, para la agricultura o para fines industriales. Además, los animales y las plantas que viven dentro y circunvecinos al agua necesitan una cierta calidad de agua para que puedan sobrevivir y reproducirse.

El presente manual explica importantes puntos que usted debe conocer para saber cuando hay un problema de agua poluta. Con este manual usted estará capacitado en descubrir cuando el agua está poluta o no, y de que tipo de polución se trata. También estará capacitado en localizar la(s) fuente(s) de la polución. Concluyendo, son dadas muchas sugerencias sobre como reducir o resolver los problemas relativos a la polución del agua.

Este manual podrá ser utilizado por gente sin conocimientos específicos sobre la calidad del agua, como también podrá ser utilizado por personas que disponen de conocimientos sobre la protección del medio ambiente o sobre la calidad del agua. Este manual se destina especialmente a organizaciones y personas de los países en desarrollo, pero puede ser usado en cualquier lugar.

Reseña

El primer capítulo describe los diferentes tipos de agua y las plantas y animales que viven allí. En el Capítulo 2 son dados los tipos más importantes de polución del agua, sus fuentes posibles y sus efectos posibles. Todos los que quieren saber más sobre la polución del agua, tienen que ponerse al corriente o familiarizarse con estos capítulos.

Los Capítulos 3 hasta 6 describen diferentes métodos de análisis de agua, clasificándolos en grados de dificultad, exactitud y equipo exigidos.

El Capítulo 3 describe el Reconocimiento del Terreno. El Reconocimiento del Terreno utiliza a los colores, olores y usos de las tierras como indicadores de la calidad del agua. Para ejecutar un Reconocimiento del Terreno, no es necesario un conocimiento específico, entrenamiento o equipo.

Con el auxilio de los resultados de un Reconocimiento del Terreno (apropiadamente ejecutado) usted estará en condiciones de hacer un inventario de todas las fuentes posibles de polución en un área, y hacer una presunción sobre el tipo de polución del que se trata.

El Reconocimiento Biológico, que está descrito en el Capítulo 4, usa a las bacterias, algas, grandes plantas acuáticas, peces, vertebrados y pequeños animales acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Para estos reconocimientos se necesita de un equipo reducido, y todo ello puede ser adquirido o hacerse en casa. El Reconocimiento Biológico no exige conocimiento biológico adicional, excepto para el Índice de Tolerancia a la Polución, para el cual usted necesita de algún conocimiento extra sobre los pequeños animales acuáticos.

Con los resultados de un Reconocimiento Biológico (ejecutado de modo adecuado), usted puede probar la presencia de polución en el agua, y usted puede estimar la polución en términos de no-poluta, bastante,

moderada o muy poluta. Indicadores biológicos pueden contarle a usted mucho sobre las consecuencias de la polución en el agua y sobre sus efectos a largo plazo dentro de una comunidad acuática.

El Capítulo 5 se concentra en la posible contaminación del agua con organismos que causan enfermedades (patogénicos). Este capítulo consiste en dos partes. La primera discute el Reconocimiento de la Salud que utiliza enfermedades dominantes y fuentes y rutas de contaminación posibles como indicadores de la presencia de patógenos. Es fácil ejecutar el Reconocimiento de la Salud, el cual no exige habilidades o equipo alguno. Algunos conocimientos extras sobre la presencia y sobre la distribución de enfermedades (aparte de lo que está en este manual) podría ser útil.

Con los resultados de un Reconocimiento de la Salud (adecuadamente ejecutado), usted puede hacer un inventario de las posibles fuentes de contaminación patogénica, y también una presunción sobre la posible presencia de patógenos.

En la segunda parte se discute una prueba para analizar el agua relativo a la presencia de bacterias Coli F., que son indicativos de la presencia de patógenos. Para esta prueba son necesarios: entrenamiento y un equipo de laboratorio son necesarios.

El análisis de Coli F. (ejecutado de modo adecuado) puede probar la existencia de patógenos en el agua, y da una estimación de la contaminación en términos de no-contaminada, bastante, moderada o muy contaminada.

El Capítulo 6 trata del análisis de un número de parámetros físicos y químicos que son indicativos de la polución del agua. Además, se encuentran explicadas las técnicas de muestreo y preservación, en caso de que usted desee que su muestra sea analizada por un laboratorio profesional. Para esas pruebas usted necesita de entrenamiento y de equipo muy específico.

Después de discutidos el análisis físico y químico, usted puede localizar la(s) fuente(s) de polución y determinar el modo de dispersión de la polución. Niveles exactos de contaminantes, así como de metales pesados y pesticidas, pueden ser obtenidos por el peritaje de un laboratorio profesional.

El Capítulo 7 trata de muchas sugerencias prácticas sobre actividades que usted puede ejecutar para mejorar la calidad y cantidad del agua en el quehacer doméstico, en la comunidad y a un nivel más elevado.

El Capítulo 8 discute un número de actividades sociales y jurídicas, las cuales usted puede ejecutar para reducir o eliminar los problemas causados por la polución.

Como usar este manual

Cuando usted use este manual, empiece por leer detenidamente los Capítulos 1 y 2. La familiarización con estos capítulos es la primera condición para trabajar con este manual.

A continuación, siga con el planeamiento y la ejecución de un Reconocimiento del Terreno. El Reconocimiento del Terreno debe ser ejecutado en primer lugar, antes de cada otro método de reconocimiento describa. Además, es también muy útil ejecutar regularmente Reconoci-

mientos del Terreno entre los otros métodos de reconocimiento y las actividades mencionadas en este manual.

Luego, dependiente de la situación local, de sus deseos y de sus capacidades, usted puede seguir adelante con el Reconocimiento Biológico, el Reconocimiento de la Salud y/o con la prueba bacteriológica, y/o con los análisis físicos y químicos. Los métodos explicados son complementarios, pero no es necesario que todos ellos sean dirigidos.

Solamente realice las pruebas bacteriológica, física y química si usted necesita realmente de la Información, porque esas pruebas son relativamente caras y exigen equipos y entrenamiento.

Después de cada método de reconocimiento, lo mismo cuando haya ejecutado solamente el Reconocimiento del Terreno, usted puede seguir adelante el Capítulo 7 y/o 8, a acciones actuales, las cuales usted quiere realizar para reducir o eliminar el problema de la contaminación del agua.

Limitaciones

Aparte de sus múltiples posibilidades, el manual tiene un número de limitaciones del que el usuario tiene que estar consciente.

El manual fue sobre todo escrito en términos generales, porque se destina a ser útil para cada país en desarrollo. No obstante, cada agua tiene sus características específicas, y allí hay numerosos tipos de polución del agua. Por lo tanto, los problemas en áreas diferentes nunca son idénticos. Por eso yo aconsejo a todos de adaptar el manual, lo más que sea posible a las circunstancias locales, excluyendo los elementos que no sean convenientes, y adicionando nuevos elementos que son importantes para su caso particular.

El manual trata solamente de los problemas de la polución en aguas dulces. No puede ser utilizado para aguas saladas, porque la biología, la física y la química del agua salada son totalmente diferentes. Sin embargo, el Reconocimiento del Terreno, discutido en el Capítulo 3, y las ideas generales por detrás del Reconocimiento Biológico y del Reconocimiento de la Salud pueden ser utilizadas para hacer un otro manual sobre agua salada.

Los métodos descritos no dan información sobre los niveles exactos de contaminante(s) presente(s). Si usted desea recolectar ese tipo de información, usted necesitará de pruebas físicas y químicas más elaboradas y exactas, que no se encuentran discutidas en este manual. No obstante, el manual explica como usted puede enviar muestras a un laboratorio para un análisis más amplio (vea el Capítulo 6).

Substancias tóxicas, como metales pesados y pesticidas (vea el Capítulo 2), solamente pueden ser indicados de modo general con los métodos discutidos en este manual. No es posible determinar de que tipo específico de metal pesado o pesticida se trata, ni su nivel exacto. Para este tipo obtener de información, usted tiene que enviar muestras a un laboratorio profesional, tal como está explicado en el Capítulo 6.

Sugestiones y comentarios

Por favor, tenga libre para usar este manual y compartir su contenido con todos los que estén interesados. Usted puede utilizar este manual para elaborar otros manuales sobre la polución del agua, que podrán

ser utilizados por otras personas de las usen este manual (material didáctico para niños, por ejemplo).

El manual puede ser obtenido en inglés, español y francés, y puede ser adquirido de la Fundación IWT o de NOVIB (vea las direcciones abajo).

Si usted tiene preguntas, sugerencias y/o comentarios, siempre podrá escribir a la Fundación del Tribunal Internacional del Agua (IWT).

Esther de Lange
Junio de 1994

*International Water Tribunal
Damrak 83-1
1012 LN Amsterdam
Los Países Bajos*

*NOVIB
Amalstraat 7
2514 JC Den Haag
Los Países Bajos*

1 Hechos sobre el Agua

Este capítulo describe algunos hechos sobre el agua, los cuales son importantes cuando usted vaya a observar la calidad del agua. También usted hallará en este capítulo breves descripciones sobre los diferentes tipos de agua, subdivididos en aguas estancadas y aguas corrientes. Hallará también información sobre las plantas y los animales que viven en el agua y como dependen el uno del otro.

1.1 El ciclo del agua

La cantidad del agua sobre la tierra siempre sigue siendo la misma. Como lo muestra Figura 1, el agua circula desde el cielo a la tierra y de la tierra de nuevo al cielo. A este fenómeno se le llama el ciclo del agua. Agua en el cielo forma nubes, y cae sobre la tierra como lluvia o nieve. Al llegar a la tierra, el agua penetra en el suelo, o corre sobre la tierra como corrientes y ríos en dirección a los lagos y océanos. El calor del sol hace evaporar el agua de la tierra y volver al cielo.

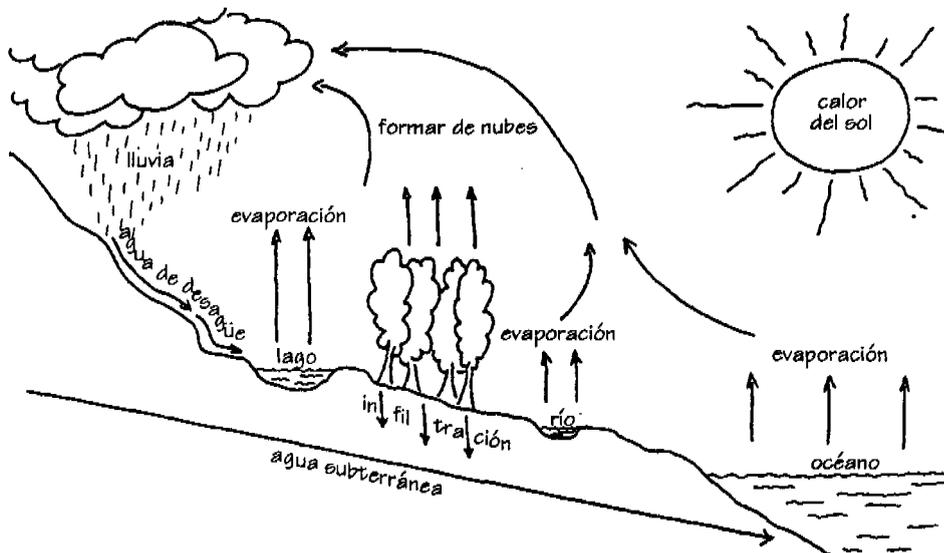


Figura 1: El ciclo del agua

Cuando llueve, parte del agua penetra en el suelo y parte corre sobre la tierra hacia un río o lago. El agua que penetra en el suelo se llama agua de infiltración, y el agua que corre sobre el suelo se llama agua de desagüe.

El agua de infiltración es almacenada en las capas subterráneas y provee de agua a plantas y árboles cuando no llueve. Este agua se llama agua subterránea. Agua subterránea también puede correr, especialmente en regiones quebradas y montañosas.

El agua de desagüe arrastra consigo el suelo de la tierra (lo que se llama erosión) además lleva partículas del suelo y muchos tipos de otras sustancias a las aguas recipientes. Árboles, bosques y plantas reducen el agua de desagüe y con esto previenen la erosión, porque mantienen el suelo unido con sus raíces, y ellas dan al agua la oportunidad de penetrar en el suelo.

1.2 La cuenca

Todo el territorio donde afluye el agua subterránea y el agua de desagüe del suelo a una corriente, río, estanque o lago especial se

Un estuario es el lugar por donde un río entra en un mar o un océano. Es común que un río que desemboca en estuario tenga muchos ríos tributarios (afuentes), y que el lecho del río se hace ancho y de poca profundidad por causa de muchas partículas de erosión del suelo, que son llevadas por el río, y que allí se depositan (sedimentación).

La calidad del agua en un estuario puede variar considerablemente, debido a los movimientos de flujo y reflujo y a causa de la intrusión de agua salada. En un lugar usted puede medir agua de mar con marea alta, mientras que con marea baja se trata únicamente de agua de río. A causa de que agua salada es más pesada que agua dulce, el agua salada del mar o del océano entra en forma de lengua debajo del agua dulce del río. Por eso la calidad del agua en estuarios puede diferenciarse considerablemente a varias profundidades.

Aguas estancadas

Un lago es una masa de agua estancada. Un lago pequeño con plantas que tienen sus raíces en el fondo del lago, distribuidas de una orilla a la otra, es llamado un estanque. Tierras mojadas son áreas que no tienen profundidad suficiente para que puedan ser llamadas lago (generalmente menos de dos metros), pero están cubiertas de agua o tienen el suelo mojado, por lo menos una parte del año. Cuando la tierra mojada soporta arbustos y/o árboles relativamente grandes tal como árboles de caucho y cipreses, es llamado de área pantanosa. Cuando la tierra mojada no soporta árboles y se halla ocupado por hierbas y juncos entre otros, entonces es llamado pantano. Tierras mojadas costales son importantes nidos para muchos organismos que viven dentro y alrededor del agua.

La profundidad, la cantidad de nutrimentos y el tiempo de residencia son las características más importantes de los lagos, las cuales influyen la calidad del agua.

En un lago profundo la camada superior del agua puede hacerse caliente, mientras que en el fondo del lago el agua sigue siendo fría. Cuando se trata de una grande diferencia de temperatura entre la camada superior y la camada más profunda, la diferencia de peso entre el agua de superficie y el agua de más abajo es también considerable, y de esta manera se establece una barrera. El lago en estas condiciones tienen ahora diferentes camadas de agua, que no se mezclan recíprocamente con tanta facilidad. A esto se llama estratificación termal de un lago. Estratificación puede ocurrir en lagos con una profundidad mayor de 10 metros. Al lado de la profundidad, este fenómeno también es determinado por la forma y la estabilidad del lago.

El establecimiento de estas camadas tiene consecuencias importantes para el lago y sus formas de vida. Visto que la camada superior y la inferior están separadas la una de la otra, no se puede realizar intercambio de oxígeno entre ellas. Por consiguiente, posiblemente en la camada inferior puede haber una falta de oxígeno durante los períodos en que el agua se encuentre estratificada, lo que eventualmente podrá causar la muerte de la mayor parte de los animales y de las plantas. En muchos países este fenómeno se presenta en verano.

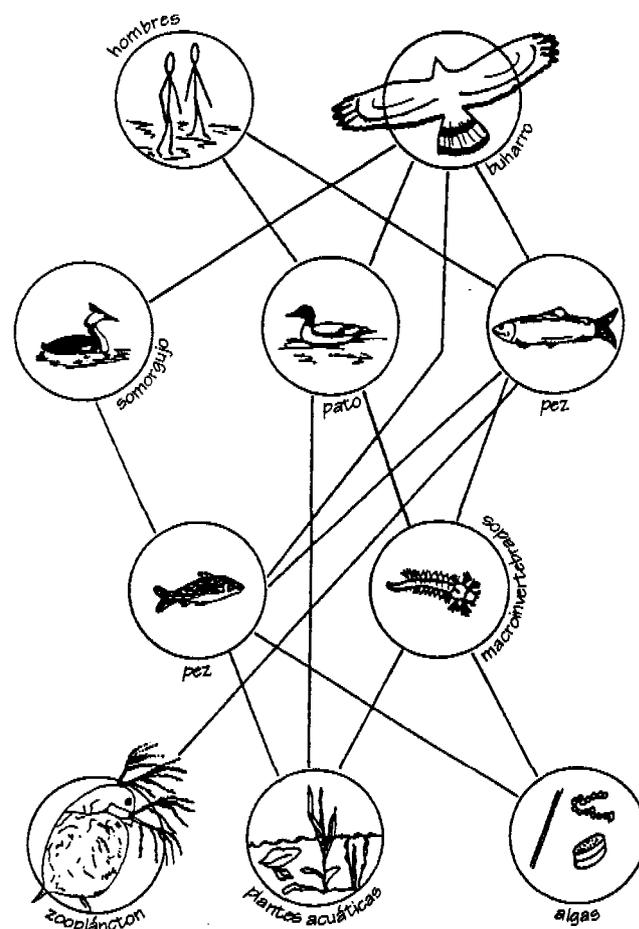
Una falta de oxígeno en la camada inferior hace que nutrimentos, presentes en el fondo de ella, se disuelvan en el agua. Cuando termina la estratificación, los nutrimentos se dispersan también por la camada superior del lago, donde sirven de nutrición a las algas. El macizo crecimiento de algas cierra el círculo de crecimiento, causando eutrofización por el aumento de la polución orgánica (vea también Capítulo 2).

La profundidad del agua y su claridad determinan la cantidad de luz que puede penetrar en el agua. Plantas acuáticas y algas necesitan luz solar y por eso no crecen en aguas muy profundas o en aguas turbias.

Nutrientes son sustancias en el agua que sirven de nutrición a las algas y plantas. Lagos pueden ser clasificados de acuerdo con sus concentraciones de nutrientes, variando de aguas con bajas concentraciones de nutrientes (agua oligotrófica) a aguas con altas concentraciones de nutrientes (agua eutrófica). Agua con contaminación moderada de nutrientes es llamada agua mesotrófica.

A causa de que los lagos almacenan el agua que reciben, no pueden limpiarse tan de prisa como un río. Todos los materiales que entran en el lago, allí se quedan por un período de tiempo más largo, por lo tanto las concentraciones aumentan lentamente al pasar del tiempo. El tiempo que se necesita para renovar por completo el volumen de agua de un lago, se llama tiempo de residencia. Este tiempo se calcula midiéndose los volúmenes de todas las aguas que afluyen y fluyen (incluyendo la respiración) y comparándolas con el volumen total del lago en un cierto período de tiempo. Cuanto más largo sea el tiempo de residencia, tanto más elementos de contaminación se acumularán en el lago.

1.4 La telaraña de la nutrición



Aguas están llenas de vida. Al lado del pez y de las aves acuáticas que todos conocemos, aguas dan albergue a muchos otros tipos de plantas y animales, que varían de muy pequeños a muy grandes. Los animales y las plantas que viven en la misma área son dependientes entre sí y juntos establecen el sistema ecológico. Plantas pequeñas sirven de alimentación a peces pequeños, pequeños peces nutren peces mayores y los peces mayores sirven de alimentación a los pájaros y al hombre. Al morir los peces y los pájaros, sus cuerpos muertos son

Figura 2: La cadena de nutrición aprovechados por organismos muy pequeños. A eso se llama la telaraña de la nutrición y se lo demuestra en Figura 2.

1.5 Plantas que viven en el agua

El número y los tipos de plantas que viven en el agua están determinados considerablemente por la cantidad de nutrimentos, la mayor nutrición para las plantas. La cantidad de luz solar que penetra en el agua es también importante, visto que ninguna planta puede crecer sin la luz solar. Otros factores que determinan el tipo y el número de plantas establecidas son la profundidad del agua, la velocidad de la corriente, el tipo de materiales del fondo y la temperatura.

Plantas son muy importantes porque ellas producen oxígeno en el agua, que es esencial para todos los organismos que viven en él. Además, los organismos sirven de nutrición a los animales.

Algas

Algas son las más pequeñas plantas sobre la tierra. Tienen una estructura muy simple, sin raíces y hojas reales. Algas pueden crecer solas o juntas, en forma de cadenas o pelotas. La mayor parte de las algas pueden ser vistas solamente con la ayuda de un microscopio, pero algunas pueden verse a simple vista. Hay dos tipos de algas: algas planctónicas y algas bénticas.



Algas planctónicas flotan libremente en el agua y no se pueden mover por sí mismas. Individualmente y en pequeñas cantidades usted consigue verlas solamente a través de un microscopio, pero en grandes cantidades usted puede verlas en el agua en los siguientes colores verde, verde-azul, marrón, o rojo (florescencia de algas, como la marea roja). Algas planctónicas se encuentran típicamente en estanques, lagos, ríos de movimientos lentos, y en áreas de estancamiento de la corrientes. Estas algas planctónicas se hallarán difícilmente en aguas de corrientes rápidas, ya que son arrastradas por ellas.

Algas bénticas están pegadas a rocas, madera sumergida, fondos sumergidos de barcos, plantas acuáticas u otros objetos. Ciertas algas pegadas pueden ser reconocidas a simple vista. Estas formas son referidas muchas veces como musgo de estanque o espuma. Rocas afiladas se deben muchas veces al crecimiento de algas. Algas pegadas se hallan típicamente en corrientes, ríos y alrededor de los bordes de los lagos.

Algas son muy importantes porque producen oxígeno en el agua y porque sirven de nutrición a muchos animales. En lagos profundos son muchas veces los mayores productores de oxígeno. Algas en excesiva cantidad limitan el crecimiento de plantas acuáticas (porque usan todas las nutrimentos, además quitan toda la luz solar que cae sobre el agua) y ciertos tipos de peces que necesitan de agua clara. Un exceso de algas también puede causar daños a personas, ya que el agua no puede ser más usada para beber (esto también es aplicable a los animales) o para agua de irrigación, por ejemplo.

Grandes plantas acuáticas

Similar a las plantas en la tierra, hay también plantas que viven en el agua. Hay diferentes tipos de plantas acuáticas. Algunas están pegadas al fondo, mientras otras plantas flotan. Algunas plantas tienen partes a flor de agua, mientras otras se hallan por completo sumergidas.

En lagos poco profundos son muchas veces las plantas acuáticas las principales productoras de oxígeno. Por lo tanto, plantas acuáticas procuren también nutrición, nidales y protección a los insectos acuáticos, caracoles y peces. Plantas acuáticas sirven de nutrición a muchos ani-





males. Además pájaros acuáticos y otros animales usan las plantas acuáticas para residir y hacer nidos.

Plantas acuáticas son efectivas en romper la fuerza de las olas y con sus raíces pueden mantener junto el suelo, por lo tanto reducen la erosión de las orillas. Plantas como el lirio de agua también pueden recoger nutrientes y metales pesados del agua, por lo tanto forman un filtro natural de purificación del agua (eso es solamente cuando se hace su cosecha de manera ocasional, de otra manera las nutrientes y los metales pesados vuelven a entrar en el agua). A esto se llama de filtro helófito y el cual puede ser usado para purificar el agua con residuos domésticos en escala reducida, por ejemplo.

Cuando hay demasiadas plantas acuáticas, estas constituyen un problema para algunos animales que viven en el agua, por ejemplo para el pez. Pueden causar dificultades cuando usted desea usar el agua, por ejemplo para beber, irrigación o uso industrial.

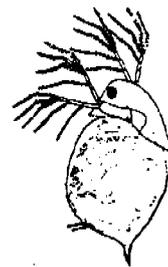
1.6 Animales que viven en el agua

El número y los tipos de animales que viven en el agua dependen entre otras de la cantidad y tipo de nutrición disponible. Generalmente animales pequeños y plantas son comidos por animales más grandes. Si un animal en particular puede o no vivir en una masa de agua depende también del tipo de agua.

Todo animal tiene también su área especial donde prefiere vivir. Esta área es llamada el hábitat. Hábitats tienen características diferentes (condiciones de vida) que influyen la distribución de animales, por ejemplo oxígeno disuelto, acidez y velocidad de la corriente. Algunos animales prefieren agua profunda, otros prefieren agua de poca profundidad, algunos prefieren aguas corrientes, otros aguas estancadas, etc.

Zoopláncton

Zoopláncton, así como algas planctónicas, son pequeños organismos, de los cuales la mayoría solamente pueden ser vistos por microscopio. Organismos zooplanctónicos son capaces de moverse por sí mismos. Se alimentan de algas planctónicas y bacterias, y sirven de nutrición a los peces. La pulga acuática es uno de los mayores organismos de zoopláncton y puede ser observado a simple vista.



Pequeños Animales acuáticos

Pequeños animales acuáticos tienen de medio a dos centímetros de tamaño. Son llamados macroinvertebrados. El término 'macro' se refiere al hecho que pueden ser observados a simple vista. 'Invertebrado' quiere decir que el animal carece de columna vertebral. Muchos animales acuáticos pequeños son macroinvertebrados 'bénticos'. El término 'béntico' indica a los organismos que viven en el fondo, que se arrastran sobre el o se pegan al fondo del agua.



La mayor parte de los invertebrados son insectos acuáticos o los 'hijos' de insectos (la forma inmadura del insecto, llamada ninfa o larva). Ejemplos son ninfas de mosca de las piedras, ninfas de efímera, ninfas de libélulas y larvas de mosquito enano.

Muchas de las moscas y mosquitos que viven en la tierra pasan el período inmaduro de su vida en el agua. Los moscas o mosquitos adultos ponen sus huevos en el agua, por ejemplo en hojas de plantas acuáticas.

Las larvas crecen en el agua. Cuando las larvas alcanzan su madurez, se transforman en moscas o mosquitos adultos. Ellas abandonan el agua y vienen a ser la hermosa libélula o el mosquito con sus picaduras que todos conocemos.

Macroinvertebrados también incluyen animales como almejas, mejillones, cangrejos, caracoles y gusanos acuáticos. La mayor parte de los animales pequeños vive en el agua por más de un año.

Pequeños animales acuáticos muchas veces no llaman la atención a causa de su tamaño y el lugar en que viven, pero ellos son de extrema importancia. Se alimentan de plantas y animales muertos, como hojas y peces muertos, rompiendo con esto los restos en muy pequeñas partículas. Estas partículas, que incluyen nutrimentos, sirven a su vez de nutrición a las algas y plantas acuáticas. Los mismos animales acuáticos pequeños son aprovechados como alimento por un buen número de otros animales así como el pez, mamíferos y anfibios.

Grandes animales acuáticos

Vertebrados son los otros animales que viven en el agua. La mayor parte de ellos son mayores que los macroinvertebrados, y todos tienen columna vertebral. Animales acuáticos grandes incluyen peces, anfibios (salamandras, ranas, sapos y sirenas), reptiles (serpientes, lagartos y tortugas), pájaros y mamíferos.



La presencia de animales acuáticos grandes puede indicarle a usted la salud de todo el ecosistema en el agua. A causa de que ellos están en el tope de la telaraña de la nutrición, ellos son dependientes de muchas plantas y animales para que puedan sobrevivir. Por eso, el agua con una gran cantidad de diferentes especies de animales tiene las más veces una buena calidad.



Literatura recomendada

Water Watch, Kentucky Division of Water: "A field guide to Kentucky lakes and wetlands". Kentucky Natural Resources and Environmental Protection Cabinet, 18 Reilly Road, Frankfort, Kentucky 40601, U.S.A. 1985 (gratuitamente).

WETZEL, ROBERT G.: "Limnology". Michigan State University, Saunders College Publishing, Harcourt Brace Jovanovitch Inc., Orlando, Florida, U.S.A. Second edition, 1983.

2 _____ Tipos de Polución del Agua

Tenemos la misma cantidad de agua en la tierra de la que teníamos hace millones de años, y a causa del ciclo de agua (Figura 1) seguimos de manera continua usando el mismo agua. Agua que se usa muchas veces puede contaminarse fácilmente. Se trata de la polución del agua cuando hace daño a plantas y animales que viven en el agua, y cuando no puede ser más usada para beber, irrigación u otros fines. Esto sucede, por ejemplo, cuando basuras domésticas, desechos industriales o agua negra de ciudades y pueblos son descargados en el agua.

A través de los años la población mundial va aumentando, y nosotros usamos más agua para más fines, aumentando de esta manera la polución del agua. El carácter de la polución también está cambiando. Se hacen más sustancias artificiales y estas son peligrosas para el medio ambiente y no son biodegradables, lo que significa que ellas se quedan en el medio ambiente por largo tiempo.

Los efectos de la polución en el agua dependen en primer lugar del tipo de polución. Los diferentes tipos y sus efectos sobre el agua serán tratados en este capítulo. Los efectos también dependen de la cantidad de cada contaminante, de la dilución y de la purificación natural del agua recibida.

2.1 _____ Fuentes de polución

La polución del agua puede ser causada por varias actividades humanas. Las mayores fuentes de polución del agua son las industrias, desechos domésticos, actividades agrícolas, actividades de construcción, explotación de minería, desforestación y perforación de petróleo. A veces, la polución del agua sucede de manera natural, pero su extensión es generalmente menos voluminosa que la polución causada por el hombre.

Polución puede originarse de dos tipos de fuentes. Esto depende de como la polución entra en el agua. *Fuentes puntuales* son fuentes de polución que están situadas en una localidad y muchas veces se trata de un tubo de descarga específica. Fábricas e instalaciones para el tratamiento de agua doméstica tienen tubos de alcantarillado que descargan directamente en el agua. De modo general, las fuentes fijas pueden ser localizadas fácilmente.

Polución de *fuentes no puntuales*, no viene de una localidad específica. Al contrario, se originan de muchas fuentes pequeñas en un área mayor. Es causada, generalmente, por agua que corre sobre la tierra hacia un río o lago, por ejemplo agua de lluvia o agua de irrigación. Cuando esta agua pasa por la tierra, recoge los elementos de polución y los lleva hasta las aguas locales. Fuentes no puntuales de polución también pueden resultar de polución en el aire que 'cae' en el agua o sobre la tierra (precipitación atmosférica). Fuentes no puntuales de polución se identifican con mayor dificultad. Por ejemplo, polución de fuentes no puntuales pueden ser causada por actividades agrícolas sobre toda la cuenca, cuando el desagüe contenga pesticidas. La lluvia ácida es considerada también como una forma de polución de fuente no puntual.

2.2 Tipos de contaminación del agua

Tabla 1 da los tipos más importantes de contaminación que suceden en aguas frescas y sus mayores fuentes.

	industria	agricultura		minería	doméstico	
		cultivos	ganado		rural	urbano
sólidos de suspensión		x		x		(x)
residuos orgánicos patogénos (excrementos)	x		x		x	x
nutrimentos		x	x		x	x
pesticidas		x				
metales pesados	x	x		x		(x)

Tabla 1: Tipos de contaminación del agua y sus mayores fuentes

Desechos domésticos en áreas rurales consisten en agua sucia y desechos sólidos (basura) de gobiernos de casa, y muchas veces son descargados directamente dentro de aguas cercanas o sobre la tierra.

En áreas urbanas los desechos domésticos son generalmente descargados por un sistema de alcantarillado. Descarga de alcantarillado también puede incluir efluentes de industrias y agua de desagüe, por lo tanto contiene todo tipo de contaminantes. Áreas urbanas pueden tener una instalación para el tratamiento de la descarga del alcantarillado. Estas instalaciones tienen muchas veces efluentes con altos niveles de nutrimentos, bajo nivel de oxígeno y algunas bacterias patogénicas. Desechos sólidos en áreas urbanas son habitualmente recogidos y almacenados en un basurero, que está muchas veces sobre la orilla de un río o de el borde de un lago.

Sólidos en suspensión

Erosión es el desgaste del suelo causado por el viento o por el agua. Cada actividad que disturba la tierra hace que el suelo sea lavado y llevado en el agua. El suelo erosionado que recalca en el agua es llamado sólidos en suspensión. Agricultura, cultura forestal, minería y caminos no pavimentados son fuentes de sólidos en suspensión en áreas rurales. En áreas urbanas, actividades de construcción pueden contribuir enormemente a la formación de niveles de sólidos en suspensión en el agua.

Las aguas que están muy cargadas de sólidos en suspensión llaman la atención a causa de su apariencia fangosa. Sin embargo, cuando los ríos llegan al estanque el agua pierde velocidad y los sólidos en suspensión bajan al fondo, y forman una camada de sedimento, a este proceso se le llama sedimentación. Por eso el agua del lago tiene una apariencia clara a alguna distancia del punto donde el río fangoso entra en el lago. No obstante, eso no quiere decir que no haya contaminación de sedimento en aguas estancadas.

Substancias tóxicas así como pesticidas y metales pesados en el agua tienen la tendencia de fijarse a partículas del suelo y por lo tanto, los sólidos en suspensión pueden ser contaminados (vea también pesticidas y metales pesados en este capítulo). Cuando sólidos en suspensión establece en aguas estancadas, la cantidad de metales pesados y pesticidas en el fondo del agua aumenta lentamente. A través de animales que viven en el fondo y cerca del fondo del agua, las toxinas entrarán en la teleraña de la nutrición, lo que puede ser muy dañino para el ecosistema. Por eso los fondos de las aguas que tienen cargas

pesadas de sedimento, a veces son referidas como verdaderas bombas químicas retardadas.

Sólidos en suspensión bloquean la penetración de la luz solar. Sobre todo algas y plantas acuáticas, que necesitan de la luz del sol, morirán en agua que sea muy fangosa. Esto naturalmente también afecta a los animales en el agua, porque ellos dependen de algas y plantas acuáticas para que puedan sobrevivir.

Sedimento en el fondo del agua puede sofocar muchos pequeños animales acuáticos. Estos insectos, que son los principales proveedores de alimento para los peces predadores que pueden ser exterminados, afectan la población de esos peces.

Una sobrecarga de sedimentos también llena o rellena el lecho, reduciendo de este modo la capacidad del cauce fluvial, lo que resulta en inundaciones.

Sólidos en suspensión también pueden destruir arrecifes corallinos, si estos son arrastrado al mar. Los corales mueren porque son sofocados por los sólidos en suspensión.

Cuando cargas pesadas de sólidos en suspensión son arrastradas hacia el interior de un lago o estanques durante un período de años, estas cargas pueden por fin llenar el cuenco y transformarla en tierra mojada, o hasta en tierra seca.

Residuos orgánicos

Residuos orgánicos son sustancias que se originan de algo que un tiempo era vivo. Ejemplos incluyen plantas y animales muertos, restantes de alimento y también los excrementos de animales y personas. Usted puede hallar residuos orgánicos en las descargas de fábricas (especialmente en industrias de procesamiento de alimentos y en molinos de pulpa), en excrementos de animales y personas (en los bebederos y comederos para animales, lugares de defecación para la gente), y en los desechos domésticos.

Residuos orgánicos pueden ser visibles, causando agua sucia y turbia. Cuando se trata de polución severa, usted puede oler excrementos y/o un olor semejante al olor de huevos podridos.

Residuos orgánicos causan varios problemas en el agua. Hacen que el agua sea inservible como agua potable. Residuos orgánicos son comidos y por lo tanto liquidados por bacterias que viven en el agua. No obstante, para hacerlo las bacterias necesitan de oxígeno. Cuando la polución orgánica es severa, ella causa una reducción y a veces la falta total de oxígeno en el agua. Esto es muy serio, pues las plantas acuáticas y la mayor parte de los animales que viven en el agua no pueden sobrevivir sin oxígeno. Las aguas que están seriamente contaminadas con residuos orgánicos (así como muchos ríos que corren a través de ciudades grandes) contienen ninguna planta y animal: es decir que biológicamente están muertos.

Excrementos

Excrementos de animales y personas contienen muchos organismos pequeños, por ejemplo bacterias, que pueden solamente ser vistas por un microscopio. Algunos de ellos, sin embargo, pueden ser muy nocivos porque pueden causar enfermedades. Organismos que consiguen causar enfermedades son llamadas patogénicos. Cuando excrementos son llevados hacia el interior del agua (lo que acontece muchas veces),

esta se contamina con estos patógenos. Personas que toman de este agua pueden enfermarse. Los excrementos en el agua pueden ser visibles, o invisibles cuando estén diluidos.

Por ejemplo diarrea, cólera, tífus, disentería, fiebre amarilla (hepatitis), infección por la lombriz de Guinea y bilzarzia (schistosomiasis) son enfermedades causadas por patógenos, en la mayoría de las veces por nuestro agua. Usted puede enfermarse cuando tome agua contaminada y a veces también puede contaminarse cuando esté de pie o bañándose en agua contaminada.

Nutrientes

Nutrientes son sustancias más pequeñas que no pueden ser vistas a simple vista. Ellas sirven de nutrición a las algas y plantas acuáticas. Los nutrientes más importantes son nitrógeno y fósforo. Nutrientes se hallan en abonos químicos (artificiales) y excrementos animales y humanos.

Agua no contaminada llevan solamente pequeñas cantidades de nutrientes. Cuando el cantidad de nutrientes crece, algunos tipos de plantas crecen terriblemente en número, en cuanto que otras no pueden sobrevivir. Entonces hablamos de contaminación por nutrientes, y más específicamente de eutrofización.

En principio, un aumento en la cantidad de nutrientes resultará en una abundancia de plantas acuáticas, por ejemplo del jacinto de agua. Esto puede tornar el agua inservible para beber, la irrigación y uso industrial, por ejemplo.

Contaminación por nutrientes extensiva resulta en la dominación de las algas. Esto puede causar la floración de las algas, que dan al agua un color verde, verde-azul, marrón o rojo. Esas floraciones de las algas muchas veces hacen el agua inservible para la gente, animales y plantas acuáticas. La 'marea roja', que a su vez es también una floración de algas, es tóxica para los animales así como para los peces y camarones.

A causa de que las algas y las plantas acuáticas son orgánicas, su muerte en grandes cantidades causa el agotamiento de oxígeno (vea también residuos orgánicos). Habitualmente, el aumento de los nutrientes resulta en un aumento de la población de plantas y animales, hasta el momento en que el nivel de oxígeno se agote totalmente.

Altas concentraciones de nitrato en el agua potable pueden ser tóxicas, especialmente para bebés y gente de edad avanzada. Nitratos bloquean la respiración, causando por fin la muerte por asfixia. A esto también se le llama 'síndrome bebé azul'.

Pesticidas y metales pesados

Pesticidas y metales pesados son sustancias tóxicas. Esto es decir que ellas pueden ser muy nocivas para plantas y animales que viven en el agua, y hasta para las personas que usen agua contaminada con estas sustancias.

Pesticidas son productos hechos artificialmente, que matan ciertos tipos de plantas (herbicidas) o insectos (insecticidas). Son usados por los agricultores para proteger sus plantaciones contra las plagas. La mayor desventaja de los pesticidas es que no solo causa daño a la plaga para la cual son usados.

Pesticidas son sustancias tóxicas que afectan a muchas plantas, animales y hasta personas. Pesticidas son más perjudiciales para las personas cuando estas están expuestas directamente a ellos, por ejemplo al pulverizar pesticidas en el campo. Sin embargo, en este manual únicamente los efectos de los pesticidas dentro del agua serán discutidos.

El término 'metal pesado' se refiere al tipo de elemento metálico hallado en la tierra. Algunos metales pesados comunes incluyen: aluminio (Al), arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), hierro (Fe), plomo (Pb), manganeso (Mn), mercurio (Hg), níquel (Ni), plata (Ag) y cinc (Zn).

Metales pesados suelen ser encontrados en el suelo y rocas de nuestra tierra. Pueden entrar en el agua después de erupciones volcánicas y debido a la erosión de rocas, por ejemplo. Por eso usted puede hallar bajos (fondo) niveles de metales pesados en casi todas las aguas.

Sin embargo, actividades humanas como procesos de minería y fabricación, pueden causar altos niveles de metales pesados en el agua. El uso general de metales pesados en procesos de fabricación incluye: plomo y níquel en baterías, cobre en textiles, plata en filmes fotográficos, y mineral de hierro en la producción de acero. Afluentes de alcantarillado (incluyendo las de las industrias) pueden llevar altas concentraciones de metales pesados.

Después de fuertes lluvias, el agua de desagüe lleva cantidades elevadas de metales, por ejemplo el plomo de los escapes de automóviles, aceite y grasa; cinc del aceite para motor y de la grasa; y cobre que fue usado en el forro de frenos.

Sólidos en suspensión originarios de la erosión de áreas de cultivos pueden llevar cobre, cadmio y hasta uranio, que se encuentran en algunos abonos químicos de fosfato. Herbicidas que son usados para combatir malas hierbas pueden contener arsénico o mercurio.

Es sabido que toxinas, tales como pesticidas y metales pesados tienen una larga escala de efectos nocivos sobre el organismo. Ellos incluyen el cáncer, la pérdida de la fertilidad, defectos de nacimiento, disturbios en la sangre, daños genéticos, cambios hormonales y otros cambios químicos, disturbios en el sistema nervioso central, daños en un número de órganos y muerte. Muchas veces, es muy difícil establecer de modo preciso los efectos de las toxinas, porque ellas se encuentran muchas veces en mezclas complejas, y por lo tanto toxinas pueden influenciarse recíprocamente. A veces los efectos dañinos se manifiestan solamente largo tiempo después de la intoxicación.

Hay dos procesos importantes cuando se consume toxinas. El uno es *bioacumulación*. Cuando sustancias tóxicas entran en el cuerpo del animal, es usual que allí se queden por un largo tiempo. Toxinas pueden ser ingeridas directamente del agua, o a través del consumo de alimentos que contengan toxinas. A causa de que las toxinas son rotas solo parcialmente por el cuerpo, pueden alcanzar altas concentraciones, que paso a paso se convierten nocivas para el organismo. Muchos de los pesticidas orgánicos y metales pesados bioacumulan.

El segundo proceso es *biomagnificación*. Este término describe el aumento de la concentración de toxinas, cuando usted mueva la teleraña de la nutrición. Todo animal acumula la toxina plomo de todas las criaturas que lo comieron antes. Los animales que están en el tope de la teleraña de la nutrición, así como las águilas y también la gente, corren

riesgo de ser expuestos a altas concentraciones de sustancias tóxicas. Por ejemplo, una toxina en particular puede ser absorbida por algas o animales planctónicos en concentraciones que no les afecta. No obstante, un leucisco come miles y miles de estos animales y plantas minúsculas, cada uno con su propia cantidad pequeña de toxinas acumuladas. Una perca o una trucha comerán centenas de leuciscos, cada uno con su cantidad de sustancia tóxica adquirida de miles y miles de piezas de plancton. Por lo tanto, cuanto más alta sea la tele-
raña de la nutrición que usted siga, cuanto más toxina encontrará con cada bocadillo. La sustancia fue 'bioacumulada'. Una persona que come una sola porción de pez de un lago contaminado con toxinas bioacumuladas, puede recibir una concentración más alta de contaminantes de los que recibe una persona que bebe el agua del lago durante toda su vida.

Ambos, bioacumulación y biomagnificación son procesos lentos de polución, que solamente se hacen visibles cuando ya es demasiado tarde, cuando todos los daños ya se realizaron.

2.3 _____ **Purificación natural**

El agua tiene la capacidad de purificar la polución, mientras el grado de la polución no sea demasiado severo, y el agente que causa la polución sea biodegradable.

Biodegradable significa que la sustancia puede ser descompuesta hasta sus sustancias básicas, las que pueden ser usadas de nuevo para el crecimiento de plantas y animales. La descomposición de materiales es hecha por bacterias y macroinvertebrados. Para la descomposición se usa oxígeno, y por eso la concentración de oxígeno en el agua es el mayor factor determinante para la capacidad de auto-purificación de ese agua.

La temperatura es también un factor importante, desde que procesos biológicos ocurren con más rapidez cuando la temperatura aumenta.

Al lado de la descomposición a través de bacterias y macroinvertebrados, la polución es también reducida por procesos físicos y químicos en el agua.

Literatura recomendada

WETZEL, ROBERT G.: "Limnology". Michigan State University, Saunders College Publishing, Harcourt Brace Jovanovitch Inc., Orlando, Florida, U.S.A. Second edition, 1983.

3 _____ El Reconocimiento del Terreno

Cuando usted experimenta o sospecha polución problemática en el agua, es conveniente saber de que tipo de polución se trata, y de donde viene. Usted debe entonces empezar un Reconocimiento del Terreno (Field Survey). El Reconocimiento del Terreno se ejecuta muy simplemente. Significa que examine el agua poluta y el área de la que se origina el agua, usando solamente sus ojos, su nariz, y su sentido común.

Un Reconocimiento del Terreno incluye una mirada a los diferentes usos que se hacen de la tierra en la cuenca, ya que la calidad del agua es muy influenciada por actividades en las tierras en los alrededores del agua. Usted también examinará el agua en búsqueda de colores y olores extraños, puesto que eso puede indicar polución del agua. Este capítulo le explica como usted puede ejecutar un Reconocimiento del Terreno.

Con los resultados del Reconocimiento del Terreno, usted estará en condiciones de describir el área reconocida en términos de una posible polución, y hacer una lista, la más completa posible, de todas las potenciales fuentes de polución del agua en la cuenca. Usted tendrá también una buena indicación de que tipo de polución del agua se trata. Aunque generalmente sea posible constatar si la polución es o no severa, no es posible ser más exacto sobre la cantidad y el impacto de la polución.

Un Reconocimiento del Terreno es el camino adecuado para la preparación de un estudio más avanzado sobre la calidad del agua. Por eso, se lo presenta como el primer paso en este manual. Usted podrá también ejecutar Reconocimientos del Terreno antes que sea sospechado un problema de polución, para fines educativos, como un sistema temprano de advertencia, o para reunir datos referenciales, por ejemplo. Es muy útil ejecutar Reconocimientos del Terreno entre los otros reconocimientos y actividades que se discuten en este manual.

3.1 _____ Ejecutar un Reconocimiento del Terreno

El reconocimiento del terreno es muy simple y exige muy poco equipo: básicamente usted necesita de una carpeta con abrazadera, lápices y Listas con Datos para el Reconocimiento del Terreno números 1, 2, 3 (vea Apéndices 1, 2 y 3). Botas que alcancen sus caderas, una cámara fotográfica y una brújula, caso disponible, son aconsejables.

El Reconocimiento del Terreno incluye tres áreas cuando usted examine el agua para ver si hay colores y olores extraños en ella, y apunte los tipos presentes del uso de las tierras, usando las Listas de Datos del Reconocimiento del Terreno.

Primeramente usted inspecciona el área en la que usted sospecha o experimenta polución. A ese área se le llama *área reconocida*, y puede ser parte de un río o lago, o una fuente de agua potable. En seguida, se hace la inspección de la masa total del agua en que el área reconocida se encuentre, por ejemplo el lago o río completos. Por fin, usted inspecciona toda la cuenca en que la masa del agua se encuentre (y por lo tanto, el área reconocida) localizada, lo más completo posible.

El Reconocimiento del Terreno puede ser ejecutado corriente sobre la tierra o el agua, o en barco. Lo mejor es hacer una combinación, para poder coleccionar más información.

dades, etc.), y líneas que indiquen la altitud en caso de que el terreno sea desigual o montañoso.

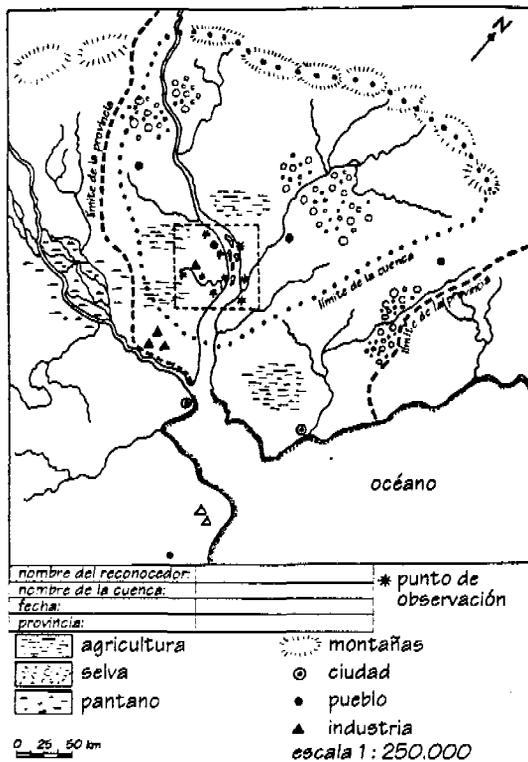


Figura 4: Mapa general del área

Los siguientes puntos deberían ser dibujados en cada mapa: los límites de la cuenca, todas las aguas mayores y algunos de los mayores municipios y ciudades dentro de la cuenca, los puntos de observación para el Reconocimiento del Terreno (nombre y número), los diferentes tipos del uso de la tierra y del agua, y todas estructuras dentro y alrededor del agua (por ejemplo, islas, puentes, diques, presas, esclusas). Marque el lugar del (de las) agua(s) reconocida(s) en el mapa general (y en el mapa de la masa del agua, caso dibujado).

Aparte de dibujar sus propios mapas del área reconocida, es muy útil usar también mapas ya existentes. Eso usualmente provee información adicional, y ayuda a ampliar su entendimiento del área.

3.3 Localización de los puntos de observación

Los puntos de observación son sitios dentro del área reconocida y dentro de la cuenca del área reconocida donde usted halle indicadores de polución. Marque todos los puntos de observación en sus mapas, los numere y los describa en la Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno número 1.

Para saber si un cierto sitio en agua estancada o agua corriente está contaminado o no, examine este sitio específico. Por ejemplo, le gustaría a usted saber si el lugar en que la gente busca su agua potable es contaminado o no.

Para identificar la(s) fuente(s) posible(s) de polución, use varios puntos de observación. El tipo de lugares que usted seleccione será diferente para aguas estancadas y aguas corrientes.

Cuando usted esté haciendo el reconocimiento de una masa de agua estancada, tal como un lago o un estanque, sería ideal si usted reconociera la masa completa del agua y todas las aguas afluentes. Polución puede entrar en el lago por el agua de desagüe que viene por tierra, por el agua subterránea, a través de aguas afluentes como ríos y corrientes, o por precipitación atmosférica. Dése cuenta de que se puede también tratar de una combinación de fuentes. La cantidad del agua que corre para fuera del lago (incluyendo la evaporación), comparada con la cantidad de agua afluente, le da a usted una idea de cuanto el nivel de polución aumenta en el lago.

Cuando la polución del agua ocurre en una corriente o río, el mejor lugar para observar sus efectos es río abajo de la(s) fuente(s) sospechosa(s) de polución. El punto exacto río abajo para realizar el reconocimiento varía. Si el agua corre muy rápido, posiblemente usted tendrá que hacer observaciones para algunos indicadores en un punto más distante en el río abajo, donde la corriente sea más lenta. Esto es especialmente cierto cuando se hace el reconocimiento de posibles efectos o indicadores de nutrimentos, porque los efectos de la presencia excesiva de nutrimentos no se muestran hasta que la velocidad de la corriente sea lenta.

Para indicar el punto exacto de la polución, vaya usted río arriba hasta que encuentre agua que no muestre más indicadores de polución. La distancia que usted debe recorrer puede variar mucho. A veces usted hallará una fábrica dentro de unos 200 metros río arriba de su agua reconocida, pero también es posible que la polución sea causada por actividades agrícolas, desforestación y/o actividades de minería en algún lugar muy distante, río arriba en su cuenca. Por eso se recomienda que sepa usted como es la apariencia de la cuenca completa, con una lista de todas las fuentes potenciales de polución y que esta lista sea lo más completa posible.

Para describir la polución en términos de impacto, usted puede comparar lugares que estén arriba y abajo de la fuente de polución. Como punto de referencia, use punto(s) de observación río arriba que es obvio que no esté(n) contaminado(s).

3.4 _____ Las Listas de Datos del Reconocimiento del Terreno

Es naturalmente muy importante que toda la información que usted recolecte sea documentada y concretada en mapas muy claramente. En caso de que usted no haga la documentación de manera adecuada, los datos recogidos no podrán ser usados.

Para registrar la información recogida durante el Reconocimiento del Terreno, use las Listas de Datos del Reconocimiento del Terreno, que pueden ser encontradas en Apéndice 1, 2 y 3. Discuta sobre las Listas de Datos del Reconocimiento del Terreno con todos los participantes antes que empiece el reconocimiento, con la seguridad de que todos los puntos estén bien entendidos. Provea cada equipo de reconocedores de un juego de listas de datos y, en caso de que sea posible, acompañado de una copia del mapa existente (la sección de) del agua que será reconocida. Cada equipo de reconocedores tendría que dibujar los mapas, según fue explicado en Sección 3.2.

Trate en lo posible de adaptar las listas de datos a las circunstancias locales, añadiéndoles eventualmente otros puntos importantes, y/o excluyendo puntos insignificantes.

No escriba en las Listas de Datos del Reconocimiento del Terreno originales. Haga copias y escriba en ellas.

El llenado de las Listas de Datos del Reconocimiento del Terreno, nunca deberá hacerse en una oficina!

3.5 _____ Qué hacer

1. Escriba claramente la(s) razón(es), por la(s) cuale(s) quiere ejecutar un Reconocimiento del Terreno y, lo más comprensible que sea posible, las metas que quiere alcanzar.

2. Determine el(las) área(s) que usted quiere reconocer, que puede(n) ser el(las) área(s) en que usted experimente o sospeche que haya polución. Determine la masa completa del agua y la cuenca en que el(las) área(s) reconocida(s) se encuentre(n). Si es posible, use mapas existentes.
3. Forme equipos pequeños de reconocedores, compuestos de gente local del área (incluyendo propietarios de tierras), personas de cada organización participante, y eventualmente de otras personas interesadas y peritos.
4. Discuta con los participantes sobre la(s) razón(es) y metas de Reconocimiento del Terreno, el(las) área(s) que debe(n) ser reconocida(s), y las Listas de Datos del Reconocimiento del Terreno. Asegúrese de que todos los otros materiales necesarios para el reconocimiento (por ejemplo una cámara fotográfica, un barco) sean obtenibles y preparados para su uso.
5. Emplee a caminar y/o a navegar por el área que usted quiere reconocer. Rellene los 'Datos generales' y la 'Descripción del área reconocida' en una Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno número 1. Dibuje un mapa del área reconocida como fue descrito en Sección 3.2.
6. Determine puntos de observación en el área reconocida (vea Sección 3.3). Marque los puntos de observación en el mapa, numere y descríbalos en una Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno número 1.
7. Examine todos los tipos actuales del uso de la tierra y sus posibles efectos en el área reconocida, usando la Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno número 2. Marque todos los tipos de uso de la tierra que usted haya encontrado en su mapa. Otra vez, use números o códigos para subrayar las áreas de usos diferentes de la tierra en su mapa.
8. Inspeccione el agua a ver si no hay en ella colores u olores inusitados. Si usted nota un color y/o un olor extraño, use la Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno número 3 para la determinación de fuentes posibles.
9. Cuando haga fotografías, escriba el número, lugar, fecha y una breve descripción en la Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno número 1.
10. Si usted quiere reconocer más áreas, conduzca también paso 5, incluyendo 9 para cada área.
11. Después de examinadas el(las) área(s) que usted quiere reconocer, intente conseguir un cuadro completo de la masa de agua y de la cuenca en que el(las) área(s) reconocida(s) se encuentre(n). Cuando esté usted reconociendo un agua corriente, camine río arriba y apunte todos sus tributarios (afuentes). Intente hacer lo mismo caminando río abajo. Cuando usted esté reconociendo un agua estancada, localice todas las aguas que entren y salgan, y siga las aguas afluentes río arriba.
12. Llene la 'Descripción de la masa del agua' y la 'Descripción de la cuenca' en la Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno

Literatura recomendada

DICKMAN, M.: "Waterways walkabout". Biological Sciences Department, Brock University, St. Catharines, Ontario, Canada L2S 3A1. Second edition, 1992.

RERRELL, CHARLES R. and Dr. PATRICIA BYTNAR PERFETTI: "Water quality indicators guide: surface waters". Soil and Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, D.C., 1991.

ocurre en números bajos. Baja diversidad significa que hay solamente pocos tipos de organismos, y cada tipo se encuentra en altos números. De modo general, aguas no-contaminadas tienen una gran diversidad, mientras aguas contaminadas tienen una baja diversidad o hasta ningún organismo visible. Por lo tanto, diversidad puede ser usada como un indicador del grado de polución del agua.

El manual explica el uso general de la diversidad de las plantas acuáticas y de peces como indicadores de la calidad del agua. Para macroinvertebrados (pequeños animales acuáticos) el Índice Secuencial de Comparación (ISC), que está basado en la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados, puede ser utilizado para calcular el grado de polución (vea también Sección 4.11).

Sensibilidad

Algunos organismos pueden sobrevivir en agua poluta. Esas especies son 'tolerantes' a la polución. Otros organismos son muy sensibles a cambios de la calidad del agua y son 'intolerantes' o 'sensibles' a la polución.

Organismos de los que se sabe que son o sensibles o tolerantes a la polución, pueden ser usados como indicadores de la calidad del agua. Este capítulo da varios tipos de bacterias, algas, peces y vertebrados que pueden ser utilizados como organismos indicadores. La sensibilidad de los macroinvertebrados a la polución es utilizada en el Índice de Tolerancia a la Polución (ITP) para describir el grado de polución del agua.

Con el fin de saber si la ausencia o presencia de ciertas plantas o animales indican polución del agua, antes de todo usted deberá saber dónde y cuándo esas plantas y esos animales se encuentran de modo natural. En una massa de agua dado la ausencia de camarones, que son sensibles a la polución, podría únicamente indicar polución en caso de que normalmente existieran camarones en este agua. Es inútil mirar por pequeños animales acuáticos a la superficie de un lago y tampoco usted hallará grandes cantidades de algas que flotan libremente (planctónica) en un río que corre rápidamente. Inspeccione los hábitos de animales y plantas específicos, usando la información que hay en el Capítulo 1 y Apéndice 6 y 7. Use también fuentes adicionales de literatura, en caso de que sea disponible.

Usted debería considerar siempre que la ausencia de ciertos animales y de ciertas plantas, podría ocurrir debido a otros factores que no sean los de polución. Por ejemplo, cuando existen solamente pocos tipos de peces (baja diversidad), eso podría indicar polución, pero el fenómeno también podría ser causado por exceso de pesca. De modo similar, la ausencia de plantas acuáticas podría ser causada por polución, pero también podría ocurrir debido a la temporada del año, o por la sombra extrema de árboles pendientes, por ejemplo.

4.2 _____ Escoger puntos de observación biológico

Durante el Reconocimiento Biológico usted, ante todo, irá a inspeccionar los lugares donde piensa que haya polución, así como cerca de un tubo de descarga industrial, o en agua que tiene su límite con una plantación de plátanos. Escoja los puntos de observación biológica lo más cerca posible de la(s) fuente(s) sospechosa(s) de polución. Los lugares de semejantes puntos de observación biológica pueden ser determinados con los hallazgos del Reconocimiento del Terreno, y/o a través de otras observaciones. Use los mapas dibujando durante el Reconocimiento del Terreno, y/u otros mapas.

Después de haber inspeccionado los lugares sospechosos de contaminación del agua, usted debería hacer el reconocimiento de la masa del agua en que ocurre la contaminación sospechada, lo más profunda posible. De esta manera usted obtendrá una reseña de la calidad del agua en la masa entera del agua, por lo que está usted capacitado a hacer la comparación entre el grado de contaminación en diferentes lugares, y ayudándole a usted a determinar el(los) fuente(s) de la contaminación.

Cuando inspeccione un punto en que haya una fuente de contaminación o un disturbio en una masa de agua corriente, por ejemplo una industria o una gran presa, entonces puede usted comparar puntos de observación biológico río arriba, con puntos que se hallan río abajo de la fuente de contaminación. Seleccione dos puntos río arriba de la fuente, y tres o cuatro puntos río abajo de la fuente de contaminación, por ejemplo. Cuando usted esté haciendo el reconocimiento de un agua estancada, entonces puede hacer la comparación de los lugares que están cerca de las fuentes de contaminación o disturbios, con los lugares en un área donde usted no espera que hayan ocurrido efectos de contaminación, por ejemplo en la orilla opuesta del lago.

Casos en los cuales usted no sospeche de alguna contaminación particular, su objetivo podría incluir el reconocimiento de la masa del agua para determinar su calidad biológica. El método ideal sería comparar la masa del agua de que se quiere hacer el reconocimiento con una masa de agua semejante que no esté poluta. En este caso usted puede usar el agua no-poluta como una referencia, y concentra de las diferencias. Sin embargo, el agua referencial debe ser muy similar al agua que usted está reconociendo, y los métodos de reconocimiento deben ser idénticos, para asegurar que cualquier diferencia que usted encuentre, se deba únicamente a la contaminación o disturbio. El hábitat de las áreas que usted intenta comparar, deberían asemejarse de tal modo que las plantas y los animales considerados tengan los mismos tipos de factores que está influenciando su presencia. Por ejemplo, es inútil comparar la extensión superior de un río (cerca de su origen) con un estuario. Factores importantes que influyen el hábitat de organismos en el agua son la profundidad, la velocidad del flujo y el tipo de fondo. Características de los hábitats de plantas y animales específicos están resumidos en el Capítulo 1 y Apéndices 6 y 7.

Cuando usted haga el reconocimiento de algas y plantas acuáticas debería considerar la influencia de árboles pendientes, etc. La sombra puede resultar en grandes variaciones, incluso en las dos orillas de la misma agua.

Considere también que en lugares modificados localmente, como áreas en que hay barreras o puentes, podría también haber efectos locales en la calidad del agua.

No tome muestras de macroinvertebrados inmediatamente después de una fuerte caída pluvial, a no ser que usted tenga razones específicas. Esto se debe a que más animales serán arrastrados después de un fenómeno semejante.

4.3 _____ Las Listas de Datos del Reconocimiento Biológico

Hay dos Listas de Datos del Reconocimiento Biológico, numeradas 1 y 2, que se hallan en los Apéndices 4 y 5. En la primera lista conviene que sean llenados los datos generales sobre el reconocimiento y sobre las personas que lo hacen (al comienzo del reconocimiento), juntamente con una descripción de la masa del agua (al final del reconocimiento).

En la segunda lista de datos se puede escribir información sobre los diferentes indicadores biológicos. Después de una lista corta de datos que describen el punto de observación biológico, sigue la lista de datos que organiza la información sobre varias plantas y animales, información que conviene ser reunida cuando usted se decida a usar aquel tipo de animal o planta particular como indicador. Para los macroinvertebrados se da el cálculo para el ISC y el ITP.

Use una copia de la Lista de Datos del Reconocimiento Biológico número 1 para el Reconocimiento Biológico completo. Utilice diferentes copias de la Lista de Datos del Reconocimiento número 2 para describir cada punto de observación biológico.

Aparte de las Listas de Datos del Reconocimiento Biológico número 1 y 2, usted necesita papel blanco apropiado para dibujar todos los tipos de plantas y animales que usted observe y use como indicadores.

4.4 _____ **Dibujando plantas y animales**

Es muy importante que usted haga dibujos de todos los tipos de plantas y animales que observe durante el Reconocimiento Biológico. Haga los dibujos en papel blanco (el papel no se incluye en este manual), y añada estos dibujos a la Lista de Datos del Reconocimiento Biológico número 2, correspondiente con el punto de observación particular.

Es muy importante hacer todos los dibujos lo más exacto posible, para estar capacitado en comparar los hallazgos de varios equipos participantes en un Reconocimiento Biológico, y para comparar los hallazgos de diferentes Reconocimientos Biológicos (ejecutados en aguas diferentes, o en una sola agua en períodos diferentes).

En cada dibujo, escriba el nombre de la persona que hizo el dibujo, la fecha, y una descripción del lugar exacto donde usted halló la planta o el animal (si es posible, con el número y la referencia a una lista de datos). Siempre describa los colores de la planta o del animal, y marque la escala del dibujo.

Cuando dibuje plantas, preste atención principalmente al número de hojas y si ellas están asentadas en el tronco de un cierto modo. Cuando existan flores, preste atención al número de pétalos, a su forma, y al modo en que están unidas a la planta.

Al dibujar animales, preste atención especialmente a la forma del cuerpo, el número de patas, el número y forma del(de los) rabo(s) y todas las proyecciones.

4.5 _____ **Que hacer**

1. Use la motivación y las conclusiones del Reconocimiento del Terreno (y/u otros hallazgos) para escribir la(s) razón(es) por las cuales quiere usted ejecutar un Reconocimiento Biológico, y los objetivos que desea alcanzar.
2. Según fue explicado en el Capítulo 3, forme equipos pequeños de participantes con aproximadamente 4 a 6 personas en cada equipo. Discuta la(s) razón(es) para el Reconocimiento Biológico y sus objetivos, explicando como las listas de datos deberán ser utilizadas. Esté seguro de que todo el material para el muestreo esté disponible y pronto para ser usado.

3. Basándose en los hallazgos del Reconocimiento del Terreno y/u otras observaciones, determine los puntos de observación biológica. Utilice los mapas dibujados durante el Reconocimiento del Terreno, y/u otros mapas para registrar las localidades exactas.
4. Haga una copia de las Listas de Datos del Reconocimiento Biológico número 1 y 2 (nunca escriba en el original). Use una copia de la lista de datos número 1 para el reconocimiento entero. Utilice una nueva copia de la lista de datos número 2 para describir cada punto de observación biológico.
5. Añada suficiente papel blanco al manual para poder hacer los dibujos de todos los tipos de animales y plantas que usted observe y utilice como indicadores.
6. En primer lugar, inspeccione todos los puntos de reconocimiento biológico identificados. Rellene los 'Datos generales' en la lista de datos número 1. Utilice una nueva copia de la Lista de Datos del Reconocimiento Biológico número 2 para cada punto de observación biológico. Llene la 'Descripción del punto de observación biológico' y marque el lugar exacto del punto de observación en un mapa. Dirija también el paso 6 e incluya 9 para cada punto de observación biológica que usted identifique.
7. Estime la velocidad del flujo, usando las direcciones dadas en la Sección 3.4, y dibuje dos mapas pequeños de cada punto de observación biológica: una reseña por el alto y una sección cruzada.
8. Con respecto a las bacterias, algas, grandes plantas acuáticas y vertebrados, según queda explicado en las Secciones 4.6 a 4.9, controle los puntos de observación biológica para sus presencia. Describa el(los) lugar(es) y la naturaleza de la presencia en la Lista de Datos del Reconocimiento Biológico número 2. Haga dibujos precisos (en papel blanco separado) de todos los tipos de bacterias, algas y grandes plantas acuáticas que usted haya observado, conforme a lo explicado en la Sección 4.4.
9. Al tratarse de peces, decida si usted quiere solamente registrar observaciones visuales del comportamiento de los peces, o si desea capturar peces para su estudio más intensivo (vea Sección 4.10 para explicaciones más detalladas). Describa su método de reconocimiento y sus hallazgos en la lista de datos número 2, y haga dibujos precisos de todos los tipos de peces que usted haya observado (vea Sección 4.4). Siempre colecciona la mayor cantidad de información posible sobre las autoridades (locales), universidades y pescadores locales sobre la presencia de los peces.
10. Mirando a los macroinvertebrados, utilice los métodos que están explicados en la Sección 4.11 para escoger lugares y para tomar las muestras. Describa el área de muestreo en la lista de datos número 2. Haga dibujos precisos de todos los tipos de macroinvertebrados que usted haya observado (vea Sección 4.4), y calcule el ISC y el ITP.
11. Después de haber inspeccionado todos los puntos de observación biológica identificados, haga el reconocimiento de toda la masa del agua, es complemente que posible. Determinar los de otros puntos de observación biológico (en caso de que sea necesario) con el ayuda de las sugerencias dadas en la Sección 4.2. De nuevo, utilice otras copias de la lista de datos número 2 para cada

punto de observación que usted determine. Rellene la 'Descripción de la masa del agua' en la lista de datos número 1.

12. Después de haber ejecutado el Reconocimiento Biológico, haga una evaluación según la explicación dada en la Sección 4.12.

4.6 _____ **Bacterias**

Moho residual es un tipo de bacteria (*Sphaerotilus natans*), que se observa habitualmente como mucosidad, como plumas que se asemejan algodón (habitualmente blanco, gris o marrón), que se pegan en largas serpentinas a ramas o hojas, o se asientan en el fondo del agua. Moho residual es un indicador de polución orgánica en aguas corrientes. Por ejemplo, moho residual muchas veces hallarse en aguas que reciben residuos de fábricas de papel, refinerías de azúcar, fábricas de cerveza, refinerías de alcohol y aguas negras del alcantarillado municipal. Si usted nota un crecimiento del moho residual, recorra río arriba hasta hallar la fuente de la polución orgánica que, habitualmente, no está lejos.

4.7 _____ **Algas**

Presencia natural

La presencia de algas depende principalmente de la cantidad de luz solar y de la cantidad de nutrimentos disponibles. La velocidad de la corriente determina la presencia o no de algas bénticas o planctónicas.

Las algas se encuentran solamente en la parte superior de la masa de agua, donde la luz solar puede penetrar. Algas planctónicas flotan libremente en la camada superior del agua, que se mueve lentamente o en aguas estancadas; algas bénticas habitualmente están fijadas a substratos sumergidos que se hallan inmediatamente debajo de la superficie del agua y se encuentran presente en aguas corrientes.

Cuando hay suficiente luz solar, el crecimiento de algas es generalmente limitado por la cantidad de alimento (nutrimentos) disponibles. En la mayoría de las aguas un aumento de nutrimentos (por ejemplo originarias de tierras de agricultura o aguas residuales) resultará en un aumento de la población de algas. Por lo tanto, la presencia de una enorme cantidad de algas habitualmente indica polución por nutrimentos.

Polución continua por nutrimentos en aguas estancadas puede resultar en el crecimiento excesivo de algas planctónicas, a la que se le llama florescencia de algas. La muerte excesiva de estas algas es la causa de la polución orgánica y conduce a una escasez muy grave de oxígeno en el agua, o hasta la falta total de oxígeno.

Agua que se parece a una sopa de guisantes contiene algas verde-azules. Muchas algas verde-azules secretan toxinas o sustancias corrompidas. Esto hace que las algas verde-azules sean de muy poco atractivo como nutrición para otros organismos, que las permiten crecer sin la más mínima amenaza. Agua que contiene muchas algas verde-azules es inservible como agua potable para personas y animales.

Indicadores

Aguas de buena calidad contienen cantidades escasas a moderadas de algas. Aguas sin algas o con una cantidad muy poco de algas podrían estar afectadas con sustancias tóxicas o podrían localizarse en áreas con niveles muy bajos de nutrimentos. No obstante, esos hallazgos solamente pueden ser efectuados con la ayuda de un microscopio.

En aguas corrientes, las *algas bénticas* (algas que se pegan a un substrato), que pueden ser observadas a simple vista, pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del agua. Algas bénticas que indican polución son, habitualmente, conocidas como espuma de estanque y algas marinas. Hay también tipos de algas bénticas que son sensibles a la polución y que, por lo tanto, indican agua limpia. Apéndice 6 describe algunas algas bénticas (visibles a simple vista) que son indicadores de agua limpia o poluta.

Algas planctónicas pueden ser utilizadas como indicadores de polución por nutrientes en aguas estancadas y en aguas que se mueven lentamente, porque en tal caso las algas existen en enormes cantidades entonces ellas son visibles como una coloración del agua (florescencia de algas). Agua podrá demostrar un color más vivo con varios matices de verde, azul-verde, rojo o marrón, dependiendo del tipo de algas presentes. Algas planctónicas individuales no suelen ser vistas sin un microscopio y por eso no son usadas como indicadores en este manual.

Una falta de oxígeno, causada por la muerte de algas en grandes cantidades (polución orgánica), se indica a través del comportamiento extraño y la muerte de peces (vea también Sección 4.9).

El proceso de enriquecimiento en la cantidad de nutrientes, llamado eutrofización, tiene tres fases diferentes que pueden ser reconocidas con facilidad. Cuando la polución por nutrientes es reducida, habrá un crecimiento abundante de grandes plantas acuáticas. Cuando la polución por nutrientes es moderada, se formarán macizas camadas de algas. Finalmente, cuando la polución por nutrientes se hace grave, el agua será por completo dominada por plantas que viven en la parte superior del agua. En caso de que existan estas plantas con hojas que flotan en la superficie, dominarán a su vez. En caso contrario, dominarán las algas azul-verdes, que flotan libremente dando al agua la apariencia de una sopa de guisantes.

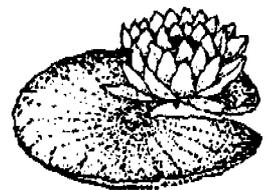
4.8 Plantas acuáticas

Presencia natural

El tipo y la cantidad de plantas acuáticas que se encuentran depende de varios factores, incluyéndose la cantidad de luz solar, la velocidad de la corriente, el tipo de fondo, la cantidad de nutrientes y la profundidad del agua. La mayoría de las plantas acuáticas se encuentran en aguas que se mueven lentamente o en aguas estancadas que no son muy profundas.

La luz del sol es muy importante para las plantas. Una reducción en luz solar puede ser causada por muchos factores, incluso por una lluvia fuerte pesada, crecimiento muy fuerte de algas, sombras densas (por ejemplo de árboles pendientes sobre el agua, o por plantas acuáticas con hojas que flotan sobre la superficie del agua), y naturalmente la profundidad del agua, ya que eso limita la penetración de la luz.

Habitualmente la profundidad del agua es el principal factor que determina los tipos de plantas que se encuentran. Diferentes tipos de plantas acuáticas forman cintas concéntricas en el agua. La región de poca profundidad alrededor de los bordes del lago está colonizada por plantas que tienen sus raíces en el fondo del agua pero la mayoría de sus otras partes se halla encima de la superficie del agua, como el papiro. Moviéndose a un área más profunda del lago, la cinta siguiente es formada por plantas que tienen hojas flotantes o sumergidas, con o sin sus raíces en el fondo del agua, tal como el jacinto de agua y el lirio. En el



agua más profunda donde la luz sigue alcanzando el fondo, usted podrá hallar plantas completamente sumergidas, con o sin sus raíces fijadas en el fondo del agua.

La mejor manera para descubrir cuales son los tipos de plantas que se encuentran de modo natural en un área determinada es reunir informaciones sobre la presencia, en esa área, de plantas acuáticas en el pasado. Intente reunir la máxima cantidad de información posible sobre los cambios en esta presencia de plantas acuáticas (por ejemplo, de gente local), y registre todas las razones posibles de los cambios (por ejemplo cambio en el nivel de agua, actividades de construcción, calidad del agua).

Indicadores

Aguas que se mueven lentamente, relativamente claras y de poca profundidad, tienen mayor cantidad de crecimiento de plantas. Cuando ese tipo de masa de agua contiene diferentes tipos de plantas acuáticas (alta diversidad), eso significa generalmente que no está contaminado.

En un área de gran diversidad, si disminuye la diversidad durante un cierto período de tiempo, puede indicar que allí haya polución. Considere que, al lado de la polución del agua, una reducción de la diversidad también puede ser causada por el cambio de temporada, por ciertos animales o personas, o por el cambio en el nivel del agua o en la velocidad de la corriente. Intente identificar las causas posibles de la reducción.

El predominio de un solo tipo de planta acuática indica habitualmente la presencia de altos niveles de nutrientes. El jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), por ejemplo, es una especie de planta acuática que fácilmente predomina sobre las otras plantas cuando aumenta la polución por nutrientes. Por eso, una abundancia de jacintos de agua indica habitualmente que hay eutrofización.

Cuando la superficie del agua está completamente cubierta con plantas con hojas flotantes, eso indica probablemente que hay una falta de oxígeno en el agua, esto se debe a la imposibilidad del abastecimiento de oxígeno suministrado por el aire. Entonces, la calidad del agua probablemente será pobre.

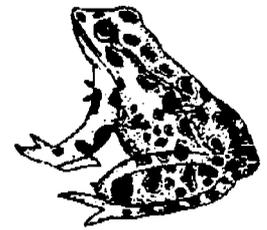
Una alta cantidad de plantas muertas en el agua, o la ausencia de plantas acuáticas, indica que allí hay una falta de oxígeno, sedimentación grave, o la presencia de sustancias tóxicas. Está claro que también puede deberse a una combinación de contaminantes.

Cuando se trata de una deposición considerable de sedimento, las plantas acuáticas nunca alcanzarán su tamaño normal y no estarán capacitadas en reproducirse. Eventualmente, una población entera de plantas acuáticas será asfixiada y morirá.

4.9 Vertebrados

Los animales que se encuentran al final de la teleraña de la nutrición (vea también Sección 1.4 y Figura 2) son habitualmente vertebrados (que tienen una espina dorsal). Esos animales, así como los peces predadores, pájaros y mamíferos que comen peces, dependen de todos los otros organismos. Cuando ciertos macroinvertebrados se extinguen, por ejemplo, eso afectará a los animales mayores que se nutren con esos macroinvertebrados. Por lo tanto, sustancias tóxicas ingeridas en can-

tidades pequeñas por animales pequeños puede acumularse en los cuerpos de animales grandes a niveles que son muy dañinos (vea también el Capítulo 2), pesticidas y metales pesados. Por eso, esos animales son indicadores de la salud de toda la comunidad acuática. Un registro histórico de los tipos y números de invertebrados que viven en una cierta área, es un indicador muy valioso de la calidad del agua por un período más largo de tiempo.



Registre siempre a los vertebrados que usted vea y/u oiga, y pregunte a la gente local cuál es el tipo de animales que allí se encuentran, y si allí hay algún cambio histórico en la presencia de varios animales.

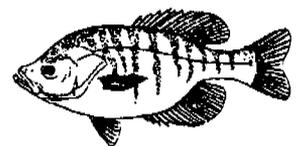
Cuando se vean u oigan reptiles y anfibios estos deberán ser observados. La mayoría de las ranas y de los sapos producen un sonido característico y pueden ser identificados oyéndoselos. La mayoría de las ranas y de los sapos es sensible a la polución. Por ejemplo, cuando un volumen de agua se hace muy ácido ($\text{pH} < 4$, vea también en el Capítulo 6), los huevos de los sapos se encogerán.

Los pájaros, naturalmente, pueden ser vistos fácilmente y también ser identificados por sus cantos o silbidos. La presencia y diversidad de pájaros que se nutren con peces son indicadores de la calidad del agua. Los pájaros son sensibles a las toxinas como pesticidas y metales pesados, que les afecta su fertilidad y que debilita las cáscaras de sus huevos por ejemplo, y por lo tanto les disminuye su reproducción.

4.10 Los peces

Presencia natural

Los peces están habitualmente presente hasta en las más contaminadas y pequeñas masas de agua. La comunidad del pez incluye generalmente una clasificación de tipos que representan una variedad de niveles de nutrición (trófico). Esos niveles de nutrición incluyen los comedores de plantas (herbívoros), los comedores de plancton (plancívoros), los que comen plantas y animales (omnívoros), a los que comen insectos (insectívoros) y los que comen peces (piscívoros). Una comunidad de



*A causa de la abundancia de nombres comunes (el mismo pez puede tener nombres diferentes en varias regiones del país) y a causa de que muchos peces pequeños, menos conocidos, no tienen nombres comunes, es importante familiarizarse con los nombres científicos de los peces. El nombre científico consiste en dos partes, el nombre genérico (género, escrito con una letra mayúscula) y el nombre específico (especie, escrito con una letra minúscula). Por ejemplo, el nombre científico de la perca trucha es *Micropterus salmoides* y el de la perca negra es *Micropterus dolomieu*. El nombre genérico de ambos, *Micropterus*, muestra la relación entre los dos peces, mientras que el nombre de la especie, *salmoides* o *dolomieu*, muestra a cada uno como un tipo único. Los géneros de peces que tienen algunas características en común, se agrupan en familias. El género *Micropterus* se encuentra en la familia del perca (*Centrachidae*) que también incluye perca de florida y otros (género *Lepomis*) y perca del norte (género *Pomoxis*).*

peces en que falta uno o más de estos niveles de nutrición o en que estos niveles se encuentren gravemente reducidos podría indicar polución u otras influencias sobre el agua.

La presencia de especies de peces varía tremendamente en diferentes hábitats en el mundo entero. Muchas especies se encuentran únicamente en una región o área particular;

allí hay incluso especies que solamente se encuentran en un flujo particular de una región. Consultando la literatura y/o los peritos (por ejemplo, por mediación del Ministerio de Pesca o de una universidad), controle cuales son los tipos de peces que se encuentran en aguas

específicas de su país, e intente descubrir sus preferencias de hábitad y su sensibilidad a (diferentes tipos) la polución.

Averigüe cuales son los tipos de peces que se encuentran naturalmente en un dada masa de agua, especialmente pregúntele a los pescadores locales. Ellos podrían también estar capacitados en darle a usted más información sobre algunos cambios históricos ocurridos en la población de los peces.

Indicadores

Algunos peces son más tolerantes a la polución que otros. Entre los peces que son sensibles a la polución están el salmón, la trucha y leuciscos como el pez dorado.

Habitualmente, los peces que viven cerca de fondos barrocos y limosos son más tolerantes a la polución orgánica, visto que están habituados a vivir en un hábitad con poco oxígeno.

Peces predadores que usan sus ojos para cazar, el lucio por ejemplo, necesita de agua clara y por lo tanto son sensibles a la polución (materia orgánica, sólidos a suspensión y nutrimentos). El pez predador que no caza en el propio lugar, como la carpa y la brema, está capacitado de sobrevivir en aguas contaminadas.

La muerte en masa de peces usualmente indica una falta total de oxígeno, que es causada por polución orgánica muy grave. La mortandad en masa de peces puede también ser causada por polución a través de aceite o por polución grave con otras sustancias tóxicas.

Los peces que nadan cerca de la superficie, respirando con mucha dificultad en la superficie, disminuyen sus movimientos, cambian de color o nadan en círculos (nadar de modo errático) puede indicar la presencia de sustancias tóxicas en el agua.

Hinchazones rojas o manchas blancas, que se asemejan a algodón, en los peces indican la presencia de enfermedades. Varios peces enfermos en un área determinada podrían indicar la presencia de sustancias tóxicas, pero en niveles insuficientes para causar la muerte inmediata de los peces.

Daños en los órganos de los peces y tumores (que pueden ser vistos cuando usted abra el pez) son generalmente causados por sustancias tóxicas.

En todos los casos en los cuales se trata de sustancias tóxicas, usted necesita aplicar un análisis químico para descubrir cuales son las sustancias tóxicas envueltas (vea el Capítulo 6).

Métodos de muestreo

El pez puede ser recogido por una variedad de métodos. Lo más práctico sería usar los conocimientos y las habilidades de los pescadores locales, en caso de que los haya presente. Usted puede preguntarles sobre sus pescas, y/o pídale si pueden recoger peces para usted.

Para que usted mismo pueda recoger peces de tamaño pequeño y medio en aguas corrientes, la manera más práctica es usar una red para leuciscos que mida aproximadamente 1 por 1,5 metros. Para recoger muestras de peces en arroyos, lo más fácil es hacer la recolecta en un área de cinco a seis pies cuadrados por vez. Una o dos personas tienen que sostener la red parada en un ángulo de 45° en relación al

agua, en dirección río abajo, con el fondo de la red en el fondo del agua. Una o dos personas más tienen que moverse cinco o seis pies río arriba de la red y empezar a agitar la capa inferior con sus pies, dirigiéndose lentamente en dirección de la red. Cuando los recolectores alcanzan la red, ésta conviene ser sacada del agua y colocada en la orilla. Al trabajar con una red en aguas estancadas, haga pequeñas redes de arrastre y empiece, de preferencia, cerca del centro del lago dirigiéndose en su trabajo hacia el borde. Los peces tienen que ser identificados rápidamente y ser devueltos al flujo lo más de prisa e ilesos que sea posible.

Ejemplares de una mortandad de peces que podrían exigir análisis en un laboratorio, tienen que ser envueltos en papel de aluminio, colocados en una bolsa de plástico y enseguida congelados.

4.11 Macroinvertebrados

Macroinvertebrados (pequeños animales acuáticos) son indicadores muy útiles porque son relativamente inmóviles en cuanto comparado a los peces, y por lo tanto no se pueden escapar a la polución. Ellos también son sensibles a la polución. Si el agua está ligera a gravemente poluta, algunos tipos de animales morirán. Ya que, después de terminada la polución, es necesario que pase un tiempo para que la comunidad habitual se restablezca enteramente, usted seguirá experimentando los efectos de la polución durante un largo período.

Presencia natural

Cada tipo de macroinvertebrado elegirá ciertas condiciones de vida. Por ejemplo, algunos prefieren vivir en rápidos, mientras que otros son comúnmente encontrados en aguas estancadas. Aparte de la velocidad de la corriente, el tipo de fondo es también un factor importante que influye en la presencia de macroinvertebrados. Macroinvertebrados bénticos viven muy cerca del fondo del agua. Muchos macroinvertebrados prefieren vivir en substratos duros como rocas, piedras sumergidas, etc.

Muchos macroinvertebrados bénticos viven en áreas llamadas rápidos. Un rápido es una agitación en el agua corriente. El área de condiciones óptimas de vida para pequeños animales es un rápido que se compone de algún material de fondo que varía de piedras de 30 centímetros de tamaño (gujarras) a grava de 3 centímetros de tamaño. Eso provee un fondo estable. Además, la corriente constante de agua provee de un abastecimiento constante de nutrición y oxígeno. Las partes más profundas de ríos muy largos contienen pocos animales acuáticos, si es que los hay, a causa de que su fondo limoso es inestable y en la mayoría de esos ríos hay falta de oxígeno (limo tiene un elevado contenido orgánico).

Flujos con fondos limosos o barrosos (incluyen muchas partículas minúsculas) contienen macroinvertebrados como larvas de efímera, sanguijuelas, mejillones y almejas. Intermediándose entre gujarras/grava y barro/limo, los lechos de los flujos son considerados arenosos. Fondos arenosos soportan muy pocos macroinvertebrados, si es que se encuentran, ya que el arenal provee superficies poco estables para que puedan adherirse.

El Apéndice 7 registra los principales tipos de macroinvertebrados existentes en aguas dulces. Pero recuérdese de que, aunque las descripciones y los dibujos son correctos, estos son muy generales y en cada agua usted encontrará desvíos y excepciones.

Indicadores

Usted podrá obtener mucha información sobre la condición de la comunidad de los macroinvertebrados y sobre la calidad del agua sin siquiera identificar a los animales, simplemente por clasificar y agrupar con exactitud a los animales que se asemejan. De esta manera usted puede determinar el número de tipos presentes y además determinar su diversidad.

En caso de que exista un número considerable de tipos, en números reducidos de cada tipo observado o recogido, el agua es probablemente de buena calidad. Una masa de agua de baja calidad contendrá en general pocos tipos, cada uno en grandes cantidades.

El *Índice Secuencial de Comparación (ISC)* indica la diversidad de una comunidad de macroinvertebrados, midiéndose la distribución de individuos entre los tipos de organismos. Esa medida es de uso fácil para personas que no están familiarizadas con la identificación de macroinvertebrados. El ISC se basa en la teoría de las series. Una nueva serie empieza siempre que un organismo sacado de una muestra parece diferente de los que fueron sacados antes. Para hacer la clasificación, use en primer lugar la forma del cuerpo y número de piernas y rabos; características secundarias como tamaño y color también podrían ser utilizadas.

$$ISC = \frac{\text{número de series}}{\text{número total de organismos recogidos}}$$

El ISC varía en valores de 0 a 1, con las siguientes clasificaciones de la calidad del agua:

0	-	0.3	agua de baja calidad
0.3	-	0.6	agua de calidad bastante
0.6	-	1	agua de buena calidad

El Apéndice 7 registra los tipos (géneros) más importantes de macroinvertebrados que viven en aguas dulces. Como fue mencionado antes, un tipo de macroinvertebrados incluye también a muchas especies diferentes. La mejor manera para medirse la diversidad de una comunidad de macroinvertebrados, es contar cada especie como una nueva serie. Sin embargo, considerándose que podrá ser muy complicado distinguir a las diferentes especies de un género (usted ciertamente necesitará de una llave elaborada de determinación y de un catalejo), pues el ISC en este manual se limita a los tipos generales (géneros) de macroinvertebrados.

El *Índice de Tolerancia a la Polución (ITP)* se basa en la comparación entre el número de macroinvertebrados tolerantes a la polución en el agua y el número de macroinvertebrados intolerantes a la polución. Con este método, usted podrá distinguir las siguientes calidades del agua: excelente, buena, bastante y baja. Para este método son exigidos una llave de determinación y algún conocimiento sobre los macroinvertebrados.

El ratio entre macroinvertebrados tolerantes a la polución y macroinvertebrados sensibles a la polución indica la calidad del agua. Un elevado número de macroinvertebrados tolerantes y un número reducido de ellos, o ningún macroinvertebrado intolerante, quiere decir que el agua está poluta.

Si el número de macroinvertebrados tolerantes a la polución crece en cantidad, el número total de macroinvertebrados no cambiará. Consi-

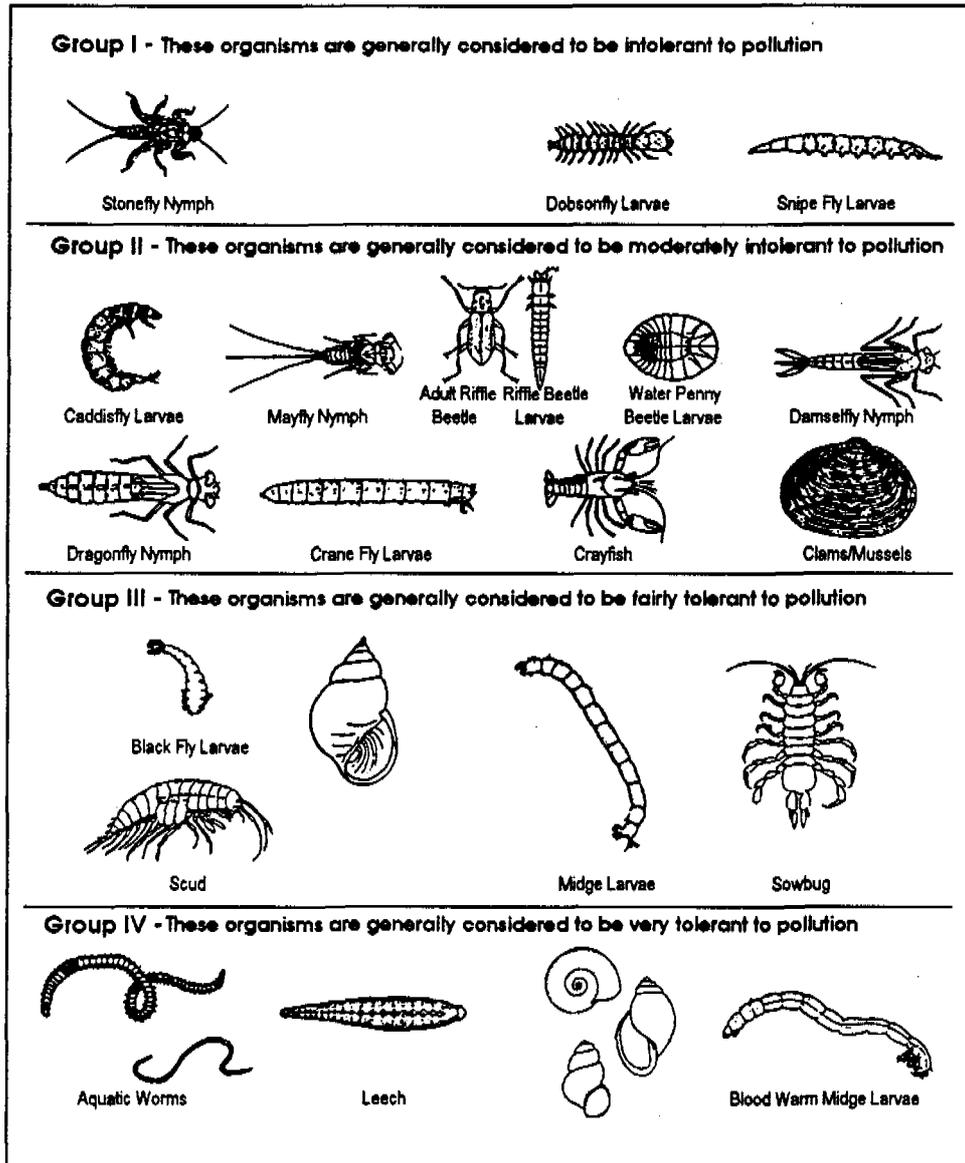


Figura 5: Lista de identificación (vea también Apéndice 7)

dere que la sola presencia de macroinvertebrados tolerantes a la polución no es suficiente para indicar polución, ya que también pueden ser encontrados en aguas no contaminadas.

Macroinvertebrados son recogidos e identificados haciéndose su comparación con las descripciones y dibujos dados en el Apéndice 7, y usando la lista de identificación dada en la Figura 5. En caso de que sea disponible, usted podrá usar otras llaves de identificación. Luego, los tipos diferentes de macroinvertebrados son subdivididos en cuatro grupos, basados en su tolerancia a la polución. A cada uno de estos cuatro grupos se les da un valor de índice, en el que el grupo menos tolerante tendrá el valor más elevado (vea también la Figura 5 y la Lista de Datos del Reconocimiento Biológico número 2).

Calcule el Índice de Tolerancia de Polución multiplicando el número de tipos de macroinvertebrados en cada grupo por el valor de índice de aquel grupo (1, 2, 3 ó 4), y añádale los cuatro números resultantes. Luego divida el total de puntos de todos los grupos por el número total

de los diferentes grupos de macroinvertebrados encontrados (vea también la Lista de Datos del Reconocimiento Biológico número 2).

Métodos de muestreo

Para recoger macroinvertebrados (vea también Figura 6) usted necesita de una red, cajas blancas (nunca coloque juntos a los animales de diferentes recogidas en una sola caja), pinzas, y la lista de macroinvertebrados dada en el Apéndice 7. Aunque no sea necesario, es útil llevar un cepillo suave para remover animales de las piedras, y una llave más elaborada de identificación. Si usted desea recoger macroinvertebrados para hacer un estudio más avanzado, se exige una solución de alcohol de un 70%, algunos frascos para muestras pequeñas y un catalejo.

Es muy importante que todos los que ejecutan un Reconocimiento Biológico utilicen el mismo método de recolección, y siempre la misma magnitud de muestras en una localidad. Esta es la única manera por la cual usted puede hacer una comparación entre los resultados de los diferentes Reconocimientos Biológicos.

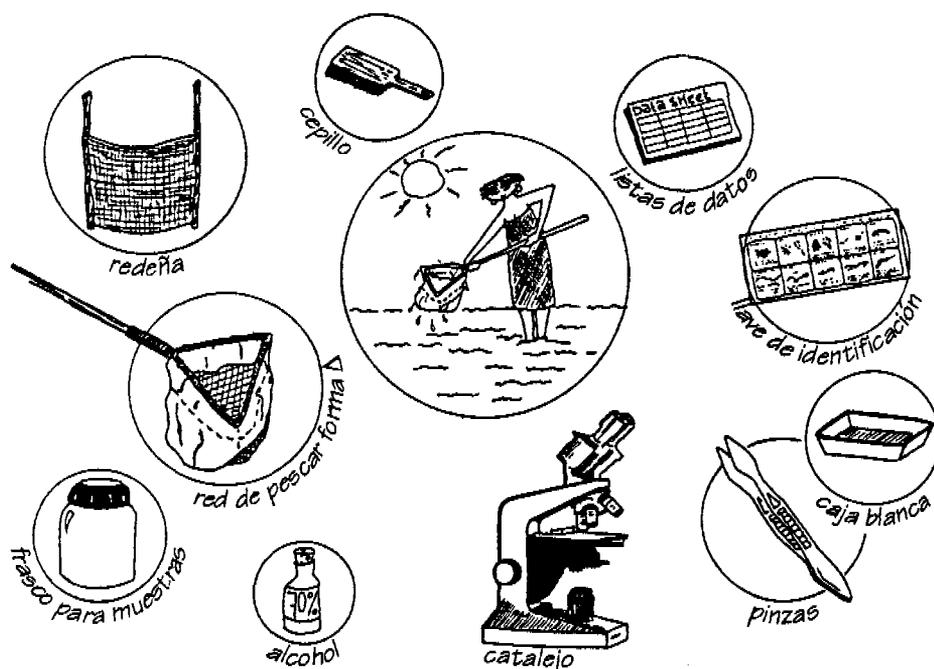


Figura 6: Recolectando macroinvertebrados

Para la toma de muestras usted puede usar una red de pesca que tiene la forma de una Δ y/o una redaña. Una red de forma Δ tiene generalmente 30 por 20 centímetros, una profundidad de por lo menos 40 cm, y una malla de 0,5 mm. Una redaña consiste en una pieza de mampara de 1 por 1,5 ó 2 metros de red de fibra de vidrio o de nylon con una malla de 0,5 mm, y con dos palos pegados a los extremos. Una redaña solamente puede ser utilizada en aguas corrientes.

Seleccione áreas de muestreo de aproximadamente 1 metro cuadrado, con el auxilio de las sugerencias dadas en la Sección 4.2. Además, usted puede seleccionar un área rectangular para la toma de muestras, paralelo a la orilla del agua, que tiene de 1 a 4 metros de largo y aproximadamente 0,5 metros de ancho.

En aguas corrientes, siempre acérquese al área de muestreo por el lado de río abajo, de manera que usted no produzca disturbios en el área. Coloque la red de pesca en el fondo del agua, río abajo del área de

muestreo. Use sus pies y/o sus manos y agite suavemente el fondo delante de su red. Recolecte todas las piedras en su área de muestreo y remueva suavemente los animales que están adheridos a ellas frente a la red, con sus manos o con un cepillo blando.

En aguas estancadas usted tiene que voltear su red para coger los macroinvertebrados, visto que allí no existe una corriente que los lleve automáticamente para dentro de su red. Mantenga, lo más que sea posible, su red en contacto con el fondo.

En un área de muestreo, siempre intente tomar muestras de diferentes hábitas. Raspe suavemente los animales y plantas de las rocas y de otros substratos, y tire su red por las plantas acuáticas cuando allí existan.

La mejor manera es examinar a los animales en el campo. Vacíe los contenidos de su red, con algo de agua de muestreo en una caja blanca. Remueva todos los objetos grandes como hojas y piedras, pero primero controle si hay animales adheridos. Nunca coloque los animales de diferentes áreas de muestreo en la misma caja.

Analice su muestra, utilizando los métodos descritos en otra parte de esta sección. Después de analizada la muestra vuelva a poner los animales en el agua donde los ha encontrado.

Si el análisis no puede ser realizado en el campo, usted tendrá que matar a los animales antes de transportarlos. Utilice pinzas para colocar a los animales en frascos pequeños con una disolución de un 70% a 80% de alcohol. Alcohol Isopropil es un buen preservativo y puede ser adquirido en cualquier droguería. Solamente los planarias tienen que ser mantenidos en el agua, ya que estos se encogen en alcohol. Escriba con lápiz la fecha, el lugar del muestreo y número de la muestra en dos etiquetas. Coloque una etiqueta en el lado de afuera del frasco, y la otra dentro del frasco.

En la mayoría de los casos es suficiente hacer el muestreo cuatro veces por año para poder concluir sobre la calidad del agua. Elija diferentes temporadas para sus actividades de muestreo, para que usted obtenga una buena reseña de los cambios que se deben a la temporada.

4.12 _____ **La evaluación**

Use los hallazgos del Reconocimiento Biológico, en conjunto con el del Reconocimiento del Terreno, para llegar a una evaluación del(de los) tipo(s) de la polución que se trata y de su(s) fuente(s).

Cuando usted haya detectado polución y su(s) fuente(s), usted puede formular sugerencias para mejorar la calidad del agua, como está mencionado en los Capítulos 7 y 8.

Si la información no le provee a usted una evidencia suficiente sobre el(los) tipo(s) y la(las) fuente(s) de polución, y/o si usted necesita de datos científicos, usted puede decidir hacer los análisis físico y químico como está explicado en el Capítulo 6.

En caso de que tenga alguna razón para sospechar contaminación patogénica, usted podría decidirse a ejecutar el Reconocimiento de la Salud y posiblemente la prueba bacteriológica descrita en el Capítulo 5.

Literatura recomendada

MCDONALD, B., W. BORDEN and J. LATHROP: "Citizen stream monitoring, a manual for Illinois". Illinois Department of Energy and Natural Resources (ENR), Illinois, U.S.A., August 1990.

MITCHELL, MARK K. and WILLIAM B. STAPP: "Field manual for Water Quality Monitoring, an environmental education program for schools". Global Rivers Environmental Education Network (GREEN), 721 East Huron st., Ann Arbor, Michigan 48104, U.S.A. 7th Edition, 1992.

Water Watch, Kentucky Division of Water: "A field guide to Kentucky lakes and wetlands". Kentucky Natural Resources and Environmental Protection Cabinet, 18 Reilly Road, Frankfort, Kentucky 40601, U.S.A., 1985 (gratuitamente).

5 _____ El Reconocimiento de la Salud

Las enfermedades son causadas por minúsculos organismos como las bacterias y virus, de las que la mayor parte no es visible a simple vista. Organismos que causan enfermedades en general son llamados patógenos. En los países en desarrollo muchos patógenos viven en el agua, o son transmitidos por otros organismos vivientes en el agua (por ejemplo caracoles). Usted puede enfermarse tomando agua contaminada con patógenos, o del contacto de agua contaminada con la boca, la nariz, los oídos, o por cortaduras en la piel.

Las principales enfermedades causadas por patógenos en el agua incluyen la cólera, fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea, disentería causada por amibas y bacilos, fiebre amarilla (hepatitis), infecciones causadas por el gusano de Guinea, bilazia (schistosomiasis), gastroenteritis, tuberculosis, y infecciones de la piel, ojos y oídos. Un síntoma común para muchas de esas enfermedades es la diarrea, una de las principales causas de la mortandad de niños en países en desarrollo. En algunos países, un 40% de los niños con menos de cinco años de edad mueren por causa de la diarrea.

Hay varios métodos para descubrir si una localidad específica o fuente de agua está contaminada con patógenos. Usted puede ejecutar un Reconocimiento de Salud y/o un análisis bacteriológico del agua. El plan ideal sería realizar los dos. Los dos métodos serán discutidos en este capítulo.

Con los resultados del Reconocimiento de la Salud usted podrá estimar con bastante exactitud si existe contaminación, y eso le dará a usted una reseña de posibles fuentes de contaminación patogénica. Análisis bacteriológico es la única vía para realmente probar si el agua está contaminada por patógenos. Además le dará a usted el nivel exacto de la contaminación.



Figura 7: Patógenos en el agua

El Reconocimiento de la Salud es similar al Reconocimiento del Terreno, discutido en el Capítulo 3. No obstante, una diferencia es que el Reconocimiento de la Salud siempre es preparado y ejecutado en colaboración con la gente local que está usando la fuente de agua de la cual usted quiere hacer el reconocimiento. La gente le dará a usted mucho de la información que necesite.

El Reconocimiento de la Salud es fácilmente ejecutable, y no exige ningún tipo de habilidades o equipo. Algunos conocimientos sobre la presencia y la distribución de enfermedades (al lado de lo que queda explicado en este manual) puede ser muy útil. Para ejecutar la prueba bacteriológica se necesita de ambos cierta habilidades y de ciertos equipos. La prueba se encuentra explicada en este capítulo, pero usted necesita de entrenamiento antes que sea capaz de ejecutarlo con exactitud.

Siempre empiece por ejecutar un Reconocimiento de la Salud. Si el Reconocimiento de la Salud le lleva a usted a sospechar la contaminación patogénica, usted podrá pasar al Capítulo 7 para ejecutar actividades para mejorar la calidad del agua. Si usted desea saber el grado exacto de la contaminación, o si usted necesita de datos científicos, podrá entonces ejecutar el análisis bacteriológico antes el Reconocimiento de la Salud, y después pasar al Capítulo 7.

5.1 _____ Indicadores del Reconocimiento de la Salud

Durante el Reconocimiento de la Salud, usted usará tres tipos de Indicadores para la salud.

Todas las posibles *fuentes de contaminación patogénica* son el primer tipo de Indicadores de la salud. Antes que usted esté capacitado a ejecutar esta parte del Reconocimiento de la Salud, usted debe tener alguna comprensión sobre las posibles fuentes de contaminación patogénica. Como quedó discutido en el Capítulo 2, la principal fuente de contaminación patogénica esta formada por los excrementos de animales y de personas, que hay en residuos domésticos. Residuos domésticos pueden ser transportados por un sistema de alcantarillado (con o sin pasar por una instalación de tratamiento de agua), a través de una letrina de hoyo o directamente al aire libre.

Los sistemas de alcantarillado siempre descargan en una masa de agua, con o sin tratamiento previo. Visto que la mayoría de las instalaciones para tratamiento del agua no tienen la capacidad para eliminar organismos patogénicos, la mayor parte de las aguas que reciben descargas de aguas residuales están contaminadas por patógenos. El grado de contaminación patogénica depende de la concentración de patógenos en la descarga de aguas negras, y la cantidad del agua residuales comparada con la masa del agua recipiente. Cuanto más reducido sea la masa del agua residual comparado con la masa del agua recipiente, en cuanto más de prisa estará disuelta la polución.

Cuando no exista un sistema de alcantarillado, es posible que la gente disponga de letrinas de hoyo o de áreas de defecación al aire libre. Una letrina de hoyo es una abertura protegida en que caen excrementos (vea también la Sección 7.4 y la Figura 13). Letrinas de hoyo pueden prevenir la distribución de patógenos cuando sean regularmente limpiadas y estén cerradas a la entrada de moscas y otros animales. La distancia entre una letrina de hoyo y una fuente de agua debe tener por lo menos 10 metros, ya que el agua subterránea habitualmente fluye (vea además la Sección 1.1), y por lo tanto podría transportar patógenos de la letrina a la fuente de agua. Cuando la letrina se encuentre encima de la fuente de agua (por ejemplo en una colina), probablemente contaminará la fuente de agua con patógenos.

Un área de defecación al aire-libre significa casi siempre contaminación patogénica, porque los patógenos siempre serán distribuidos y llevados a un agua (a través de la gente, animales, agua de lluvia, etc.). Lo mismo es válido para áreas donde animales (salvajes o ganado) dejan caer sus excrementos.

El segundo tipo de Indicadores de la salud incluye todas las *rutas posibles de contaminación patogénica* que pueden ocurrir a partir del momento del que el agua haya sido sacada de la fuente hasta el agua es usada. Fue probado que la contaminación patogénica ocurre principalmente después de que el agua haya sido sacada de la fuente. La contaminación podrá ocurrir cuando los potes de agua, contenedores,

cuérdas o manos no están limpias, cuando moscas y mosquitos entren en contacto con el agua, cuando la polución del aire entre en el agua, etc. Por ejemplo, si usted usa un batijo sucio para recolectar su agua potable, siempre existe una posibilidad considerable de que su agua se contamine. Para obtener una reseña completa de todas las rutas posibles de contaminación, siga el agua desde el momento en que es sacada de la fuente hasta el momento en que es usada.

El tercer tipo de indicadores de la salud, usado en el Reconocimiento de la Salud, es la *presencia*, durante el período del reconocimiento o en el pasado, de *enfermedades* que son distribuidas por y a través del agua. La presencia de esas enfermedades simplemente prueba que el agua está contaminada. Las principales enfermedades causadas por patógenos en el agua se encuentran mencionadas en el comienzo de este capítulo.

Observe que el tipo de fuente de agua no determina necesariamente si el agua es segura para ser potable o no. Mucha gente piensa que el agua de una bomba de agua o de un pozo está siempre segura y limpia, por ejemplo, lo que no es en absoluto verdadero!

5.2 _____ La Lista de Datos del Reconocimiento de la Salud

Haga una copia de la Lista de Datos del Reconocimiento de la Salud, que se encuentra en el Apéndice 8, y use una copia para cada fuente de agua o un otro lugar de que usted hace el reconocimiento para hallar indicadores de la salud.

La mayor parte de la información que usted recolecte durante el Reconocimiento de la Salud, tendrá que ser originaria de la gente local que está usando la fuente de agua. Ya que cada lugar y cada fuente de agua tiene sus propias características únicas, específicas, usted necesita adaptar la Lista de Datos del Reconocimiento de la Salud a las circunstancias locales. Utilice todos los puntos mencionados en la lista de datos y en este capítulo para formular sus propias cuestiones y preguntas y entreviste a la gente del lugar que está utilizando la fuente de agua.

Después de los datos generales y de la descripción de la fuente de agua, la lista de datos le proporciona cuatro fuentes posibles de contaminación patogénica, a saber descarga de aguas residuales, letrinas, defecación al aire-libre y (áreas de defecación de) animales. Complete con detalles los puntos presentes en su área de reconocimiento, y no se olvide de incluir todas las observaciones necesarias para describir la situación.

En seguida, será dado un número de rutas posibles de contaminación patogénica. Visto que rutas posibles de contaminación varían terriblemente, dependiente de las condiciones locales, esta no es, en absoluto, una lista completa y precisa. Para eso, adapte los puntos mencionados, lo más que sea posible, a la situación local, y añada el mayor número posible de rutas de contaminación que usted pueda idear.

Las enfermedades que se presentaron en el año anterior y/o hay en el presente pueden ser registrados en la última parte de la lista de datos. Utilice papel extra en caso de que no haya espacio suficiente para registrar sus hallazgos.

Por fin, usted puede apuntar los resultados de la prueba bacteriológica, si esta está siendo ejecutada. Vea la Sección 5.5 y adelante para más explicaciones sobre este punto.

1. Prepare y ejecutada el Reconocimiento de la Salud siempre en colaboración con la población local que está usando la fuente de agua o la masade agua del que usted desea hacer el reconocimiento.
2. Determine cuál(es) fuente(s) de agua y masa(s) de agua usted desea reconocer en contaminación patogénica. Eso podrá ser determinado con la ayuda y los conocimientos o los deseos de la gente local, con las conclusiones dibujadas del Reconocimiento del Terreno, y/o por otras informaciones u observaciones.
3. Anote sus razones por las cuales desea ejecutar el Reconocimiento de la Salud, y los fines que usted espera alcanzar. Discuta este punto con todos los participantes del Reconocimiento de la Salud.
4. Utilice la Lista de Datos de Reconocimiento de la Salud y la información dada en este capítulo, para formular preguntas y puntos de entrevista que usted necesite para recolectar toda la información necesaria. De esta manera, la tendencia de la entrevista y de las cuestiones será adaptada al área local y a la gente de que usted quiere hacer el reconocimiento. Todos los participantes del Reconocimiento de la Salud tienen que ser mezclados en la adaptación de la lista de datos a las circunstancias locales.
5. Antes que usted empiece, pregunte a la gente que usted quiere entrevistar para el reconocimiento si ella no tiene objeciones contra la entrevista, y le explique a ella las razones de su curiosidad. Explique a la gente si puede ayudarla y como podrá ayudarla en caso de que estén sufriendo por contaminación de su agua, y tenga cuidado en no prometerlas cosas que usted no puede realizar.
6. Durante el Reconocimiento de la Salud, haga participar a todas las personas que usen la fuente de agua (que en la mayoría de las veces son mujeres!) y otras personas locales a las cuales le concierne. Comparta con ellas sus observaciones, y alterne por hacer preguntas y por hacer sus propias observaciones. Cuando usted entreviste a las personas, siempre intente ser lo más cortés que se posible.
7. Examine la fuente de agua y el área circunvecino, y llene la 'Descripción de la fuente de agua'. En seguida, controle la presencia de fuentes posibles de contaminación por excrementos, por lo tanto los métodos que la gente usa para deshacerse de sus excrementos, y bebederos (y por lo tanto allí hay defecación) para ganado y animales salvajes.
8. En colaboración con la gente que va por y usa el agua (en la mayoría de los casos se tratará de mujeres y niños), registre todas las rutas posibles de contaminación patogénica después de que el agua haya sido sacada de la fuente.
9. Pregunte a la gente lo que ella piensa sobre la calidad de la fuente de agua, y si ella conoce enfermedades particulares que ocurrieron en el año anterior o si está ocurriendo ahora.
10. Utilice su Lista de Datos de Reconocimiento de la Salud adaptada para anotar sus hallazgos y saque sus conclusiones.

11. En caso necesario y posible, ejecute la prueba bacteriológica como está descrita en los párrafos siguientes, y registre los resultados también en la Lista de Datos del Reconocimiento de la Salud.

5.4 Coliforme fecal como indicador

Si usted quiere analizar el agua en organismos patogénicos, usted puede usar las bacterias coliforme fecal (Coli F.) como un indicador. Las bacterias coliforme fecal por si mismas no causan enfermedades. Estas se encuentran naturalmente en los intestinos, auxiliando la digestión de los alimentos. Las bacterias se hallan en los excrementos de personas y de animales de sangre caliente (mamíferos).

Las bacterias Coli F. no son patógenos, pero siempre son halladas en grande números cuando existen patógenos. En los intestinos de personas enfermas bacterias coliforme fecal se encuentran presentes junto con organismos patogénicos. Si hay muchas bacterias coliforme fecal en el agua (más de 200 colonias en una muestra de agua de 100 ml), existe una gran posibilidad de que también se encuentren organismos patogénicos.

Una bacteria coliforme fecal no puede ser vista individualmente sin la ayuda de un microscopio. Sin embargo, en pocos días, una única bacteria puede multiplicarse en un gran grupo (colonia) de bacterias, que puede ser vistas a simple vista.

5.5 La prueba bacteriológica

La prueba bacteriológica se basa en el principio de que bacterias individuales se multiplican dentro de pocos días en colonias, si ellas disponen de nutrición suficiente y de temperatura favorable. En pocas gotas de agua se pone un semillero especial y se lo pone todo en un vivero por uno o dos días. El semillero contiene toda la nutrición necesaria para las bacterias. El horno, que es llamado incubadora, permanece constantemente a la misma temperatura. Cada bacteria se transforma en una colonia que es visible a simple vista, y por lo tanto la cantidad de bacterias en el agua puede ser calculada.

Existen varios tipos de pruebas para determinar la presencia de Coli F. bacterias. El presente manual solamente discute la así llamada *técnica de filtración de membrana*, porque con este método, cuando sea ejecutado de manera apropiada, el nivel de contaminación puede determinarse muy preciso. Sin embargo, ese método no puede ser utilizado cuando el agua esté muy turbia (fangosa). La técnica exige (como todas las otras técnicas que no están discutidas) algún entrenamiento, habilidad y comprensión.

A causa de que la prueba bacteriológica toma al menos 1 día para ser ejecutado, el análisis siempre dará una indicación de la calidad del agua en períodos previos.

5.6 Equipo

El equipo necesario para la ejecución de la prueba bacteriológica (vea también la Figura 8) se constituye de pinzas, frascos para muestras, alcohol metílico o etílico, un mechero, agua destilada, filtros estériles, cajas de Petri, semilleros, paños de absorción, una jeringa o pipeta de 10 ó 20 ml, un sistema de filtración, una incubadora y una unidad de esterilización.

Mucho de este equipo tiene que ser obtenido de un fabricante especial. En el Apéndice 10 usted podrá hallar los nombres y las direcciones de algunos fabricantes. Allí usted podrá comprar todo lo que va a necesitar. La mayoría de los fabricantes también provee un equipo de campo (field kit) para la realización de la prueba biológica, que se constituye de una pequeña caja que contiene la mayor parte del equipo necesario para ejecutar la prueba (habitualmente no incluyen una incubadora y una unidad de esterilización).

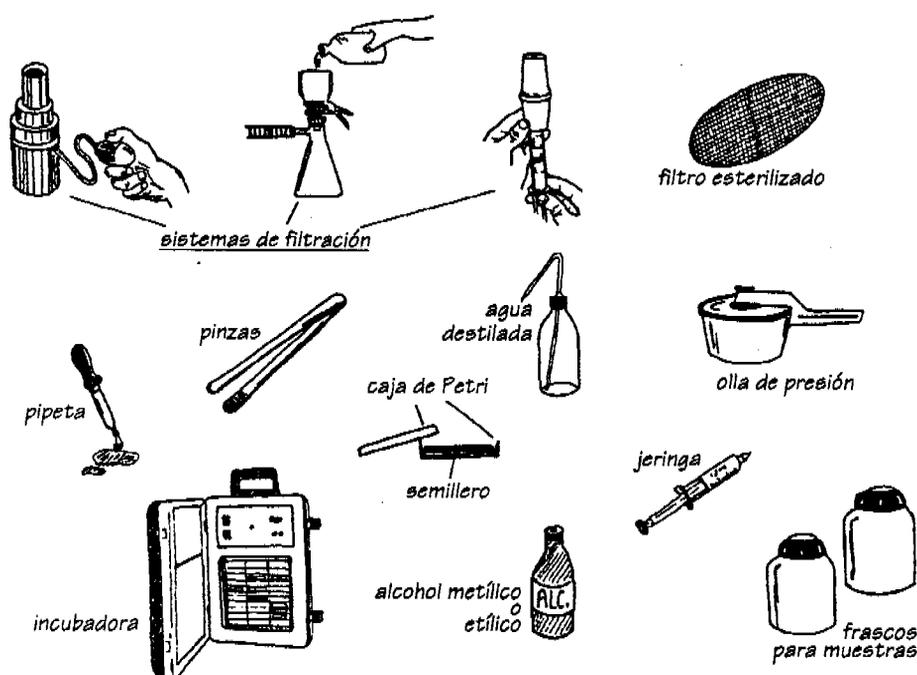


Figura 8: Haciendo el análisis de Coli F.

En muchos casos será más práctico comprar un equipo de campo para ejecutar el análisis bacteriológico, ya que ofrece la mayoría de los instrumentos en un juego, y habitualmente contiene también un manual de instrucciones. Observe que hay varios tipos de pruebas bacteriológicas, y un equipo de campo sirve habitualmente para la ejecución de un solo tipo de prueba. Factores importantes que usted debe considerar cuando vaya a comprar un equipo de campo son: equipo favorable a los usuarios, el costo, disponibilidad de productos químicos y el tipo de conclusiones que usted puede deducir de la prueba.

En algunos casos podría ser más ventajoso que usted compusiera su propio equipo, por ejemplo cuando usted lo quiera usar para otras pruebas. En primer lugar, siempre recolecte información sobre las diferentes posibilidades del equipo que usted puede comprar, y elija el que usted considere el más apropiado para sus necesidades y capacidades.

Frascos para muestras

Para la toma de muestras y el análisis, tienen que ser usados frascos con una capacidad mínima de 200 ml, provistas de un tapón de vidrio o de tapaderas de aluminio o de plástico con filete de tornillo y forrado de caucho.

Semilleros

Los semilleros de crecimiento que se necesitan para las bacterias Coli F, deben ser adquiridas de un fabricante. Fabricantes proveen semilleros que pueden estar preparadas de polvo deshidratado, o semilleros que pueden ser utilizadas inmediatamente, de ampollas de vidrio, previa-

mente medidas, que ya están preparadas para el uso. Ampollas son más fáciles para usar.

Paños de absorción

Paños blancos son usados para absorber los semilleros liquidas en la caja de Petri, y son obtenibles en estuches dispensables de los fabricantes. También hay cajas de Petri obtenibles con el suelo nutritivo ya preparado y esterilizado.

Las cajas de Petri

Las cajas de Petri son cajas redondas y planas (como el neumático de un coche), y tienen un diámetro de 9 cm. Estas se obtienen de fabricantes.

Sistema de filtración

Un sistema de filtración consiste en una membrana por la cual el agua de la muestra es filtrada. El agua de la toma de muestra es puesta en un cilindro en el tope de la membrana, y es succionada por la membrana a través de una jeringa u otro instrumento de succión. Las bacterias son captadas en la membrana. Hay diferentes tipos de sistemas de filtración, de los cuales tres son demostrados en la Figura 8. Usted puede obtener una unidad de filtración de un fabricante. Además, usted mismo puede construir una unidad de filtración de tupperware (vea también la Figura 8), utilizando los mini-tazones de tupperware adheridos el uno al otro, con gelatina. Haga una perforación en el fondo de los dos tazones de tupperware.

La incubadora

Una incubadora es un tipo especial de horno que siempre se queda exactamente a la misma temperatura. Ella puede ser adquirida de un fabricante. Además usted puede construir su propio horno (usando agua caliente que es calentada regularmente por electricidad), pero es muy importante que la temperatura se mantenga siempre estable y que pueda ser fijada en exactamente 44,5 °C.

La esterilización

Es esencial esterilizar el equipo que usted va a utilizar para hacer la prueba bacteriológica (frascos de para muestras, pipetas y sistema de filtración) antes de recolectar las muestras y analizarlas. La esterilización elimina todos micro-organismos, por lo tanto previene cualquier interferencia en la prueba. A esto puede añadirse el uso de un autoclave, mantenido a 121 °C durante 15 minutos.

Además, usted puede utilizar una olla de presión. La olla de presión tiene que tener un presión de 15 lb por inchs cuadrado gauge, para esterilizar el equipo apropiadamente. La esterilización en una olla de presión toma 20 minutos. Si usted vive a 600 metros sobre el nivel del mar o más alto aún, aumente el tiempo para hervir con 1 minuto para cada 300 metros encima del nivel del mar.

Usted también podría poner su equipo en un horno a una temperatura de 170 °C (± 10 °C) al menos por 60 minutos. Frascos y unidades de filtración de plástico no pueden ser colocadas dentro del horno, pero pueden ser colocadas en agua hirviente durante 5 minutos.

Cajas de Petri, semilleros, paños absorción y filtros son esterilizados y embalados por el fabricante.

Agua destilada

Agua destilada es agua que consiste puramente en moléculas de agua. Puede comprarse o obtenerse agua destilada hirviendo agua y recolectándose el vapor del agua. Asegúrese de que todo el equipo que usted utiliza para la esterilización esté apropiadamente esterilizado.

5.7 _____ **Qué hacer: el muestra**

1. Esterilice cuidadosamente todas los frascos de muestras.
2. Seleccione todas las áreas de toma de muestras con la ayuda de los resultados del Reconocimiento de la Salud y/o con otras observaciones.
3. Remueva el tapón o tapadera de cada frasco de muestra solo en el momento de la recolecta de la muestra y evite tocar en la parte interior de la tapa.
4. Tenga el frasco a pie y sumerja, con la abertura hacia abajo, debajo de la superficie del agua. En seguida, vuelva el frasco debajo del agua en el flujo, alejándola de usted. En caso de que no pueda alcanzar el agua con su mano, utilice un calo o ate el frasco a una cuerda (cuelgue un peso debajo del frasco).
5. Tome la(s) muestra(s) lo más cerca posible de las fuentes indicadas, y siempre tome la muestra a 30 cm debajo de la superficie, o a medio camino de la profundidad en caso de que la profundidad sea menos de 30 cm.
6. Evite tomar muestras en la superficie del agua porque la capa de la superficie contiene muchas veces una cantidad mayor de bacterias coliforme fecal de las que son habitualmente representativas para el agua.
7. Además, evite tomar muestras del fondo por la misma razón, a no ser que sea su intención.
8. Cuando tome muestras, deje algún espacio en el frasco para muestra (unos centímetros), para que la muestra pueda ser mezclada antes de la pipetación.
9. Escriba en el rótulo de cada frasco para muestra la fecha, la hora y el área de la muestra.
10. Sería ideal, si todas las muestras fuesen analizadas en una hora posterior a su recolección, y siempre dentro de 6 horas. Durante el transporte mantenga las muestras frescas en hielo entre 4 y 10 °C, pero no congeladas.
11. Si es probable que el agua que va a ser tomada para muestra contiene cloro u otros desinfectantes, tendrá que adicionarsele 0,1 ml de solución 1,8% de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) por 100 ml, antes o inmediatamente después de tomada la muestra.

5.8 _____ **Qué hacer: el análisis**

1. Esterilice las pinzas mediante mojóndolas en alcohol, que debe ser quemado con un mechero. No vuelva a poner las pinzas calientes en el alcohol.

2. Coloque un paño absorción, para eso usando pinzas esterilizadas, en una caja de Petri previamente esterilizada. Tenga cuidado de no tocar el paño o el interior del caja de Petri con sus dedos.
3. Coloque la sustancia de crecimiento en el paño absorbente. Ponga la tapa en la caja de Petri y déjela a un costado.
4. Esterilice las pinzas de nuevo, y coloque un filtro estéril de papel sobre la membrana del sistema de filtración, con el lado de la parrilla para arriba. Asegúrese de que el filtro se quede completamente plano sin pliegues.
5. Determine el volumen deseado de agua (en ml) para la prueba. Cuando se espera que el número de bacterias va a ser elevado, la muestra debe ser diluida. El número ideal de colonias de coliforme fecal es de 20 a 60 en una caja de Petri. Siempre diluya el agua de la muestra con agua destilada. Haga cerca de 3 diluciones diferentes de una muestra.
6. Ajuste el sistema de filtración. Antes de tomar la muestra use la pipeta o jeringa para enjuagar el sistema de filtración con una pequeña cantidad de agua destilada. Adicione el agua por la abertura en la tapa del sistema.
7. Llene la pipeta o jeringa con el volumen deseado de agua de muestra, indicado por el marcador de volumen al lado.
8. Ponga la pipeta o jeringa en la abertura de la tapa del sistema de filtración, y deje escapar el agua dentro del embudo.
9. Use la bomba de succión o la jeringa para tirar toda el agua de la muestra por el filtro, y enjuague la unidad de filtración con agua destilada para asegurarse de que todas las bacterias van a quedarse dentro del papel de filtración.
10. Remueva cuidadosamente el papel de filtración con pinzas esterilizadas, y empuje el filtro para dentro de la caja de Petri, con el lado de la parrilla para arriba. Cajas de Petri tienen que estar incubadas dentro de 30 minutos después de la filtración de la muestra. Asegúrese del registro de la fecha, del lugar y volumen de la muestra en la caja de Petri.
11. Coloque la caja de Petri invertidas en la incubadora. Si usted está usando un baño de agua, encierre la caja de Petri en una bolsa de plástico a prueba de agua (evite gotera) y colóquelo dentro del baño de agua. Las cajas además pueden sellarse con cinta de papel engomado a prueba de agua (cinta de congelador) para evitar gotera. Incube por 24 horas (± 2 horas) a $44,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$). Las cajas de Petri tienen que ser invertidas durante la incubación, a fin de evitar condensación. Por favor, lave sus manos después de la prueba.
12. Después de la incubación, cuente con exactitud las colonias de bacterias dentro del filtro. Posiblemente, usted necesitará de varias personas para verificar la cuenta bacterial. Cada mancha azulada es contada como una colonia coliforme fecal. Colonias de color crema o gris son non-coliforme fecal. Colonias de coliforme fecal tienen que ser examinadas dentro de 20 minutos para evitar cambios de color que ocurren cuando pasa el tiempo.

13. De los resultados del Reconocimiento de la Salud y de la prueba bacteriológica usted puede deducir sus conclusiones sobre la presencia de contaminación patogénica. Controle sus hallazgos por las medidas aceptadas para las bacterias coliforme, que pueden ser halladas en el Apéndice 13.

Literatura recomendada

DUKTA, B.J. and A.H. EL-SHAARAWI: "Use of simple, inexpensive microbiological water quality tests, results of a three-continent, eight-country research project". IDRC, P.O. Box 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9, 1990.

LLOYD BARRY, and RICHARD HELMER: "Surveillance of drinking water quality in rural areas". WHO and UNEP, 1991.

NDUKA OKAFOR: "Aquatic and waste microbiology, A textbook for microbiologists, hydrobiologists, general biologists, sanitary engineers and public health workers". Fourth Dimension Publishers, 1985.

WHO: "Guidelines for drinking-water quality, Volume 3. Drinking-water quality control in small-community supplies". Geneva, 1985.

El equipo

El tipo de equipo usado depende del parámetro que es analizado. Generalmente, usted necesita de alguno equipo general que pueda ser utilizado para cada prueba, así como frascos para muestras, un embudo, pipetas o jeringas, vasos de precipitación, etc.

Aparte de los utensilios generales de vidrio, se requiere un cierto equipo específico para cada parámetro. El equipo necesario depende del tipo de prueba que usted desea ejecutar, y habitualmente hay diferentes tipos de pruebas para cada parámetro. Por ejemplo, usted puede medir acidez con un papel indicador, con un comparador de colores, con un metro de pH o con una sonda de pH. Habitualmente las pruebas son menos o más favorables a los usuarios y difieren en exactitud y costo. La información y el equipo son obtenibles de los fabricantes de equipo para probar la calidad del agua, como los mencionados en el Apéndice 10.

Algunos fabricantes además proveen un equipo de campo para la prueba de la calidad del agua (water quality field testing kit), que consiste en una caja que contiene todo el equipo necesario para ejecutar series de pruebas. La ventaja del equipo de campo es que usted tiene todos los utensilios necesarios en un equipo de campo. Naturalmente usted tiene que decidir si las pruebas ofrecidas en el equipo de campo satisfacen a sus demandas. El costo y la exactitud difieren el uno del otro. Generalmente los equipos están provistos de un manual.

Cuando usted esté trabajando con productos químicos, siempre considere las precauciones de seguridad (proteja sus manos y ojos), y deshágase con cuidado de los productos químicos después de usarlos. No los tire por el inodoro!

Este manual se limita a las pruebas que pueden ser fácilmente ejecutadas y que pueden ser hechas en el campo. Antes de escoger un determinado tipo de prueba y el equipo correspondiente, siempre compruebe que nivel de exactitud es requerido para su investigación, los gastos que usted puede realizar para comprar el equipo, y cuanto conocimiento y habilidades son requeridos para trabajar con el equipo. Si usted compra un instrumento de medición o de sondas, siempre compruebe si incluye un método de calibración.

Además, compruebe si los productos químicos (también llamados reactivos) que forman parte de la prueba son fácilmente obtenibles y si no son muy caros. Eso es importante, especialmente cuando usted tiene la intención de comprar un equipo de campo, porque estos equipos de campo muchas veces contienen pruebas que son esbozadas por el fabricante y que no se adapta a un equipo estandarizado. Es probable que los productos químicos que usted necesite sean solamente obtenibles del fabricante. Si resulta que usted no puede comprar los reactivos que necesita para sus pruebas o si resultan ser muy caros, eso quiere decir que solamente podrá usar el equipo hasta que se terminen los reactivos.

Tiempo de muestreo

La polución y los parámetros medidos cambian habitualmente con el tiempo. Antes de todo, fuentes de polución pueden ser continuas o discontinuas. Por ejemplo, pesticidas quedan libres durante la temporada en la cual ellos son utilizados, y las industrias descargan sin cesar o a tiempos ciertos.

Es posible que los parámetros que usted mida, también cambien diariamente y/o por temporada. La concentración de oxígeno disuelto es siempre más baja durante la noche que durante el día, por ejemplo (vea Sección 6.7). La temperatura es uno de los parámetros que tanto cambia diariamente como por temporada.

Por eso, es muy importante elegir el tiempo exacto para conducir el muestreo, y siempre registrar la fecha y hora del muestreo en la Lista de Datos del Análisis Físico y Químico, que se encuentra en el Apéndice 9. Una comparación adecuada entre diferentes muestras de agua solo puede ser hecha cuando la hora del muestreo y los datos sean correspondientes.

Para obtener más información sobre cambios anuales en la calidad del agua dentro de un agua determinada, es útil tomar más muestras en el mismo lugar en períodos de tiempo diferentes, por ejemplo durante las diferentes temporadas del año.

Lugares de muestreo

Si la polución es proveniente de una fuente puntual, usted tiene que tomar muestras del punto más cercano posible a la fuente. Estas muestras son comparadas con las muestras tomadas de río arriba de la fuente (si el agua es corriente), o de tan lejos de la fuente que ninguna influencia de la polución pueda ser medida (aguas estancadas).

Si la polución es proveniente de fuentes no puntuales, tiene que ser comprobado en que extensión de la masa de agua se encuentra la polución, por lo tanto es localizada la fuente de polución. Si usted desea probar que la polución es originaria de una cierta fuente no puntual, usted tendrá que asegurarse de que todas las otras fuentes posibles se exceptúan de sospechas. Lugares de muestreo tienen que ser localizados de tal manera que las otras fuentes sean excluidas o cuantificadas.

Cuando usted quiere tomar una muestra que es representativa para una masa de agua, usted tiene que evitar el muestreo cerca de la orilla o cerca de barreras (diques, etc.). Si no hay un barco disponible, la toma de muestras de un puente puede resultar muy práctico. Una regla de tres en aguas corrientes es el muestreo en la mitad cruzando el río y a más o menos 10 centímetros debajo de la superficie. Muestreo en aguas estancadas tiene que ser hecha en su punto más profundo o, si este es desconocido, en la mitad, también a 10 centímetros debajo de la superficie.

Llene los puntos que describen el lugar del muestreo en la Lista de Datos del Análisis Físico y Químico (Apéndice 9).

Parámetros guías

Si la localización exacta de una fuente es desconocida, ella puede ser determinada con los parámetros conductores temperatura, pH, conductibilidad, y en caso necesario, oxígeno. Cuando uno o más de estos parámetros cambian de valor repentinamente, esto indica generalmente la presencia de polución. Cuando usted se aproxima más a la fuente, es cuanto más la desviación de uno o más parámetros aumenta.

Métodos de muestreo

Siempre asegúrese de que el equipo que usted usa, esté limpio y por lo tanto no pueda contaminar la muestra. Cuando usted utilice un instrumento de medición, siempre controle las baterías, y calibre el instrumento antes de cada lectura.

Usted debe protegerse contra posibles efectos inciertos de la polución, especialmente cuando tome muestras de aguas residuales de la industria o de descargas de alcantarillado.

Siempre etiquete los frascos para muestras y anote el nombre de la persona que tomó muestras, el número y el nombre del lugar de muestreo, toda técnica de preservación usada, y el parámetro por el cual el agua va a ser analizada. Rellene los puntos correspondientes en la lista de datos.

Es muy recomendable probar todos los parámetros discutidos en este capítulo en el campo. Sin embargo, si esto no es posible, existen técnicas para preservar las muestras por un cierto período de tiempo. El Apéndice 11 registra un número de técnicas de preservación para parámetros diferentes.

Para aumentar la exactitud de las mediciones, es muy aconsejable siempre tomar muestras por duplicado (dos muestras idénticas), y calcular el promedio de la medición.

Enviando muestras al laboratorio

Si usted planea enviar su(s) muestra(s) a un laboratorio profesional, consulte el laboratorio en lo que respecta la elección y número de parámetros, elección de equipo de muestreo, preparación de frascos para muestras, método de preservación, las condiciones del control de la calidad, del control de análisis y del método de reportar.

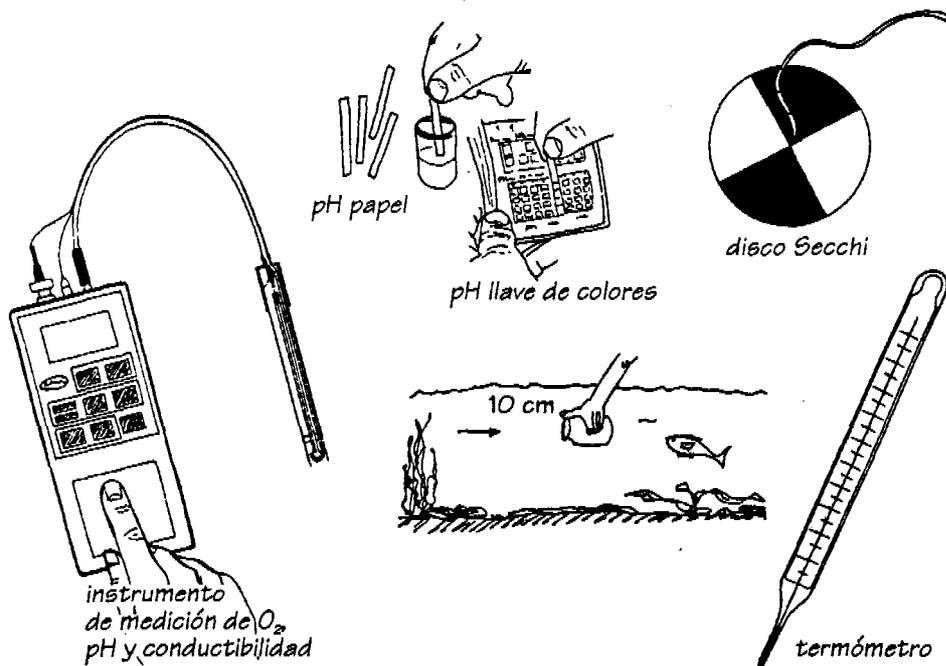


Figura 9: Análisis físico y químico

De información de fondo sobre los tipos de muestras (por ejemplo, si la muestra consiste en agua de referencia, un efluente concentrado o agua poluta), sobre el pH, la temperatura, conductibilidad y tiempo de muestreo. Para asegurar la objetividad, no de información sobre fuentes (posibles) de polución. Llene los puntos correspondientes en la lista de datos.

El laboratorio debe ejecutar métodos estandarizados de análisis, que incluyen un control interno de calidad para asegurar su exactitud.

Estándares externos de organizaciones oficiales tales como el U.S. Environmental Protection Agency (EPA), la European Commission (EC) o la World Health Organization (WHO), pueden ser utilizados también para realizar un control externo de la calidad. Esos estándares externos son muestras certificadas de niveles conocidos de contaminantes. Esas muestras son analizadas regularmente durante el análisis de otras muestras, para comprobar si los análisis ejecutados son exactos. Además, es también posible tomar muestras por duplicado (dos muestras idénticas), y ofrecer la segunda muestra a un otro laboratorio para obtener una segunda opinión.

6.2 Color y olor

Agua limpia casi no tiene color (considere que eso no quiere decir que el agua incolora sea siempre limpia y segura!). Para detectar el color de un agua, vierta un poco de agua en un cáliz de vidrio y sosténgalo delante de un trozo de papel blanco o delante de un otro fondo blanco. Cuando usted halla colores mixtos usted tiene que denominar en primer lugar el color dominante, por ejemplo azul-verde, cuando azul es más fuerte que el verde. Para detectar si el agua tiene algún olor, llene un cáliz de vidrio y huella. Registre sus hallazgos en una lista de datos (Apéndice 9). Para más información sobre colores y olores, vea también el Capítulo 3 y el Apéndice 3.

6.3 Temperatura

La temperatura del agua es normalmente determinada por factores como el tipo de la fuente (agua subterránea es generalmente más fría que el agua de superficie, por ejemplo), la distancia desde la fuente, la profundidad del agua y sombra. La temperatura sufre cambios naturales diarios y por temporadas.

Un aumento de temperatura inducido por personas (también llamado polución térmica) puede ser causado por las industrias que usan el agua para refrigerar su maquinaria, como instalaciones de energía atómica, y por el desagüe urbano. Además puede ser causado por el corte de árboles que proveen el agua de sombra. Sólidos en suspensión también aumentan la temperatura del agua, ya que ellos absorben el calor del sol (vea también Sección 6.4).

El agua de refrigeración de industrias es habitualmente descargada por un tubo diferente del que se usa para el agua residual y por lo tanto no contiene necesariamente otros contaminantes. No obstante, el tubo de descarga del agua de refrigeración nunca está muy lejos del tubo de descarga de aguas residuales.

La temperatura del agua es importante para la calidad del agua. Ella influencia la cantidad de oxígeno que puede ser disuelto en el agua (agua fría puede contener más oxígeno que agua caliente; vea también Sección 6.7) y afecta el promedio de crecimiento de todos los organismos acuáticos. Preferencias de temperatura entre organismos acuáticos varían considerablemente, pero todos los organismos toleran mejor los cambios lentos y los cambios de temporada, de los cambios rápidos. Tensión y choque termales pueden ocurrir cuando la temperatura cambia más de 1 ó 2 °C dentro de 24 horas. Si eso ocurre poblaciones enteras de organismos pueden ser borradas.

Medición

La temperatura puede ser medida con un termómetro de alcohol-tolueno, de mercurio o con un termómetro de escala. Algunos instrumentos

de medición, como los instrumentos para la conductibilidad y oxígeno disuelto, pueden además tener una facilidad de medición de temperatura (vea también Figura 9).

Siempre haga la medición de la temperatura en el lugar mismo donde usted mide otros parámetros, también en el caso de que usted recolecte muestras de diferentes profundidades. Sostenga el termómetro a unos 10 cm debajo de la superficie del agua durante aproximadamente 2 minutos (hasta que se tranquilice). Registre sus hallazgos en la lista de datos.

Para medir la temperatura a grandes profundidades ate el termómetro a un palo, o tome muestras de agua de esta profundidad y compruebe la temperatura inmediatamente después de haber traído la muestra a la superficie.

Cuando ponga el termómetro en un cáliz de vidrio o en un frasco con agua de muestra, primeramente enjuague el termómetro vertiendo sobre él un poco de agua de muestreo.

Como la temperatura del agua es muchas veces un buen indicador de polución de fuentes fijas, repita la medición así rápido posible aproximadamente 1 km río arriba o lejano del lugar de muestreo, registre sus hallazgos y calcule la diferencia de temperatura. Cambios rápidos de temperatura dentro de una sección de la masa del agua indican polución.

Al comparar la temperatura del agua en dos lugares diferentes, es importante establecer la concordancia, lo más exacto que sea posible, de las condiciones físicas de estos lugares, como la velocidad, cantidad de luz solar que llega al agua y la profundidad del flujo. Para reducir los errores, utilice el mismo termómetro en todos los sitios.

Dentro de aguas con más de 10 metros de profundidad, es importante medir la temperatura a profundidades diferentes, porque allí puede ocurrir estratificación (vea también Sección 1.3), que tiene muchas implicaciones sobre la calidad del agua. El perfil de la temperatura es medido simultáneamente con el nivel del oxígeno disuelto; vea Sección 6.7.

La temperatura puede ser expresada en grados Celsius (°C) o en grados Fahrenheit (°F). En documentos oficiales, la temperatura siempre tiene que ser dada en grados Celsius. Los factores de conversión están en el Apéndice 12.

6.4 _____ Visibilidad (turbiedad)

Turbiedad es el opuesto de claridad. Se debe a la presencia de sólidos en suspensión (vea también Sección 2.2) y puede ser visto como una coloración del agua, variando de casi blanco y amarillo hasta marrón, tanto como verde o rojo de la fluorescencia de algas. Durante la temporada de lluvia o inmediatamente después de una tempestad, los niveles de turbiedad son habitualmente más elevados de los normal.

Turbiedad también puede ser expresada en términos de visibilidad, que será el foco del manual en este capítulo.

Niveles elevados de turbiedad pueden causar una variedad de problemas para la gente, las plantas y los animales (vea también Sección 2.2).

El agua no sigue siendo potable, y sistemas de riego pueden ser bloqueados, por ejemplo.

Turbiedad elevada estimula el crecimiento de bacterias y puede proteger a los patógenos de los efectos de desinfección. Por eso, cuando el agua ha sido desinfectada, la turbiedad debe ser siempre baja.

Plantas y animales acuáticos también son afectados por el aumento de la turbiedad. Turbiedad reduce la penetración de la luz solar en el agua, y hace más difícil la sobrevivencia de algas y grandes plantas acuáticas. Sin algas y grandes plantas acuáticas, el nivel de oxígeno disuelto decae de manera drástica (además vea Sección 4.7 y 4.8).

Ya que los sólidos en suspensión absorben el calor de la luz solar, la turbiedad eleva la temperatura. Eso hace decaer el nivel de oxígeno disuelto (vea Sección 6.7).

Sólidos en suspensión pueden obstruir las branquias de los peces, reducir su número de crecimiento y hacer descender su resistencia a las enfermedades. Cuando los sólidos en suspensión se fijan en el fondo del agua (sedimentación), ellos pueden sofocar los huevos de los peces y otros animales, y los macroinvertebrados.

Medición

La visibilidad puede ser medida con un disco Secchi. Un disco Secchi es un pesado disco circular con un diámetro de 20 centímetros, con un espesor de 1 ó 2 centímetros y cuatro secciones, alternadamente blanca y negra, pintadas en la superficie (vea Figura 9). El disco está atado a una cuerda mensurada, marcada en metros, subdivididos en decímetros. Un disco Secchi es obtenible de un fabricante o puede ser hecho en casa.

El disco Secchi es utilizado para medir hasta que profundidad la persona puede ver hacia dentro del agua. Deje bajar el disco en el agua por la cuerda mensurada, hasta que usted pierda de vista los límites nítidos entre las secciones negras y blancas. Asegúrese de que el disco Secchi desciende en una línea recta y que usted haga sus observaciones de un punto vertical encima del disco Secchi. Luego tire el disco hasta poder distinguir de nuevo los límites nítidos de las secciones. Mueva el disco para arriba y para abajo repetidas veces, hasta que usted haya encontrado la exacta profundidad máxima en la cual los límites son claramente visibles. En esta profundidad se puede leer el disco Secchi. La precisión está en el centímetro más próximo.

El disco no puede ser utilizado en aguas de poca profundidad o en aguas con una corriente muy rápida. En último caso, el disco tiene la tendencia de oscilar y dar vueltas, lo que hace imposible hacer una medición exacta. En tal caso, podría ser útil atar un objeto pesado debajo del disco antes de sumergirlo en el agua.

Además existen instrumentos de medición con los cuales se puede medir la turbiedad, que son obtenibles de un fabricante (vea el Apéndice 10). Esos instrumentos son caros, pero muy precisos. No obstante, la visibilidad habitualmente puede ser medida con exactitud suficiente por el disco Secchi.

La turbiedad es oficialmente expresada en NTUs (Nefelómetro Unidades de Turbiedad) o JTUs (Jackson Unidades de Turbiedad). Con el disco Secchi la visibilidad es mensurada, lo que se expresa en metros.

6.5 Velocidad de la corriente y gasto

La *velocidad de la corriente* es definida como la distancia que el agua recorre en 1 segundo (la velocidad con que el agua fluye). El *gasto de la corriente* es definido como el volumen de agua que pasa por cierta sección cruzada de un río en un segundo. En general, la velocidad y el gasto de la corriente varía conforme al tamaño del río o de la corriente (cantidad de agua), la forma del lecho del río/corriente y de la inclinación del río o de la corriente.

La velocidad de la corriente es un factor importante a ser conocido, ya que ella determina cuando el oxígeno se distribuye o esparce en el agua (reaireación, vea también Sección 6.7), el patrón de la erosión y de la sedimentación en el agua y la presencia de plantas y animales acuáticas. La velocidad de la corriente también determina la velocidad en que la polución puede llevarse en un agua corriente, y como puede acumularse en un agua estancada (tiempo de residencia, vea Sección 1.3). Cuando la polución es originaria de una fuente puntual, como un tubo de descarga de una fábrica, usted necesita conocer el gasto para calcular la cantidad de polución descargada.

La concentración de un contaminante o constituyente es una medida de la cantidad del constituyente que se encuentra en 1 litro de agua (u otro solvente). La cantidad absolutamente del constituyente que pasa por un río o que se acumula dentro de un lago por un cierto período de tiempo, es llamado la carga. La carga es calculada por multiplicando el gasto por la concentración, y es expresada en unidades de masa por unidades de tiempo, por ejemplo kg/s o kg/día.

$$\text{Carga (kg/s o kg/día)} = \text{gasto (m}^3/\text{s)} \times \text{concentración (mg/l)}$$

Medición

Para medir la velocidad de la corriente usted necesita de una cuerda con por lo menos cinco metros de largo, un reloj con un segundero, un objeto flotante y una red. El objeto flotante no debe ser muy grande o muy liviano, ya que su velocidad podría ser influenciada por el viento.

Marque una distancia de por lo menos 5 metros a lo largo de la orilla. Coloque el objeto flotante en el flujo principal del agua, río arriba de la faja marcada. Registre el número de segundos que su objeto necesita para recorrer la distancia marcada. Saque el objeto flotante del agua. Calcule la velocidad de la corriente a través de la división del número de metros recorridos (la distancia de la faja marcada) de segundos que usted registró (la velocidad de la corriente es expresada en m/s). Repita esta prueba por lo menos dos veces y calcule el promedio de la velocidad de la corriente. Registre sus hallazgos en la lista de datos.

$$\text{Velocidad de la corriente (m/s)} = \frac{\text{metros recorridos (m)}}{\text{segundos necesarios (s)}}$$

Para estimar el gasto usted necesita del mismo equipo, que usted necesitó para hacer la estimación de la velocidad de la corriente. En el caso de tratarse de un tubo pequeño de descarga, usted además necesitará de un frasco vacío con una medida de capacidad (una botella de refrescos, por ejemplo), un embudo y guantes para proteger sus manos.

Imagine una línea recta de una orilla a la otra, que es el ancho de un río (o corriente). Estime el largo de esta línea, usando una cuerda previamente medida o un mapa. Divida esta línea imaginaria que cruza el río en 4 a 10 secciones, dependiendo del ancho del río. Ate un objeto

pesado a la cuerda marcada. A cada sección de la línea imaginaria, baje el objeto pesado hasta que alcance el fondo, y registre la profundidad hallada del agua (también puede usar una regla dividida). Calcule la profundidad promedio del río. El ancho multiplicado por el promedio de la profundidad provee el plano seccional del río (en su punto de medición). Estime el gasto haciendo la multiplicación de la velocidad de la corriente por el plano seccional (ancho x profundidad) del río. Registre sus hallazgos en la lista de datos.

$$\text{Plano seccional (m}^2\text{)} = \text{ancho (m)} \times \text{profundidad promedio (m)}$$

$$\text{Gasto (m}^3\text{/s)} = \text{velocidad de la corriente (m/s)} \times \text{plano seccional (m}^2\text{)}$$

Si el gasto es lo bastante pequeño para ser interceptado con un embudo, usted puede utilizar un frasco vacío, con capacidad de volumen conocida (por ejemplo un frasco de 1 litro, para refrescos) y un embudo. Además usted puede usar un cubo. Registre el tiempo necesario para llenar el frasco o cubo. Haga esta prueba 3 veces y calcule el promedio. Evite contacto directo de la piel con el agua de tubos de descarga siempre utilice guantes u otras cosas para protegerse.

6.6 Acidez (pH)

La acidez del agua es expresada como pH, y puede variar de 0 a 14. Agua neutral tiene un pH de 7. Agua ácida tiene un pH abajo de 7, agua básica tiene un pH arriba de 7. Ejemplos de cada día de sustancias básicas son medios decolorantes (pH 12), amoníaco (pH 11), soda para cocinar (pH 8,5) y agua marina (pH 8). Sustancias ácidas incluyen jugos de naranja (pH 5,5), Cola (pH 4), vinagre (pH 3), Jugo de limón (pH 2) y ácido de baterías (pH 1).

Alcalinidad o capacidad de neutralización se refiere a la habilidad del agua para resistir a los cambios en pH por la neutralización de la entrada de ácido. Cuanto más elevada sea la alcalinidad, tanto más elevada será la capacidad del agua para neutralizar ácidos. El procedimiento de medición de alcalinidad incluye la vigilancia de los cambios en pH de una muestra de agua cuando un ácido hay goteado en el agua.

La mayoría de las aguas naturales tiene un pH de 6 a 9, y la mayor parte de las aguas de superficie es un poco básica (pH 7,5 a 8). En claros en los bosques y pantanos donde crece musgo de turbera, el pH es habitualmente entre 4,0 y 5,0. Las aguas en áreas arenosas también tienen agua ácida. Aguas en tierra de arcilla y pantanosa son habitualmente básicas.

En general, el agua residual doméstica es básica, mientras residuos industriales pueden ser ácidos o básicos. A causa de que el pH del agua residual doméstica e Industrial es usualmente diferente de agua recipiente, cambios repentinos en acidez indican este tipo de polución.

El valor de pH naturalmente varía por día y por temporada, principalmente debido a la actividad de algas y de grandes plantas acuáticas. De noche el agua es algo ácida, mientras que durante el día el valor de pH aumenta.

Usualmente, plantas y animales prefieren una acidez específica y no sobrevivirán si el acidez sufre mucha desviación. Algunos organismos son más tolerantes a cambios de pH, mientras otros son muy sensibles.

una fluctuación muy elevada en su concentración de oxígeno disuelto durante un período de 24 horas.

Bacterias que descomponen materia orgánica utilizan oxígeno del agua. La cantidad de oxígeno para descomponer materia orgánica es llamada la demanda biológica de oxígeno (BOD). Cuando el BOD excede al oxígeno disuelto (DO) disponible, el DO en el agua es reducido o agotado. Eso es muy dañino para los organismos en el agua, incluso puede matar a los peces. En corrientes normales y saludables la adición y la sustracción de oxígeno están generalmente en equilibrio.

La demanda de oxígeno químico (COD) es la cantidad de oxígeno disuelto que es reducido por reacciones químicas en el agua.

La cantidad de oxígeno disuelto desempeña un papel muy importante para determinar el tipo de organismos que viven en el agua. Algunos necesitan consistentemente de elevadas concentraciones de oxígeno disuelto para sobrevivir, mientras otros son más tolerantes a concentraciones fluctuantes o bajas de oxígeno disuelto. Aguas con un constante y elevado nivel de oxígeno disuelto son consideradas, usualmente, ecosistemas saludables y estables, capaces de soportar a muchas especies diferentes de organismos acuáticos.

Lagos pueden hacerse estratificados en dos capas (vea además Sección 1.3). La capa superior es más caliente y contiene algas y grandes plantas acuáticas, a causa de que la luz del sol consigue penetrar en el agua. La capa inferior es fría y oscura. A causa de que estas dos capas no se mezclan, la capa inferior es interceptada de la provisión de oxígeno que proviene de la atmósfera y del oxígeno producido por las plantas. Por consiguiente, oxígeno puede ser interceptado en el fondo, especialmente si allí hay bastante materia orgánica que fue descompuesta por bacterias. Por eso, es importante determinar la temperatura y el nivel de oxígeno disuelto a diferentes profundidades en un lago cuando caracterice condiciones de oxígeno disuelto. Diferencias significantes de temperatura a diferentes profundidades indica estratificación.

En adición a su impacto sobre organismos vivos, la falta de oxígeno además puede causar efectos graves en la química del agua y eutrofización. Por ejemplo, fósforo (un nutriente) puede ser liberado de sedimentos en el fondo, cuando hay una reducción del nivel de oxígeno, y por lo tanto refuerza la eutrofización.

Medición

Siempre tome muestras lejos de la orilla y debajo de la superficie del agua, y siempre determine la temperatura de la muestra (lugar) al mismo tiempo. Registre la temperatura en el frasco y en la lista de datos. Intente no agitar su muestra visto que eso aumenta el nivel de oxígeno disuelto. Asegúrese, de que no hay burbujas en el frasco para muestra. La prueba debe realizarse inmediatamente después del muestreo, o en caso contrario tienen que ser aplicadas las técnicas de preservación (vea Apéndice 11).

Oxígeno disuelto puede ser medido por medio de análisis químico, por ejemplo usando el método Winkler de titulación, o con un instrumento de medición o sonda de DO (vea Figura 9). Un equipo de campo para pruebas usualmente provee un método de titulación. Un instrumento de medición o sonda de DO es más costoso a corto plazo (a largo plazo los reactivos para los métodos químicos también le costarán mucho dinero), pero es más fácil para usar y está menos inclinado a imprecisiones.

Un instrumento de medición de DO puede usualmente medir también algunos otros parámetros (como temperatura y conductibilidad).

El nivel de oxígeno disuelto en un lago se caracteriza de la mejor manera posible, haciéndose un perfil de oxígeno disuelto (mediciones de la superficie hasta el fondo, a intervalos fijos), y un perfil de la temperatura a los mismo intervalos.

La demanda bioquímica de oxígeno (BOD) es medida por el uso de un frasco incolora (normal) y un frasco oscura para muestra. Un frasco para muestreo puede hacerse oscura con cinta aislante o con hoja de aluminio. Tome muestras con los dos frascos en el mismo lugar. Analice el nivel de oxígeno disuelto en el frasco incolora inmediatamente después del muestreo. Almacene el frasco oscura a 20 °C en un lugar oscuro. Determine el nivel de oxígeno disuelto después de 5 días. Si el agua contiene elevados niveles de materia orgánica, es posible que sea necesario diluir la muestra de agua (con agua destilada) y/o calcular el BOD después de 2 ó 3 días en vez de 5.

El $BOD_5 = DO$ en el frasco incolora (mg/l) - DO en el frasco oscura después de 5 días (mg/l).

6.8 Conductibilidad

Conductibilidad es una expresión de la capacidad del agua de conducir una corriente eléctrica. La conductibilidad depende de la concentración de sales disueltos (iones) en disolución. La conductibilidad es influenciada por la temperatura del agua.

Conductibilidad influencia la presencia de plantas y animales en el agua. Algunos tipos de organismos son sensibles al aumento de conductibilidad, mientras otros son más tolerantes.

Conductibilidad es uno de los parámetros guías, lo que significa que cambios en la conductibilidad de una muestra podría indicar polución. De modo general una conductibilidad más elevada quiere decir más polución.

Medición

Conductibilidad tiene que ser medida en el campo. Si esto no es posible, la medición deberá ser efectuada lo más rápido posible, ya que la conductibilidad de una muestra de agua puede cambiar al pasar el tiempo.

Es importante medir la temperatura de la muestra mientras mida su conductibilidad. Varios instrumentos compensan automáticamente por la temperatura. Si esto no ocurre, la temperatura en el momento de la medición también debe ser registrada en la lista de datos.

Conductibilidad puede ser medida con un instrumento, el cual es provisto por muchos fabricantes (vea Figura 9). Algunos instrumentos son baratos y muchas veces un poco frágiles para usarlos en el campo, de modo que es aconsejable pagar un poco extra por un buen modelo.

Usualmente la conductibilidad es expresada en microsiemens por centímetro ($\mu S/cm$).

6.9 Metales pesados y pesticidas

Los dos, metales pesados y compuestos orgánicos tóxicos (pesticidas) son muy dañinos para los seres humanos, animales y plantas (vea también Sección 2.2). Si usted constata una ausencia notable o baja diversidad de organismos acuáticos, especialmente de macroinvertebrados benthicos, pero las pruebas físicas y químicas no revelan cualquier problema en el agua, entonces el agua podría estar contaminada con metales pesados o pesticidas.

Cuando usted desea certificarse si los hay y que tipo de pesticidas o metales pesados están presentes en el agua y/o en el fondo del agua, usted tendrá que enviar una muestra (uno o más) a un laboratorio profesional que pueda conducir el análisis. El equipo es demasiado caro y el análisis es muy difícil para ser ejecutado por una persona que no sea profesional en esta área.

Contacte universidades, instituciones gubernamentales y privadas para conseguir posibilidades de analizar sus muestras. Utilice las sugerencias dadas en la Sección 6.1 y Apéndice 11 para el muestreo, preserve las y envíelas a un laboratorio.

6.10 Vigilancia de la calidad del agua

Para obtener un cuadro completo de la calidad del agua de una masa de agua, es importante ejecutar mediciones durante largos períodos de tiempo (varios años), para detectar los cambios en un ecosistema (ambos el agua y la tierra circundante). Eso se llama vigilancia. Los datos resultantes pueden ser utilizados para establecer líneas básicas de las condiciones, para determinar transcurso en la calidad del agua, o para identificar problemas corrientes y emergentes.

Se puede hacer la vigilancia por la recolección de datos en diferentes puntos de una masa de agua, para comparar la calidad del agua en diferentes trayectos (por ejemplo a lo largo de la longitud de un río). El río puede demostrar ser menos saludable cuando atraviesa tierras de agricultura, de lo que cuando pasa por áreas que están pobladas de bosques río arriba, por ejemplo, debido al derramamiento de abonos y pesticidas.

Además usted puede comparar masas de agua similares (por ejemplo, flujos de tamaño y origen comparables), si el uno está contaminado y el otro está en una condición saludable. Al usar una masa de agua referencial, es posible probar la influencia de la contaminación y formular clasificaciones locales de la calidad biológica del agua.

Una condición previa para ejecutar, de manera adecuada, un programa de vigilancia, es la existencia de un 'agente conductor' que es responsable por el desarrollo institucional del programa. Objetivos deben ser identificados, y parámetros deben ser medidos y métodos que van a ser utilizados deben ser determinados de antemano. Los parámetros y los métodos usados dependen mucho de los fondos disponibles y del conocimiento de la gente que participa del programa de vigilancia. Al implantar un programa de vigilancia, basado en una comunidad, es importante desarrollar métodos de vigilancia local que puedan ser utilizados al nivel de la comunidad.

Para información detallada sobre un programa de vigilancia de la calidad del agua lea, por favor, la literatura mencionada y recomendada

al final de este capítulo. Infelizmente este tema no puede ser discutido en este manual.

Literatura recomendada

CAMPBELL, G. and S. WILDBERGER: "The monitor's handbook". LaMotte Company, P.O. Box 329, Chestertown, Maryland 21620, U.S.A., 1992 (gratuitamente).

ELLETT, KATHLEEN K.: "An introduction to water quality monitoring using volunteers. A handbook for coordinators", second edition 1993. Alliance for the Chesapeake Bay, Inc. 6600 York road, Baltimore, Maryland 21212, U.S.A. (gratuitamente).

HUTTON, L.G.: "Field testing of water in developing countries". WEDC, Dept. of Civil Engineering, University of Technology, Loughborough LE11 3TU, United Kingdom, 1983.

MITCHELL, MARK K. and WILLIAM B. STAPP: "Field manual for Water Quality Monitoring, an environmental education program for schools". Global Rivers Environmental Education Network (GREEN), 721 East Huron st., Ann Arbor, Michigan 48104, U.S.A. 7th Edition, 1992.

SIMPSON, J.T.: "Volunteer lake monitoring: a methods manual", U.S. Environmental Protection Agency, 1991. Office of Wetlands, Oceans and Watersheds. Assessment & Watershed Protection Division (WH-553), 401 M Street S.W., Washington, D.C. 20460, U.S.A. (gratuitamente).

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY: "Volunteer water monitoring: a guide for state managers". Office of Water Regulations and Standards, Assessment and Watershed, Protection Division (WH-553), 401 M Street S.W., Washington, D.C. 20460, U.S.A., 1990 (gratuitamente).

WHO and UNEP: "Guidelines for drinking-water quality, Volume 1. Recommendations". Geneva, 1984.

WHO and UNEP: "Guidelines for drinking-water quality, Volume 2. Health criteria and other supporting information". Geneva, 1984.

7 _____ Actividades para Mejorar su Agua

Los capítulos previos le ayudaron a usted a descubrir cual es el tipo de polución que se encuentra en su fuente de agua o cuenca, y que es lo que está causando la polución. Este capítulo le da sugerencias sobre como usted podrá mejorar la calidad y la disponibilidad del agua.

Cada persona en la tierra tiene el derecho a un abastecimiento suficiente de agua limpia y segura. Los gobiernos tienen la responsabilidad de cuidar del abastecimiento del agua. En principio, cuando tenga un problema con el agua, usted podrá dirigirse al gobierno y pedirle ayuda.

Sin embargo, en la práctica la situación es muchas veces diferente. Representantes del gobierno pueden no tener tiempo para ayudarlo, o puede faltarles el equipo o el dinero necesario. Por eso es aconsejable que usted no espere hasta que el gobierno le ayude. Hay muchas cosas que usted mismo, y juntos con la gente de su comunidad, puede hacer para mejorar su situación del agua. Así es que cuando usted ha entendido su propio problema del agua, usted podrá hacer algo para resolverlo.

Este capítulo explica varias actividades que le ayudarán a conseguir agua potable y agua para otros usos, más limpia y más segura. También le son dadas sugerencias para aumentar la cantidad del agua disponible. Finalmente, se explica un número de prácticas relativas al uso de las tierras para reducir la erosión. Muchos de los puntos mencionados en el texto son mostrados en las varias figuras.

7.1 _____ Mejorando el agua potable en casa

Use un único botijo, de preferencia de cerámica, sólo para el agua potable. Use siempre el mismo contenedor para remover el agua del botijo. Mantenga el botijo cerrado.

Limpe este botijo de cerámica cuidadosamente con jabón y agua limpia antes de llenarlo con agua potable.

Almacene su agua potable por dos días o más en un botijo de cerámica, en un lugar fresco y oscuro, antes de beberla. Después de dos días la mayor parte de los residuos habrán descendido al fondo del botijo y, lo más importante, la mayor parte de los organismos que causan enfermedades habrán muerto. Todo olor desagradable puede ser fácilmente eliminado por un hervor rápido. Toda camada de residuo en la superficie del agua podrá ser removida, vertiendo el agua por un paño limpio y de tejido tupido.

Cuando no haya almacenado agua potable por dos o más días, hierva el agua 10 minutos antes de beberla. Eso mata a los patógenos presentes en el agua. Si usted solo dispone de poco fuego de leña, hierva por lo menos el agua para los niños, para las personas de edad avanzada y para los enfermos.

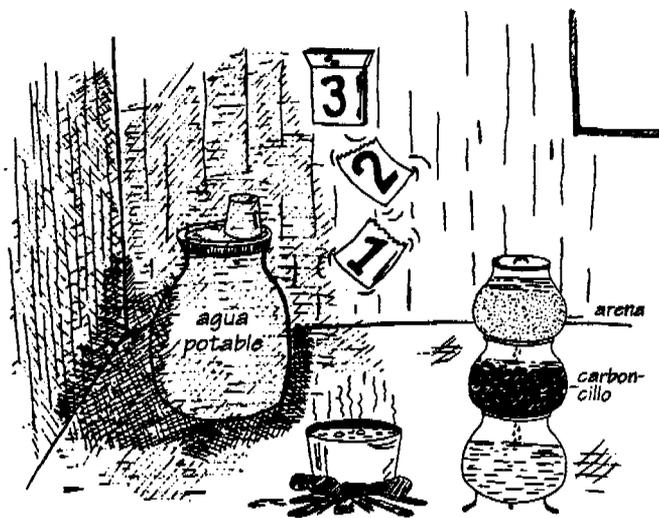


Figura 10: Agua en el hogar

Limpie cuidadosamente todos sus botijos y contenedores de agua con jabón antes de usarlos. Cuando usted vaya por agua al pozo, comparta solamente un cubo y una cuerda con los demás usuarios del pozo. Limpie el cubo y la cuerda cuidadosamente con jabón antes de usarlos.



Figura 11: Limpiando utensilios para el agua

Prevenga la entrada de polvo e impurezas en el agua durante el transporte desde el pozo a su casa, por ejemplo por cubrir el botijo.

Cuando el agua tenga una apariencia turbia o sucia, usted puede verterla por un paño limpio y de tejido tupido, que será atado alrededor de la abertura del botijo. Este método le da a usted agua menos limpia y segura que cuando la almacene o hierva, pero le remueve insectos, restos de plantas, otras impurezas más gruesas, y gusanos y huevos patogénicos del agua. Limpie el paño en agua hirviente después de cada vez que lo haya utilizado, y guárdelo en una caja limpia para la siguiente utilización.

Para limpiar agua visiblemente o invisiblemente poluta, usted puede pasarla por el llamado 'sistema de tres potes' (vea además la Figura 10). Con este método de *filtración lenta* por arena, casi toda la polución podrá ser removida del agua. El sistema de los tres potes consiste en tres potes de cerámica, el uno encima del otro. Los dos potes superiores tienen una pequeña abertura en el fondo (un diámetro aproximado de 1 cm). Llene el pote de arriba por un tercio o un cuarto con arena que tenga un diámetro de 0.2 a 0.4 mm. Llene el pote del medio por un tercio o un cuarto con arena que tenga un diámetro de 0.6 a 0.8 mm. Vierta el agua en el pote de arriba. El agua goteará vía el pote del medio en el de abajo, mientras la polución se adhiere a la arena. Cuando la arena se queda visiblemente sucia, usted tendría que limpiarla o renovarla.

Usted también podrá purificar el agua con el auxilio de cenizas de plantas quemadas, con ciertas semillas o ciertas leguminosas. Se pueden usar las cenizas de cualquier tipo de plantas, pero mucha gente en Asia, África y América Latina usan las cenizas proveniente de los tallos de mijo, leñas, cáscaras de coco y vainas de arroz.

Tamice dos cucharadas de cenizas (cada una conteniendo 127 g) y añádalas al botijo con 50 litros de agua impura. Agite el agua durante 30 minutos con una barrilla.

Ejemplos de semillas que son usadas para la purificación del agua son la semillas del Moringa. Este árbol es nativo del sur y centro de India, pero también disperso extenso en sudeste de Asia, Africa, Indias Occidentales y Latinoamérica. En muchas regiones, se usan partes del árbol como medicina. En el centro y sur de India la semilla es usada para alimentación, tostada como cacahuetes o con la cáscara verde preparadas como arrurruz.



Es sabido que muchas especies del Moringa tienen propiedades de purificación, por ejemplo Moringa oleifera, Moringa peregrina y Moringa stenopetala. Remueva las chalas y el abrigo de la semilla y muele el núcleo hasta obtener polvo, poco antes de usarlo. Mezcle el polvo, durante unos cinco minutos, con una pequeña cantidad de agua ya purificada en una copa. Vierta la suspensión por un filtro de té en el agua impura del botijo. Agite lentamente el agua con un palo durante 10 ó 15 minutos. Use el agua después una hora o más tarde. Use 3 semillas por cada 4 litros de agua.

Leguminosas que tienen la capacidad de purificar el agua Incluyen habas anchas (Faba vulgaris) o habichuelas (Phaseolus vulgaris). Quite las vainas y el polvo de la semilla, y quite cuidadosamente la piel de la semilla. Triture el núcleo y use el mismo método que usó con las semillas del Moringa. Use 23 o 24 habas por cada 40 litros de agua.

7.2 _____ Seleccionando y protegiendo su fuente de agua

Siempre considere que el agua proveniente del grifo o de una bomba no es necesariamente limpia y segura. En particular, el agua podría contener patógenos que pueden causar enfermedades. Inclusive el agua

fresca que tiene buen sabor no siempre esta libre de polución.

Fuentes de agua

El agua puede ser usada para muchos fines. El lugar donde la gente vaya por agua es llamado de fuente del agua. Las fuentes del agua pueden ser divididas en fuentes de agua subterránea y fuentes de agua de superficie. Fuentes de agua subterránea son camadas que transportan el agua dentro del suelo (acuiferos) y orígenes. Fuentes de agua de superficie son ríos, flujos, lagos y estanques, y también el agua recolectada de la lluvia.

Por fin, todas las fuentes de agua son nutridas por la precipitación de la lluvia en la cuenca. La ruta que el agua sigue y el tiempo que el agua necesita para alcanzar la fuente del agua afecta poderosamente la cantidad de agua disponible durante las diferentes temporadas, así como también afecta el tipo y grado de la polución.

Fuentes de agua subterránea están más protegidas contra la polución que las fuentes de agua de superficie, y por lo tanto generalmente proveen agua más limpia y segura. Además las fuentes de agua subterránea son afectadas más lentamente por la polución, porque el agua se mueve por el suelo demora más tiempo para alcanzar una fuente de que el agua que se mueve por la superficie. A causa de que agua subterránea se mueve muy lentamente, es puede más difícil hallar la conexión entre el problema de la fuente del agua y su causa. Por ejemplo, la polución que afecta un pozo, podría haber sido causada años antes de haber sido experimentada.

La mejor manera para obtener agua limpia y segura es seleccionar con mucho cuidado el lugar donde usted vaya por agua. Fuentes de agua que consisten en agua subterránea, como pozos y manantiales, son habitualmente más limpias y seguras que los fuentes de agua de superficie, así como ríos y lagos.

Seleccione una fuente de agua que no está siendo utilizada o minimalmente utilizada por otras personas y animales. Fuentes que están escondidas en rocas son, habitualmente, más limpias y seguras para el uso. Intente evitar

el uso de agua que huele o que tiene una apariencia sucia.

En India e Irán hay gente que usa el pez dorado (*Carassius auratus*) como sistema de advertencia de agua poluta. El pez dorado es puesto en la fuente del agua, y si disminuye sus movimientos, cambia de color o se muere, la gente sabe que la fuente no es segura para seguir siendo usada.

Fuentes de agua de superficie

Vaya por agua (al menos por agua potable) temprano en la mañana, cuando la fuente del agua está menos alterada por otra gente y animales.

Vaya por agua río arriba de las comunidades, industrias, y de las otras actividades que se basan en la tierra y que pueden contaminar el agua.

Vaya por agua en un área donde el agua sea profunda y su fondo estable, como un fondo de roca o piedras. Evite sacar agua a lo largo de las orillas de un lago.

En caso de que sea posible, siempre haga un hoyo en la orilla, y saque agua del hoyo en vez de sacarla directamente del cuerpo del agua. Tenga cuidado de que el agua no fluya sobre el suelo directamente dentro del hoyo. La arena de la orilla sirve de filtro y tiene la polución (vea también Figura 12).

Plante árboles en las orillas de las masas de agua. Ramas de árboles proyectan sombra sobre el agua y así reducen su evaporación. No solamente en las orillas se tienen que plantar árboles y arbustos, pero también más a lo lejos de ellas, porque ayudan a drenar el agua en el suelo, previenen la erosión del suelo y atraen lluvia al área.

Fuentes de agua subterránea

Proteja su fuente de agua contra los animales. Construya una cerca alrededor de la fuente, y organice un bebedero especial para los animales, río arriba y colina abajo de su fuente de agua.

Construya un pequeño levantamiento alrededor de la fuente de agua (de preferencia de hormigón), un drenaje para el agua que resuma de aproximadamente dos metros, y una cubierta para prevenir que el agua poluta afluya de nuevo en la fuente del agua (vea la Figura 14).

No construya letrinas de hoyo (retrete) a menos de 10 metros de su fuente de agua. Si la fuente está localizada en un colina, no construya letrinas encima de la fuente.

No use la tierra a menos de 50 metros de la fuente de agua para actividades agrícolas o para el almacenamiento de pesticidas y abonos.

Limpie el pozo profundamente con jabón y agua limpia al final de cada época de sequía.

7.3 _____ Recolectando agua de lluvia

Si durante la época de sequía le hace falta el agua, usted puede construir un gran tonel al lado de su casa, y recolectar el agua de lluvia que cae en su tejado (vea la Figura 14). Sistemas mayores para la recolección lluvia pueden abastecer a un grupo de casas, hasta a una comunidad entera. En Nigeria hay comunidades que almacenan 50 potes de agua de lluvia, cada pote tiene una capacidad de 50 litros, para su abastecimiento durante la época de sequía.

Toneles para recolección de agua de lluvia pueden ser hechos de varios materiales, y ser de diferentes tamaños, dependiendo de los materiales y del dinero disponible, y de la capacidad requerida. Al final de este capítulo le serán dados títulos de publicaciones en las cuales se explica claramente como construir los diferentes tipos de toneles. Además usted encontrará algunos nombres y direcciones de organizaciones que le pueden aconsejar a usted sobre esa asunto. Contacte cualquiera de esas organizaciones en caso de que usted quiera construir un tonel de agua y necesitar de ayuda.

Cualquier tejado sirve para la recolección del agua de lluvia, excepto los tejados hechos de amianto, porque el amianto puede causar graves enfermedades a la gente y a los animales. El amianto tiene un color gris claro, y la apariencia de una mezcla de metal con lámina de fibra. En caso de que usted no esté seguro si su tejado es de amianto o no, compruébelo con un perito, por ejemplo del Ministerio de Construcción o del Ministerio de la Salud.

7.4 _____ Protegiendo y mejorando la salud de la comunidad

Use diferentes lugares para recolectar agua potable, para bañarse y nadar, para lavar ropa, y dejar beber a los animales.

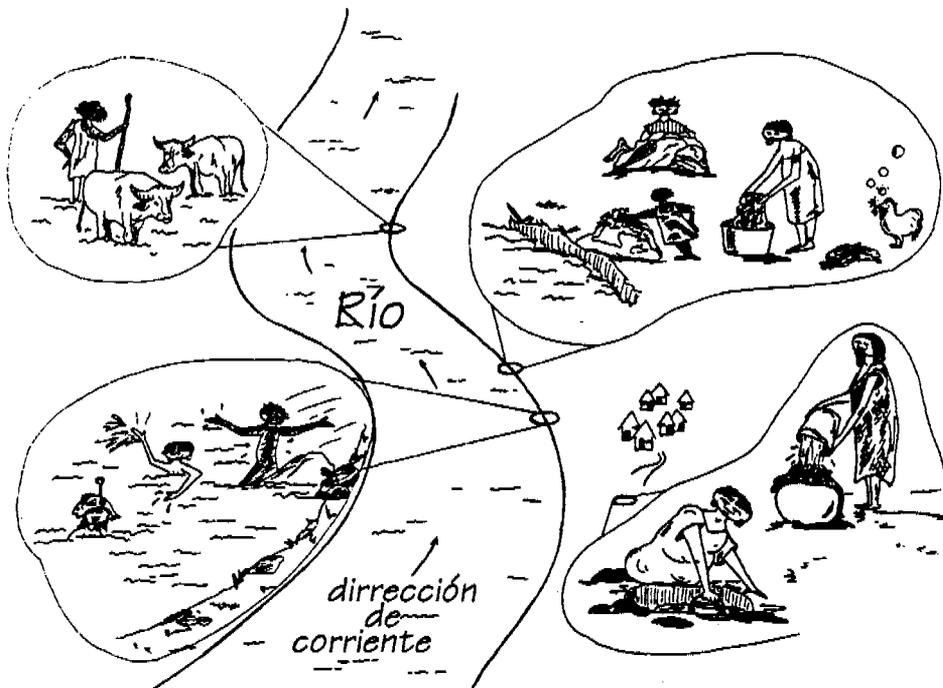


Figura 12: Separando las funciones del agua

Cuando usted use un río o un flujo como fuente de agua, recolecte su agua potable lo más lejos río arriba. Después determine un lugar que este menos río arriba para bañarse y nadar. Río abajo de ese área localice un lugar para lavar ropa. Bebederos para animales deben encontrarse río abajo, lo más lejos que sea posible.

Construya una buena letrina de hoyo. Una letrina de hoyo es simplemente una abertura en el suelo en que caen los excrementos (vea la Figura 13). Está compuesta de una tabla con un agujero, donde encucillarse o de una tapa que se levanta con un agujero, un encuadre de cemento, y un tubo de ventilación con una mampara contra moscas. Cuando el hoyo en el suelo está lleno hasta un metro de la superficie, el encuadre de cemento y la tabla son removidos y el hoyo es rellenado

con tierra. Se hace un nuevo hoyo allí cerca. Jamás construya una letrina de hoyo cerca de o encima de una fuente de agua.

Saneamiento es muy importante. Defecación al aire libre o letrinas impropias pueden causar enfermedades muy peligrosas. Siempre considere: excrementos no pueden contaminar el agua subterránea o el agua de superficie, no pueden contaminar el suelo, no tienen que ser accesibles a moscas, roedores o a otros animales, y no tienen que causar incomodidades debido al olor y a una apariencia horrible.

Recolección de basuras y deshágase de ellas de modo apropiado. Separe los residuos orgánicos (todo lo que era vivo) de otros residuos (como hojalata, plástico, papel, etc.). Cave un pozo u hoyo para los residuos orgánicos, y otro para los otros residuos. Ninguno de los hoyos se debe encontrar cerca del agua, y de modo alguno cerca de una fuente de agua. Usted puede reusar los residuos orgánicos como abono para el suelo.

Trate de aumentar la comprensión de la gente sobre posibles fuentes de enfermedades, y las diferentes maneras por las cuales la gente puede ser contagiada mediante entrenamiento y educación (vea además el capítulo siguiente).

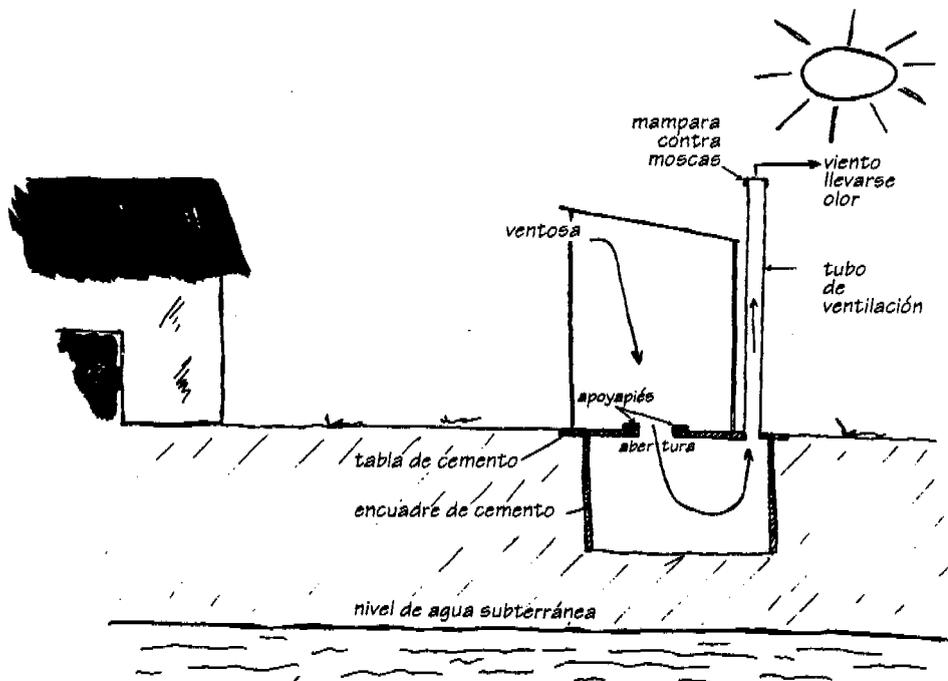


Figura 13: Construyendo una letrina de hoyo

7.5 _____ Protegiendo su cuenca contra la erosión

Plante árboles a lo largo hasta 9 km distante de su fuente de agua, y hasta 600 metros de distancia de las orillas de todas las masas de agua. Utilice árboles que crecen rápidamente y que proveen leña y/o frutas. También podrá plantar árboles Moringa, de los que las semillas pueden ser usadas para la purificación del agua (vea Sección 7.1). Evite cuidadosamente de plantar árboles que consumen grandes cantidades de agua o nutrientes del suelo, como el eucalipto. Además evite plantar árboles que no sean nativos del área, o los que allí habitualmente no se encuentran. Los árboles ayudan al agua a penetrar en el suelo, evitan la erosión del suelo, y atraen la lluvia al área. Pida consejos a su Mi-

nisterio de Forestación. En la mayoría de los países este ministerio provee a la gente con plantas gratuitas.



Figura 14: Mejorando el agua en su comunidad

1. Plante árboles en las orillas del agua como también a mayor distancia de ellos
2. Proteja su fuente de agua
3. Recolecte agua de lluvia
4. Construya letrinas de hoyo apropiadas
5. Recolecte basuras y deshagase apropiadamente
6. Plante árboles y arbustos en colinas áridas
7. Are las colinas en dirección horizontal
8. Establezca un tope de bosque entre la tierra de agricultura y masas del agua

Cultive árboles y arbustos principalmente en inclinaciones, ya que esas áreas son muy sensibles a la erosión. Nunca deje una colina descubierta y árida.

Are la tierra de agricultura en inclinaciones de manera horizontal a lo largo de las líneas de altitud. Además pruebe construir terrazas por tierras de agricultura en inclinaciones.

A campo abierto, usted puede poner líneas de piedras para reducir la velocidad del desagüe por tierra durante la época de lluvia, eso por lo tanto reduce la erosión.

Intente asegurar que el suelo esté cubierto con plantas la mayor parte del tiempo, para prevenir que la tierra o se sequen (agua subterránea) y de este modo evitar la erosión. Por ejemplo, usted puede realizarlo usando cultivos que pueden crecer muy juntos el uno del otro, por la plantación de diferentes cultivos mezclados al mismo tiempo, por la plantación de nuevos cultivos (diferentes) después de la cosecha, y/o por proveer el cubrimiento con plantas entre las temporadas de los cultivos, por ejemplo dejando los residuos de las plantas después de las cosechas.

7.6 _____ Agricultura alternativa para reducir la polución

Convierta en la medida de lo posible a métodos de *agricultura orgánica*. Eso quiere decir reduzca el uso de pesticidas y abonos inorgánicos (artificiales), y sustitúyalos por abonos naturales, como estiércol y por *métodos biológicos para controlar las plagas*.

Los métodos biológicos de control de plagas incluyen el control por enemigos naturales, y control por el uso de plantas (ajo, por ejemplo). Además pueden ser utilizados métodos físicos y mecánicos para controlar las plagas: bloqueando aberturas hechas por plagas, produciendo sonidos continuos para evitar el acoplamiento y por coger ratas. Usted también puede dejar arroz en las esquinas de cada campo con cultivos: los pájaros se lo comen y por eso no atacan al cultivo y consecuentemente comen los gusanos alrededor.

Establezca topes de forestación entre las tierras de agricultura y las aguas de superficie, para reducir la polución del agua con pesticidas y abonos que fluyen por tierra dentro del agua de superficie.

Arregle los contenedores de pesticidas y abonos apropiadamente: mantenga los contenedores fuera de las masas de agua, hoyos con agua, arroyos, y otros lugares que estén cerca de las masas de agua.

Literatura recomendada

JAHN, SAMIA AL AZHARIA: "Traditional water purification in tropical developing countries, existing methods and potential application". Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, P.O. Box 5180, D-6236 Eschborn 1, Germany, 1981.

JAHN, SAMIA AL AZHARIA: "Proper use of African natural coagulants for rural water supplies". Research in the Sudan and a guide for new projects.

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, P.O. Box 5180, D-6236 Eschborn 1, Germany, 1986.

MANN, H.T. and D. WILLIAMSON: "Water treatment and sanitation, a handbook of simple methods for rural areas in developing countries". Intermediate Technology Publications, 1986.

NDUKA OKAFOR: "Aquatic and waste microbiology, A textbook for microbiologists, hydrobiologists, general biologists, sanitary engineers and public health workers". Fourth Dimension Publishers, 1985.

OXFAM publications, among others manuals for water storage, water pumping, well digging, water distribution and water filtration. Oxfam Publications, 274 Banbury Road, Oxford OX2 7DZ, United Kingdom.

SCHULZ, CHRISTOPHER R. and DANIEL A. OKUN: "Surface water treatment for communities in developing countries". Department of Environmental Sciences and Engineering, School of Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill, Intermediate Technology Publications, 1984.

8 _____ La Organización de la Comunidad y Acciones Legales

El Capítulo 7 ha dado sugerencias sobre como obtener agua limpia y segura, y como aumentar la cantidad de agua en su área. Sin embargo, cuando existe polución en niveles muy elevados durante un período largo, usted podría encontrar de que es muy difícil para usted mismo hacer algo para tratar la polución. Por ejemplo, podría resultar muy difícil reducir o acabar con la polución provocada por una fábrica, de actividades de minería en escala elevada, de un hospital o del sistema de alcantarillado de una ciudad.

Cuando usted encara este tipo de problemas, todavía hay actividades que usted puede emprender para intentar mejorar la situación. Las actividades discutidas en este capítulo son: organizar su comunidad, implantar una campaña, y emprender acciones legales. El capítulo termina con algunas últimas sugerencias.

Aunque este manual enfoca principalmente a los problemas relativos a la calidad del agua, las sugerencias dadas en este capítulo también pueden ser utilizadas con otros sujetos que tratan del medio ambiente.

8.1 _____ Organizar la comunidad

Es importante darse cuenta de que un grupo de personas tiene más fuerza de acción que una persona sola. Por ese motivo, muchas veces las personas se organizan hasta formar un grupo. Los trabajadores podrían organizar un sindicato obrero para mejorar su salario y condiciones de trabajo, agricultores podrían trabajar juntos en grupos uno en las tierras del otro y viceversa para reducir la carga del trabajo, y mujeres podrían organizar un centro de guardería infantil donde la una puede tomar cuenta de los niños de la otra y viceversa.

Muchas veces la polución del agua afecta a más de una persona. Una comunidad entera podría tener problemas con el agua, a veces inclusive varias comunidades a lo largo del mismo lago o río, o en la misma cuenca.

La primera cosa que deberá hacerse es reunir a todas las personas que son afectadas por la polución, y a otras que estén interesadas en un grupo. Usted puede empezar con la gente de su propia comunidad (que puede ser una aldea, una ciudad pequeña o un barrio de una ciudad). Eso se llama organizar de la comunidad. Cuando la gente en su propia comunidad esté organizada, usted puede extender las actividades a otras comunidades que también están siendo afectadas por la polución del agua.

Esté seguro de hacer intervenir a todas las personas afectadas por la polución, y interesa ambos hombres y mujeres. Designe una persona (hombre o mujer) para ser el presidente de la organización. Esta persona puede, por ejemplo, ser el portavoz de la comunidad. A veces también es necesario que usted apunte a otras personas, por ejemplo un tesorero si la organización dispone de dinero, o una persona de contacto con la prensa en caso de que usted deba comunicarse muchas veces con ella.

Discutan juntos sobre la polución y otros problemas experimentados y su(s) posible(s) causa(s). Para este fin, usted puede ejecutar cada uno

de los reconocimientos explicados en este manual y usar los resultados, en combinación con otra información disponible. Utilice la experiencia de la gente del grupo. Pescadores, por ejemplo, usualmente saben muy bien donde y cuantas veces una fábrica descarga sustancias nocivas en sus aguas de pesca.

Después de que usted haya identificado el(los) problema(s) de polución y su(s) fuente(s), usted puede pensar sobre las soluciones. Sugestiones prácticas para mejorar la calidad y la cantidad de agua para uso personal, a nivel de la comunidad y de la cuenca son dadas en el Capítulo 7.

En los casos en los cuales las actividades explicadas en el Capítulo 7 resulte ser insuficientes para resolver el(los) problema(s), usted debe hablar con la(s) persona(s) responsable(s) por la polución, y presionarlas para que reduzcan o terminen la polución y para que den una compensación por los daños que causaron. Esto podría ser el presidente de una fábrica o de una empresa de minería, o el alcalde de una aldea o ciudad que esté contaminando su agua con aguas residuales. Intente llegar a un acuerdo que satisfaga a todas las personas afectadas. Siempre anote acuerdos y citas en un papel. Documentos oficiales deben ser firmados por todas las partes interesadas.

Muchas veces se trata del caso de que la(s) persona(s) responsable(s) por la polución no tiene(n) mucho interés en dispendir tiempo y dinero para reducir o terminar con la polución. En caso de acontecerse esto, usted debe emprender otras acciones para aumentar la presión, por ejemplo empezando una campaña o emprendiendo acciones legales. Considere que un grupo que desea ejercer presión tiene que estar muy bien organizado.

8.2 Organizar una campaña

Una campaña consiste en una serie de actividades que expone una cuestión a muchas personas, y que presiona a la(s) persona(s) responsable(s) para hacer algo relativo a los problemas que la cuestión está causando. Siempre intente empezar una campaña como un grupo, que consiste en una o más comunidades que sufren de polución, por ejemplo.

En caso de que sea posible, establezca contacto con una organización del medio ambiente o con una otra organización que tiene experiencia en organizar campañas, para darle a usted sugerencias y ayudarle con sus actividades. Usualmente, usted hallará esas organizaciones en la capital o en otras ciudades grandes.

Existen muchas actividades que pueden formar parte de una campaña. Algunas de ellas están mencionadas abajo:

- ◆ Haga una *petición* y ofrézcala a la(s) persona(s) responsable(s) por la polución. En la petición usted puede describir los problemas experimentados. Escriba claramente porque usted piensa que la(s) persona(s) a la(s) cual(es) usted está dando la petición, deben hacer algo para tratar la polución (intente probar la responsabilidad de él o de ella). Mencione los deseos (y/o exigencias) del grupo (por ejemplo concerniente a la eliminación de la polución existente y la rehabilitación del área) y presente soluciones y alternativas. La petición debe ser firmada por el mayor número posible de personas: por la gente afectada por la polución y otras personas concernientes.

hay grifo), ellas toman cuenta de la cocina, lavan la ropa, y en algunos países también practican actividades agrícolas y de ganadería. Por lo tanto, las mujeres son las que están más directamente en contacto con la polución del agua.

Es muy importante que las mujeres estén bien informadas sobre los diferentes tipos de polución del agua y sus posibles efectos dañinos, especialmente con respecto a la salud. Ya que muchas mujeres no han tenido la oportunidad de frecuentar una escuela, especialmente en áreas rurales, es muy importante organizar entrenamiento y educación sobre estos aspectos para ellas.

Muchas de las sugerencias dadas en el Capítulo 7 pueden ser practicadas por mujeres. Usted puede organizar una sesión de entrenamiento sobre como construir su propio 'sistema de tres potes' por ejemplo, o como proteger su fuente de agua.

Podría acontecer que los hombres no estén muy dispuestos a colaborar en las actividades destinadas especialmente a mujeres. Sin embargo, no sólo por conveniencia de las mujeres, pero también por conveniencia de ellos mismo y de sus hijos, es muy importante que las mujeres participen en actividades concernientes al agua, en organizar de sesiones de entrenamiento en caso necesario.

Puede ser muy útil iniciar una organización especial para mujeres. Muchas cuestiones y problemas están fuertemente relacionadas a la posición de la mujer en sus sociedad. Una organización de mujeres está más capacitada en atender las cuestiones de las mujeres. Eso es muy importante, visto que en muchos países la situación social y económico de las mujeres sigue siendo peor de la que de los hombres.

8.4 _____ **Legislación**

El gobierno de cada país ha hecho reglas sobre la organización del estado (política), concerniente a las relaciones entre ciudadanos, y concernientes a las relaciones entre los ciudadanos y el estado. Estas reglas incluyen los derechos y las obligaciones concernientes a lo que uno puede hacer o no hacer, por ejemplo. De esta manera, está decretado que está prohibido matar a alguien, y muchos países decretan por ley que cada niño debe tener la posibilidad de frecuentar la escuela.

Estas reglas se encuentran escritas en diferentes tipos de leyes, que juntas se llaman legislación. Leyes fueron hechas para que todo funcione bien en un país. Cada país tiene muchas reglas respecto al agua, enfocadas en las diferentes funciones del agua, por ejemplo reglas relativas al agua usada para transporte, electricidad, uso industrial, agricultura, agua potable, pesca y recreación. Muchas reglas describen solamente la función del agua, pero generalmente también existen reglas sobre el volumen (la cantidad) y/o sobre la calidad del agua. En muchos países estándares de la calidad del agua existe (similares a los estándares dados en el Apéndice 13), por ejemplo.

Todas las leyes relativas al agua se encuentran dispersas por diferentes ministerios, dependiendo de la función que el agua cumple. Por ejemplo el Ministerio de Minería, el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de la Salud todos hacen sus propias leyes.

Muchas veces masas de agua no se limitan a un país. Un río puede fluir por diferentes países, o diferentes países pueden limitar con el mismo lago o mar, por ejemplo. Aparte de su legislación nacional, es por eso muy

Importante que países hagan acuerdos internacionales sobre la regularización relativa al uso del agua o la polución del agua, por ejemplo. Muchas veces estos acuerdos son llamados convenciones.

8.5 _____ Emprendiendo acciones legales

Generalmente hay leyes que restringen o prohíben la polución del agua. Si alguien no sigue esas reglas sin el permiso del gobierno, esa persona infringe contra la ley. Si queda probado que un caso de polución está contra la ley, la(s) organización(es) o persona(s) responsable(s) por la polución será(n) castigadas, por ejemplo por medio del pago de una multa y la imposición de parar o reducir la polución, o arreglar el daño.

Emprender acciones legales quiere decir que usted debe verificar si la polución que usted encontró es contraria a la ley. En caso de que usted desee emprender alguna acción legal, resulta ser muy importante contactar una organización que esté en condiciones de darle a usted asistencia jurídica, ya que es necesario mucho conocimiento jurídico sobre la legislación para emprender acciones jurídicas. En el Apéndice 14 usted hallará un número de direcciones y nombres de organizaciones que pueden darle a usted consejo y asistencia legal.

Usted puede emprender acciones como un individuo o como una organización que está reconocida como una institución legal en su país. Eso quiere decir que si usted desea iniciar una acción legal con un grupo de personas, una comunidad por ejemplo, es absolutamente esencial que el grupo esté oficialmente registrado como una organización (tal como una fundación, sindicato, etc.).

Especialmente en caso de acciones legales, pero también cuando usted organiza una campaña, es muy importante que la información que usted recolecte sobre la polución esté exactitud y basada en evidencias concluyentes. Por lo tanto, siempre recolecte la información cuidadosamente y documéntela de modo claro.

8.6 _____ Tipos de acciones legales

Hay diferentes tipos de acciones legales que usted puede emprender para parar o reducir la polución. Usted puede examinar procedimientos administrativos o encaminar el caso ante un juzgado. En esta sección se explican en términos generales esos tipos de acciones, no específicamente para un país en particular.

Podría resultar posible emprender una combinación de varias acciones legales sobre la misma cuestión al mismo tiempo. En primer lugar, haga siempre un inventario sólido de sus posibilidades y probabilidades con la ayuda de una organización o persona especializada, antes de que usted decida cual(es) acción(es) desea conducir.

1. Controlar la administración del agua

Cuando una fábrica inicia sus operaciones, por ejemplo, o cuando se va a construir una presa, hay un número de procedimientos que deben ser seguidos. En muchos países la compañía en cuestión tiene que hacer un estudio de los efectos medio ambientales (impactos) de la fábrica o del nuevo proyecto de construcción. Eso se llama Asesoramiento del Impacto Medio Ambiental (Environmental Impact Assessment, E.I.A.). Cuando se otorga el permiso para construir la fábrica o una presa, se conviene que la polución o cambio que ellos causan no exceda los niveles previamente determinados. Hay un departamento de gobierno,

generalmente llamado administración del agua, que controla si esas disposiciones son obedecidas o no.

Como una organización individual u organización reconocida, la primera oportunidad de involucrarse en el proceso se supone es cuando es ejecutado el E.I.A., en ocasiones implantadas para comentario público. Si el E.I.A. ya ha sido ejecutado, usted puede controlar si los procedimientos dispuestos fueron respetados antes de que la fábrica iniciara sus operaciones o antes de la realización de la construcción. Por último, usted puede verificar también si la contaminación que usted halló es tolerable de acuerdo con el permiso o la concesión.

A decir verdad, de este modo usted estará controlando el departamento del gobierno que está encargado de verificar la contaminación. A eso se llama de verificación de procedimientos administrativos. Cuando usted encuentra algunas desviaciones en la ejecución de los procedimientos administrativos, usted puede presentar una solicitud a la administración del agua para encaminar un caso ante el juzgado sobre la cuestión.

En teoría, los procedimientos administrativos son los más fáciles para ser ejecutados, por lo que usted mismo no necesita comenzar con un procedimiento jurídico (usted pide a la administración del agua que lo haga por usted), y por eso usted no necesita de un abogado. No obstante, en la práctica puede resultar ser muy difícil recolectar toda la información sobre el E.I.A. Bien que en la mayoría de los países la información sobre el E.I.A. tiene que ser libremente accesible para todos, en muchos países no les agrada a los departamentos de gobierno y compañías que la gente verifique sus actividades, y por eso retienen información.

2. Presentando un caso ante el juzgado

Si usted sufrió algún daño personal por la contaminación y la(s) organización(es) o persona(s) responsable(s) no está(n) dispuesta(s) a pagar por el daño y/o a reparar el daño, usted puede presentar una acusación contra esta(s) organización(es) o persona(s). En principio eso puede ocurrir cuando alguien haya usado violencia contra usted o haya destruido su propiedad, o cuando usted está siendo directamente afectado por la contaminación. Usted debe probar que usted sufre daños, que los daños son causados por la contaminación (y no por otras cosas) y que organización(es) o persona(s) son responsables. Si, después de haber escuchado el caso, el juez cree que usted está diciendo la verdad y que la parte acusada es culpable, usted habrá ganado su caso y la(s) organización(es) o persona(s) responsable(s) está(n) obligados a pagar por los daños. Dependiendo del caso, la(s) persona(s) responsable(s) además puede(n) ser forzada a para o reducir la contaminación, a reparar los daños y/o arreglar la chapuzaría.

Usted puede presentar el caso ante el juzgado, sea como persona individual o como una organización legalmente reconocida. Si usted actúa como una organización, debe hacer una estrecha relación entre los fines y actividades de la organización y el caso que usted está presentando.

3. Una acción pública

Si la contaminación no le afecta a usted personalmente o a un grupo, por ejemplo cuando afecta un área que no es su propiedad (un flujo o un lago público), usted puede presentar un caso contra la(s) organización(es) o persona(s) responsable(s) por medio de una acción pública.

De este modo, usted intenta proteger el medio ambiente (naturaleza) que se ha hecho víctima. En la práctica es muchas veces muy difícil ganar este tipo de caso, porque en muchos casos es muy difícil determinar que daños o cambios en el medio ambiente son causados por cual contaminación particular. Especialmente en países donde la ley sobre el medio ambiente es relativamente nueva, posiblemente no habrá experiencia suficiente con este tipo de casos.

8.7 _____ **Sugestiones finales**

Problemas respectivos a la contaminación del agua y legislación del agua pueden variar terriblemente en los diferentes países del mundo entero, y en diferentes áreas dentro de un país. Por eso resulta ser imposible escribir todas las actividades que usted puede realizar para reducir o eliminar un problema de contaminación en un solo manual. Para más sugerencias usted siempre puede intentar contactar otras organizaciones y gente con experiencias similares.

Siempre intente adaptar las sugerencias mencionadas en este manual, como también las sugerencias obtenidas de otras fuentes, lo más que sea posible a su situación propia.

Descripción de la masa del agua

Tamaño total de la masa del agua:
(medida o estimada)

Tipo(s) de uso de la tierra:

Si el agua es estancada

Número y nombres de las aguas afluentes:

Número y nombre de las aguas que salen:

Si el agua es corriente

Fuente del agua:

Velocidad del flujo:
(estimada m/s)

Área reconocida en la parte de arriba,
del medio o de abajo del flujo/río:

Número y nombres de las aguas tributarias:

Descripción de la cuenca

Nombre de la cuenca:
(subdivisión, en caso aplicable)

Tamaño de la cuenca:
(largo y ancho estimadas)

Número y nombres de las mayores masas de aguas en la cuenca:
(flujos, ríos, estanques, ciénagas, lagos, otros)

--
--
--
--
--

Tipo(s) existente(s) de uso de la tierra:

--
--
--
--
--

Puntos de observación
(*número y descripción*)

Área reconocida:

--
--
--
--
--
--
--
--
--
--
--
--
--
--

La cuenca:

--
--
--
--
--
--
--
--
--
--
--
--
--
--

Fotografías hechas:
(*número, lugar, fecha y breve descripción*)

--
--
--
--
--
--
--
--
--
--

2 Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno 2

Indicadores del uso de las tierras para la contaminación del agua

Controle todos los usos de la tierra que usted haya escrito en la Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno número 1, para ver si hay indicaciones potenciales de contaminación del agua, usando uno o más puntos de observación para cada actividad de uso de la tierra. 'PO' significa punto de observación.

Selva

→ verifique si hay sólidos en suspensión (agua turbia o fangosa) de erosión, causados por desmonte o deforestación, actividades de construcción de caminos o minería.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Área de selva (ha o km ²):			
Desmonte existente:			
Minería existente:			
Actividades de construcción existente:			
Claridad del agua:			
Otros:			

Tierra de agricultura (ganadería y cultivos)

→ vea si hay excrementos de animales en el agua. Controle los bebederos para el ganado, y use su nariz. Observe también la erosión debido a actividades agrícolas, que es indicada por una apariencia marrón, turbia del agua. La existencia de nutrientes (de abonos) es indicada por un color verde del agua. Pesticidas están indicados por la presencia de contenedores de pesticida, y por un olor amargo (penetrante). Usted puede también preguntar a los agricultores, si usan y que tipo de abonos químicos y pesticida están usando.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Área agrícola (ha o km ²):			
Tipo(s) de cultivo(s):			
Contenedores de pesticida:			
Tipo(s) de ganado:			
Número de ganados:			
Excrementos de animales en el agua:			
Color del agua:			

Olor del agua:			
Información de agricultores:			
Otros:			

Industrias

→ siga atento a cambios de color. Un color verde indica enriquecimiento de nutrimentos (algas). Un olor amargo (penetrante) indica contaminación industrial en general. Un color rojo oscuro, púrpura, azul o negro del agua puede indicar residuos orgánicos de curtiembre o industria textil. Residuos orgánicos pueden indicarse por un fondo turbio y llimoso, a veces agua fangosa y oscuro, y por el olor de huevos podridos.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Tipo(s) de industria(s):			
Color del agua:			
Olor del agua:			
Claridad del agua:			
Tipo de fondo del agua:			
Otros:			

Agua residual doméstica con sistema de alcantarillado (instalaciones para tratamiento del agua, tubos de descarga u otros)

→ fíjese si hay contaminación orgánica que está indicada por un fondo fangoso y turbio, y por un olor que se parece al de huevos podridos. Agua oscura y fangosa podría ser causada por sólidos en suspensión y/o por contaminación orgánica. Aguas residuales pueden también contener nutrimentos, indicados por un color verde, y muchas otras especies de contaminación incluyendo metales (así como plomo), sales, productos químicos y aceite. Aceite puede ser visto como una reflexión multicolor sobre el agua.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Nombre del pueblo, ciudad:			
Número de habitantes:			
Tubo(s) de descarga existente(s):			
Color del agua:			
Olor del agua:			
Tipo de fondo del agua:			
Claridad del agua:			
Otros:			

Agua residual doméstica sin sistema de alcantarillado

→ verifique donde la gente defeca. Áreas abiertas o letrinas abiertas podrían indicar enfermedades. Verifique lo que la gente hace con el agua residual de los quehaceres domésticos. Jabones pueden ser vistos como agua blanca, a veces con espuma blanca.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Nombre del pueblo, ciudad:			
Número de habitantes:			
Modo de defecación:			
Color del agua:			
Olor del agua:			
Otros:			

Residuos sólidos (basura)

→ inspeccione si hay residuos sólidos echados en el agua. Polución orgánica puede ser vista como un color oscuro, por un fondo fangoso y turbio, y en casos graves se experimenta un olor de huevos podridos. Una reflexión multicolor en la superficie del agua indica que allí hay aceite.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Tamaño del área de desagües:			
Color del agua:			
Olor del agua:			
Basura existentes:			
Tipo de fondo del agua:			
Otros:			

Minería

→ inspeccione si hay sólidos en suspensión, indicados por un color marrón y fangoso en el agua. Podría existir una deposición amarillo-anaranjada en el fondo, debido a una alta concentración de hierro. Por ejemplo, métodos de minería incluyen minería de pozos y túneles.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Área de minería (ha o km ²):			
Tipo(s) de minerales:			
Método(s) de minería:			
Claridad del agua:			
Color del fondo del agua:			

Otros:

--	--	--

Estanques para piscicultura

→ verifique si hay uso excesivo de pesticidas y abonos químicos. La presencia de nutrimentos (originarios de abonos químicos) esta indicado por un color verde del agua. Pesticidas podrían estar indicados por la existencia de contenedores de pesticidas, y por un olor ácido (penetrante). Usted puede preguntar también a los agricultores si y que tipo de pesticidas y abonos químicos están usando.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Especie(s) de piscicultura:			
Tamaño de estanque(s):			
Color del Agua:			
Contenedores de pesticida:			
Olor del agua:			
Información de agricultores:			
Otros:			

Construcción

→ actividades que perturban la tierra tales como la construcción de casas o caminos causan erosión, por lo tanto observe si hay agua turbia y embarrada.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Construcción existente de casas:			
Construcción existente de caminos:			
Claridad del agua:			
Otros:			

3 Lista de Datos del Reconocimiento del Terreno 3

Colores y olores con fuentes no-identificadas

Verde, verde-azul, marrón o rojo

→ indican el crecimiento de algas que es estimulado por polución de nutrimentos. Esto puede llevar a florescencia de algas, que por ejemplo pueden parecerse a una sopa de guisantes. La polución de nutrimentos puede ser causada por residuos domésticos o abonos químicos.

	PO	PO	PO
<i>Nombre y número PO:</i>			
<i>Color del agua:</i>			
<i>Tierra agrícola existente:</i>			
<i>Tipo(s) de cultivo(s):</i>			
<i>Abono usado:</i>			
<i>Bebederos para ganado:</i>			
<i>Ciudades o pueblos existentes:</i>			
<i>Residuos domésticos existentes:</i>			
<i>Hallazgos específicos:</i>			

Anaranjado-rojo

→ puede ser causado por el drenaje de ácido de minería o por el deramamiento de pozos de petróleo. El color se debe a la existencia de mineral de hierro en áreas semejantes. Como ocurre naturalmente con hierro.

	PO	PO	PO
<i>Nombre y número PO:</i>			
<i>Drenaje de la minería existente:</i>			
<i>Barrenado existente:</i>			
<i>Industrias existentes:</i>			
<i>Hallazgos específicos:</i>			

Color marrón claro hasta oscuro

→ se debe a sólidos en suspensión en el agua, que causan una apariencia fangosa o turbia. Erosión puede ser causada por minería, agricultura, desagüe de áreas urbanas, caminos no pavimentados y por actividades de construcción.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Minería existente:			
Agricultura existente:			
Áreas urbanas existentes:			
Caminos no pavimentados:			
Actividades de construcción:			
Hallazgos específicos:			

Azul

→ puede indicar la presencia de cobre. Cobre puede causar irritaciones de la piel. El té huele extraño después de hervido. Peces pueden morir. Cobre es usado como pesticida. Pesticidas pueden estar indicados por la existencia de contenedores de pesticida, y por un olor ácido (penetrante). Usted puede también preguntar a los agricultores si usan pesticidas y que tipo de pesticidas están usando.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Contenedores de pesticidas:			
Información de agricultores:			
Olor del agua:			
Hallazgos específicos:			

Una capa brillante, 6 ó 8 horas después de haber salido del agua

→ eso indica la existencia de hierro. Eso puede experimentar en los quehaceres domésticos.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Nombre del pueblo, ciudad:			
Nombre del quehacer doméstico:			
Hallazgos específicos:			

Una reflexión multicolor

→ Indica que hay aceite flotando en el agua. La polución de aceite puede causar por la perforación de petróleo y actividades de minería, residuos de barcos, por gasolineras y talleres o desarmadero de autos.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Drenaje de minería:			
Perforación de petróleo existente:			
Residuos de barcos:			
Talleres/desarmaderos de autos:			
Hallazgos específicos:			

Deposiciones blancas a lo largo de las orillas

→ podría indicar polución a causa de sal (salmuera), producto de actividades operacionales en pozos de petróleo.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Perforación de petróleo existente:			
Hallazgos específicos:			

Rojo oscuro, púrpura, azul, negro

→ indica polución por residuos orgánicos de curtiembres o industria textil.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Curtiembre(s) existente(s):			
Hallazgos específicos:			

Olores con fuentes no-identificadas

Olor a huevos podridos

→ podría indicar contaminación orgánica, y puede ser causada por residuos domésticos o industriales.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Industria(s) existente(s):			
Residuos domésticos:			
Basurero existente:			
Hallazgos específicos:			

Olor de almizcle

→ podría indicar la existencia de descarga de aguas residuales, excrementos de ganado, algas en descomposición o debido a otras condiciones.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Descarga existente de aguas residuales:			
Excrementos de ganado existentes:			
Algas muertas existentes:			
Hallazgos específicos:			

Olor ácido (amargo)

→ podría indicar la existencia de contaminación industrial o de pesticida.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Industria(s) existente(s):			
Tierras agrícolas existentes:			
Uso de pesticidas:			
Hallazgos específicos:			

Olor a cloro

→ podría significar que una instalación para el tratamiento de aguas residuales o una industria química estén descargando demasiado cloro en su afluente.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Instalación de tratamiento de aguas:			
Industria(s) existente(s):			
Hallazgos específicos:			

Espumante (espuma)

→ cuando es blanca y tenga más de 5 cm de altura, la espuma se origina generalmente de jabón (detergentes). Espuma puede originarse también de algas en descomposición, indicando polución por nutrimentos.

	PO	PO	PO
Nombre y número PO:			
Áreas lavadas:			
Descarga de aguas residuales:			
Tierras agrícolas existentes:			
Hallazgos específicos:			

Lista de Datos del Reconocimiento Biológico 2

Indicadores Biológicos

Haga una copia de esta lista de datos y entregue una copia a cada grupo de participantes que ejecute el reconocimiento. Use solamente una lista de datos para cada punto de observación biológico. Escriba comentarios adicionales necesarios para describir el punto de observación en el revés del papel.

Descripción de un Punto de Observación Biológico

Lugar:

(nombre, número, referencia a mapa(s), referencia a Reconocimiento del Terreno, breve descripción)

Largo y ancho: por m. Profundidad del agua: m

Velocidad del flujo: m/s *(estimado, vea Sección 3.5)*

Descripción de la orilla:

(altura, inclinación)

Descripción de los materiales del fondo:

(hojas muertas, fango, arena, arcilla, rocas, guijarros, otros)

Color del fondo del agua:

Mapa de la reseña por el alto del punto de observación biológico:

(incluyendo tipos de suelo, plantas y animales presentes)

Mapa de secciones cruzadas del punto de observación biológico:

(incluyendo tipos de suelo, plantas y animales presentes)

Bacterias

Moho residual (*Sphaerotilus natans*)

Descripción exacta del lugar:

(tipo de substrato, sumergido o encima del agua, otros)

Cantidad estimada (volumen en cm³ o dm³):

Referencia al dibujo:

Fuente(s) posible(s) de polución orgánica:

(sistema de alcantarillado, industrias de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, otros, con una descripción breve del lugar)

--

--

--

--

--

--

--

--

Otras observaciones:

Algas

Presencia algas planctónicas

Color del agua:

Claridad del agua:

(limpia, moderada o muy turbia)

Presencia de algas muertas:

(presencia de espuma, tipo de olor)

Otras observaciones:

Vertebrados

Descripción de los vertebrados visto u oído:
(lugar, nombre, número, macho/hembra, hora y fecha de la registraci3n, referencia al dibujo)

Aves:
(aves acuáticas y otros)

--

--

--

Reptiles y anfibios:

--

--

--

Mamíferos:

--

--

--

Cambios históricos en la presencia:

Otras observaciones:

Peces

Método(s) de reconocimiento:
(observaci3n visual, muestreo por pescadores o por usted mismo, fuente(s) de informaci3n)

Método del muestreo:
(equipo, acciones)

Tamaño del área de muestreo: m²

Especies de peces encuentran en el agua:
(nombre, si posible local y científico, referencia al dibujo, si posible el nivel de alimentaci3n)

--

--

--

Cambios históricos en la poblaci3n de los peces:

Presencia de peces muertos (especies y números):

Presencia de peces nadan errático (especies y números):

Presencia de peces enfermos (síntomas específicos):

Otras observaciones:

Literatura y personas consultadas para información:

Macroinvertebrados

Método de muestreo:

(equipo, acciones)

Tamaño del área de muestreo: m²

Especies y números de animales llevados de vuelta:

(nombres, referencias al dibujos)

Descripción del área de muestreo:

(tipo del fondo, profundidad)

Condiciones climáticas en el período de muestreo:

Condiciones climáticas período previo:

Otras observaciones:

Escala de anotación del Índice Secuencial de Comparación

$$ISC = \frac{\text{número de series}}{\text{número total de macroinvertebrados colectados}}$$

- 0 - 0.3 agua de calidad baja
 0.3 - 0.6 agua de calidad moderada
 0.6 - 1 agua de calidad buena

Lugar de Muestreo		ISC
Número	Descripción	

Escala de anotación del Índice de Tolerancia a la Polución

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Mosca de las piedras	Frígano	Jején	Gusanos
Mosca de aliso	Efímera	Mosca	Sanguijuelas
Mosca de ibis	Escarabajo de arroyo	Cochinilla de agua dulce	Caracoles plumonares
	Libélula	Camarone	Mosca
	Caballito del diablo	Caracoles con branquias	
	Cangrejo de agua dulce		
	Zancudo		
	Mejillones/ Almejas		
Número de Tipos x 1 = (a)	Número de Tipos x 2 = (b)	Número de Tipos x 3 = (c)	Número de Tipos x 4 = (d)
(a) + (b) + (c) + (d) =			
Total de los puntos de todos los grupos =			
Número total de los tipos diferentes =			

Algas de agua limpia

Lemanea

Lemanea tiene ristras cortas del color aceitunado oscuro a negro (de 2,5 a 15 cm). Las ristras son rígidas y no ramificadas, y pueden estar firmas al fondo del agua, rocas, madera sumergida, plantas o otras superficies. Lemanea se encuentra en aguas turbulentas, y es hallada típicamente en aguas corrientes y circundantes a las márgenes de los lagos.



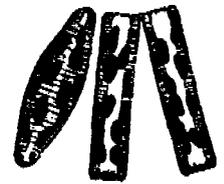
Rhizoclonium

Rhizoclonium tiene generalmente ristras largas (hasta 60 centímetros) sedosas y verdes, que forman una masa de algas inescrutable. Las ristras no tienen protuberancias y no son ramificadas, y pueden estar firmas al fondo del agua, rocas, madera sumergida, plantas y otras superficies. Rhizoclonium es típicamente encontrado en aguas corrientes y circundante a las márgenes de los lagos.



Diatomeas

Diatomeas existen en formas diferentes. Hay un tipo que vive en colonias mucosas y tiene un color oro a marrón. Las plantas individuales no pueden ser vista. Estas diatomeas están firmas o levemente asociadas con su substrato y muchas veces crecen en el fango del fondo. Ellas son típicamente halladas en aguas estancadas o en aguas que se mueven muy lentamente, y además en manantiales y goteras.



Un otro tipo de diatomea tiene un color oro marrón a marrón oscuro. Las diatomeas viven en colonias mucosas que forman rocas lisas. Ellas están firmas a plantas acuáticas u otras superficies, y son típicamente halladas en aguas corrientes y circundantes a las márgenes de los lagos.

El tercer tipo es un alga planctónica que colorea el agua de amarillo-verde a amarillo-marrón cuando esté uniformemente distribuida en la columna del agua. Las algas individuales generalmente son microscópicas, libre-flotante, y no forman espumas en la superficie. Esas diatomeas son típicamente encontradas en aguas estancadas y en aguas que se mueven lentamente.

Oedogonium

Esta alga tiene ristras no ramificadas, que forman esteros o que están firmas o levemente asociadas a varias superficies, tales como madera sumergida, palos, malas hierbas y raíces de hierba. Oedogonium no crece en el fango del fondo. Puede ser hallado en aguas estancadas o aguas que se mueven muy lentamente. Además crece en las paredes de los recipientes.



Batrochospermum

Batrochospermum es comúnmente hallado dentro o abajo de manantiales. Es de color aceitunado oscuro a negro y se caracteriza por masa compactas y gelatinosas (mucosas). Ella crece firma a cada substrato.

Un otro tipo de Batrachospermum es compacto, mucoso y tiene el color de aceitunado a rojo purpúreo. Las ristras son ramificadas y están firmes en una masa gelatinosa. Este Batrachospermum puede ser encontrado frecuentemente en las manantiales o en el derramamiento de las



manantiales, en aguas corrientes o a las márgenes. Además crece en las paredes de los recipientes.

Algas de agua poluta

Cladophora

Cladophora es de color verde oscuro a marrón-verde. Las ristras son ásperas y desiguales, y muchas veces largas (a veces 90 a 120 cm). Las ristras están firmas al fondo o levemente asociadas con el substrato, pero no están firmas a madera sumergida y no crecen en el fango del fondo. Cladophora es hallada en aguas estancadas o en aguas que se mueven muy lentamente.



Cladophora además puede encontrarse como una masa verde oscura a marrón-verde, áspera y desigual. Las ristras son ramificadas y adheridas al fondo del agua, rocas, madera sumergida, plantas u otras superficies. Este tipo es característico en aguas turbulentas, aguas corrientes y circundantes a las márgenes de lagos.

Un otro tipo de Cladophora tiene un color verde a marrón-verde. Esta Cladophora forma esteras de algas, de ristras ramificadas, ásperas y desiguales. Las ristras pueden estar firmas al fondo, madera sumergida, plantas u otras superficies. Puede ser hallada en ríos y lagos enriquecidos con nutrimentos, y muchas veces se encuentran en aguas que corren muy rápidamente.

Euglena (viridus)

Euglena es un alga planctónica (libre-flotante) y forma espumas verdes oscuras (a veces rojas) en la superficie, o aparece como 'hierba segada' en el agua. Las algas individuales son más pequeñas de 2 mm y no tiene raíces. Euglena es típicamente encontrada en aguas que se mueven lentamente y en aguas estancadas.



Spirogyra

Spirogyra puede ser verde claro a amarillo, consiste en esteras flotantes, ristradas, muchas veces se acumula cerca de la orillas de los lagos y dentro de ensenadas, pero podría cubrir la superficie entera de un lago o un estanque. Las ristras son sedosas, no ramificadas, mucosas, y sus extremos son rizados cuando se los sostiene. Las ristras están firmas o levemente asociadas con su substrato, pero no están firmas a maderas sumergidas, ni crecen del fango en el fondo. Spirogyra es común en áreas de piedra caliza, y es típicamente hallado en aguas estancadas o en aguas que se mueven muy lentamente.



Un otro tipo de Spirogyra es verde brillante, libre-flotante o levemente asociadas con su substrato, muy mucoso, y muchas veces forma esteras que contienen burbujas de oxígeno atrapadas.

Stigeoclonium

Stigeoclonium forma una masa de algas mucosa, verde clara. Las raíces ramificadas pueden estar firmas al fondo del agua, rocas, madera sumergida, plantas acuáticas u otras superficies. Stigeoclonium es típicamente hallado en aguas turbulentas, en aguas corrientes y circundante a las márgenes de lagos.

Un otro tipo de Stigeoclonium forma masas brillantes, suaves y mucosas. Las ristras largas están dentro de una masa gelatinosa y pueden estar firmas al fondo,



rocas, madera sumergida, plantas o a otras superficies. *Stigeoclonium* es típicamente hallado en aguas corrientes y circundante a las márgenes de lagos.

Algas azules-verdes

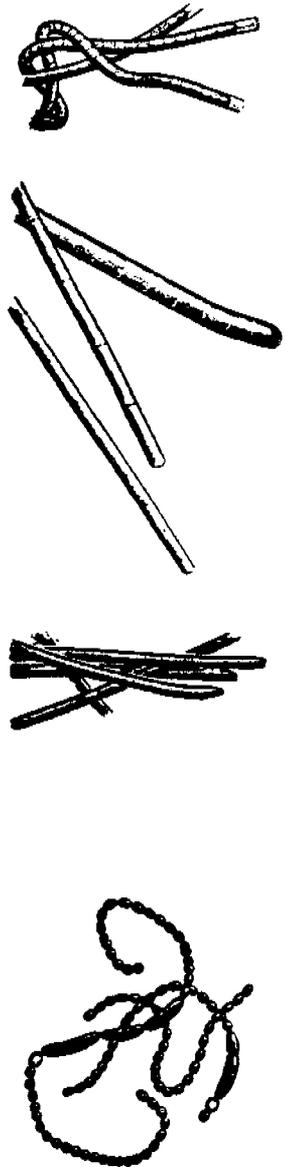
Hay diferentes tipos de algas azules-verdes. Una de ellas se encuentra como una masa sin ristras, como un especie de hoja de papel áspera y membranosas, que consiste en colonias mucosas. El color es verde a aceitunado. Las plantas individuales muchas veces no pueden ser vistas. Ellas pueden estar firmas al suelo o levemente asociadas al substrato, muchas veces en fango. Puede ser hallada en manantiales y goteras, en aguas estancadas o en aguas que se mueven muy lentamente (e.g. *Ungbya*).

Un otro tipo de alga azul-verde es azul-verde, aceitunado o negro, y forma colonias redondas, mucosas y gelatinosas. Las plantas individuales muchas veces no pueden ser vistas. Pueden estar firmas o levemente asociadas con el substrato, muchas veces en fango. Puede ser hallada en manantiales y goteras, en aguas estancadas o en aguas que se mueven muy lentamente (e.g. *Phormidium*).

Además hay colonias verdes oscuras a negras de algas azules-verdes que consisten en esteras ristradas, libre-flotante, ramificado, felpados esterases que son fácilmente separables. Las esteras muchas veces se acumulan cerca de las orillas de los lagos o de ensenadas, pero podrían cubrir la superficie entera de un lago o estanque, acumulándose en la superficie del agua, formando florescencia (espumas superficiales). Es típicamente hallada en aguas que se mueven lentamente y en aguas estancadas (e.g. *Oscillatoria*).

La espuma verde o azul-verde claro que se parece a una 'sopa de guisantes' es también una alga azul-verde. Las plantas individuales son menor de 2 mm, sin raíces. Ellas son libre-flotantes y se acumulan en la superficie del agua formando florescencias (espumas superficiales), o aparecen como 'hierba segada' en el agua. Este tipo de alga azul-verde es típica en aguas que se mueven lentamente y en aguas estancadas (e.g. *Anabaena*).

Algas azules-verdes planctónicas, libre-flotantes, de un color verde claro a color de sopa de guisantes, están distribuidas a pocos pies dentro del agua, no formando espumas en la superficie. Este tipo de alga azul-verde es típica en aguas que se mueven lentamente y en aguas estancadas (e.g. *Anabaena*).



7 _____ Lista de Macroinvertebrados

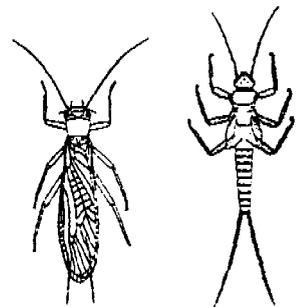
Este apéndice da los tipos más importantes de macroinvertebrados que se encuentran en aguas dulce. Observe tanto las descripciones como los dibujos son muy generales, y hay muchas desviaciones posibles (concernientes al color, tamaño y la forma de ciertas partes del cuerpo, por ejemplo). Aunque esta lista de macroinvertebrados es en general aplicable en todas las partes del mundo, ni todos los macroinvertebrados se encuentran en el mundo entero. Por eso siempre adapte las descripciones y dibujos a las circunstancias locales en su país.

_____ Macroinvertebrados dominantes en aguas limpias

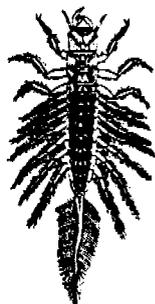
Larvas de mosca de las piedras (*Plecoptera*)

Larvas de mosca de las piedras tienen largas patas que consisten en tres partes, cada una con dos ganchos pequeños, y dos colas que se extienden de la parte posterior del cuerpo. Larvas de mosca de las piedras son usualmente gris-marrón, pero también pueden tener colores chillones, que varían entre pardo a marrón claro, marrón u oro hasta un negro brillante. Algunos parecen llevar una coraza magníficamente decorada con amarillo y marrón profundo. Su largo varía, pero no excede los 2.5 centímetros.

En general esos insectos se mueven despacio, viven en áreas protegidas en escombros, hojas, arena o guijarros, o debajo de piedras. Larvas de mosca de las piedras usualmente son halladas en aguas frías y corrientes, que contiene mucho oxígeno. Ellas son más abundantes en arroyos con un fondo de guijarros o de piedras. Pocos tipos viven en aguas estancadas. Ellos son muy sensibles a la polución, especialmente a una falta de oxígeno.



Larvas de mosca de aliso (*Megaloptera*)

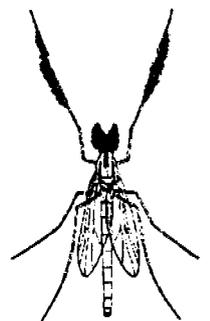
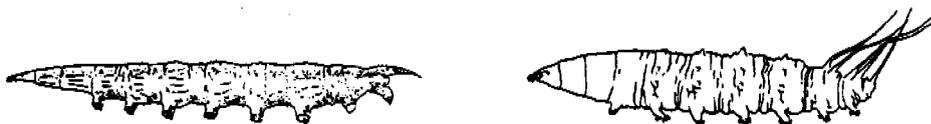


Estos insectos saltan a la vista en su fase de larvas. Tienen mandíbulas fuertemente desarrolladas y una cola peluda. Sus cuerpos grandes y largos tienen un cuero grueso, y muchas veces su color apagado es amarillo, marrón y marrón claro. Las larvas de mosca de aliso son llamadas 'larvas de moscas' y son conocidas como buen anzuelo para peces. Su largo es de 3 centímetros a 7.5 centímetros.

La mayoría de las veces se hallan arrastrándose por el fondo o enterrado en el fango de lagos y tierras mojadas. Dependiendo del tipo, usted puede hallarlo en todas los tipos de aguas, sean estas estancadas o corrientes.

Larvas de mosca de ibis (*Diptera Athericidae*)

Las larvas de mosca de ibis tienen un cuerpo elongado, cilíndrico, levemente plano, con el abdomen formado como un cono. Tiene dos colas deshilachadas al extremo de su abdomen. El color varía y el largo es de hasta 1.2 centímetros.



Larvas de mosca de ibis viven solamente en el fondo de aguas corrientes muy limpias.



Araña acuática (*Argyroneta aquatica*)



Usted puede hallar a la araña acuática, que se parece exactamente a una araña normal, en aguas claras, estancadas, en las cuales hay muchas plantas y mucho oxígeno. La araña lleva burbujas de oxígeno de la superficie para su telaraña, donde el forma una burbuja semejante a una campana. La araña pasa la mayor parte del tiempo en esa campana, y respira por la burbuja de aire. Cuando la araña nada, su cuerpo está cubierto con una capa de oxígeno, lo que le da una apariencia plateada. La araña acuática es intolerante a la polución.

Macroinvertebrados dominantes en aguas moderadamente polutas

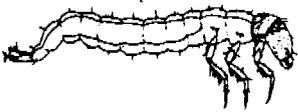
Larvas de frígano (*Trichoptera*)



El frígano adulto es un tipo de polilla. Las larvas del frígano se caracteriza por un cuerpo cilíndrico, con tres pares de patas pegadas en la parte delantera del cuerpo, luego detrás de la cabeza. Hay dos ganchos pequeños que se extienden de la parte posterior.

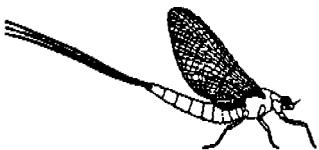


Las larvas de friganos son conocidas por su construcción de estuches huecos, las cuales llevan consigo o aseguran en rocas. La mejor manera posible para encontrarlas es buscar pedazos movibles de restantes en el fondo de aguas de poca profundidad. Cuando usted mira bien, usted verá la cabeza oscura de un frígano sobresalir. Los estuches cilíndricos, huecos, están compuestos de granos de arena, pequeños pedazos de hojas, hierba, corteza y ramos. Además hay varios tipos de friganos que viven sin estuches. Un número de tipos dentro de las aguas corrientes le construyen redes complejas con el fin de coger nutrición del agua en movimiento. El largo de las larvas puede ser hasta 2.5 centímetros.



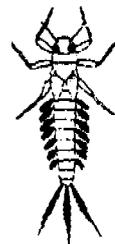
La mayoría de los tipos de larvas de frígano viven en aguas claras y corrientes, pero algunos otros se encuentran en aguas estancadas. Larvas de frígano que viven en aguas corrientes son muy sensibles a la polución, especialmente a una falta de oxígeno. Los tipos que viven en aguas estancadas pueden tolerar un poco la polución.

Ninfas de efímera (*Ephemeroptera*)



Las ninfas de efímera tienen una forma muy similar a la de las larvas de mosca de las piedras. No obstante, ellas tienen usualmente tres colas (a veces dos), y tienen un gancho al extremo de sus patas. Sus antenas son relativamente cortas. Su color varía de verde o marrón a gris, pero es generalmente negro. Su largo total es hasta 2.5 centímetros.

Elas pueden ser halladas trepando en plantas sumergidas o arrastrándose o arado su camino por el fondo. Ninfas de efímera se encuentran en todos los tipos de aguas dulce donde la provisión de oxígeno es buena, pero la más veces en aguas claras y corrientes. La mayoría de los tipos prefiere agua limpia. Los adultos de algunos tipos de efímera (*Hexagenia*, por ejemplo) emergen simultáneamente del agua después de hacerse adultos, formando una nube oscura de efímeras.



Larvas y adultos de escarabajo (*Coleoptera*)

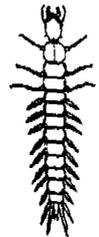
Escarabajos son el mayor grupo de insectos que viven en agua. Escarabajos adultos son fácilmente reconocibles, pero las larvas pueden ser

confundidas con otros animales. Larvas de escarabajos son totalmente diferentes de los adultos, y varían terriblemente en su apariencia. Algunos están capacitados de nadar, mientras otros se arrastran o caminan. Larvas de escarabajo son generalmente encontradas en las mismas áreas que los adultos.



Muchos de los escarabajos acuáticos adultos dependen de oxígeno del aire para su respiración. Ellos almacenan bien el aire debajo de las cubiertas de sus alas, o coge burbujas de aire en los pelos finos que cubren sus piernas y la región estomacal. Diferentes tipos de escarabajos pueden ser hallados en ambos aguas estancadas y corrientes. Los adultos se encuentran generalmente en áreas de poca profundidad en plantas o restantes. Muchos son encontrados adheridos a palos o madera.

Uno de los escarabajos más visibles en la superficie puede ser visto nadando en grupos, de un lado a otro en movimientos circulares. Parece que él está escribiendo. Este es el escarabajo topógrafo (*Gyrinidae*). El escarabajo topógrafo vive en agua bastante rica en nutrimentos, sin cualquier otra polución. Usualmente es encontrado en aguas estancadas.



Los escarabajos de arroyo pueden ser encontrados en pequeños flujos, muchas veces entre piedras y musgo submarino. Las larvas del escarabajo de arroyo se parecen a un pequeño torpedo, con rayas circulares o anillos en torno de su cuerpo. Su cuerpo es puntillado en los dos extremos, y la parte posterior tiene una masa vellosa. Su color es usualmente grisáceo; su largo es menos de 1.5 centímetros.



Las larvas del pequeño escarabajo de agua (*Psephenidae*) son muy planas y usualmente viven adheridas a rocas en aguas limpias de corrientes rápidas. Su tamaño es aproximadamente de 4.5 a 6 mm.



Los escarabajos adultos en general son tolerantes a una amplia variedad de contaminantes. No obstante, las larvas tiene exigencias más críticas en relación a la calidad del agua. Ellos se encuentran tanto en agua estancada como en aguas corrientes.

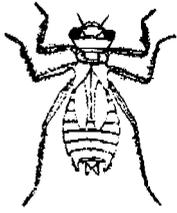
Ninfas de libélula (*Odonata Anisoptera*) y ninfas de caballito del diablo (*Odonata Zygoptera*)



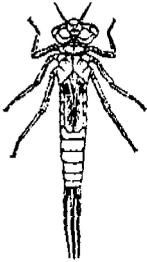
Los libélulas y caballitos del diablo adultos son insectos acuáticos muy conocidos. Ellos tienen largos cuerpos delgados, con cuatro alas grandes y fuertes. Sus ojos grandes en forma de pelota saltan a la vista. Todos pueden verlos revolotear y jugar alrededor de los volúmenes de agua.



Las ninfas acuáticas tienen un instrumento muy singular para coger alimento. Este instrumento tiene la forma de una cuchara que se encuentra recostada debajo de la cabeza. Puede tener el largo de un cuarto del tamaño del cuerpo. Cuando una presa se aproxima, este instrumento se extiende de repente, la agarra y la lleva a la boca.



La ninfa de caballito del diablo tiene tres colas parecidas a remos (de hecho branquias), que están localizadas en la parte posterior. Ella tiene tres pares de patas que se encuentran ubicadas cerca de la parte delantera del cuerpo, y dos ojos grandes en el tope de la cabeza. El color varía de verde o marrón a negro. Algunas ninfas son robusto, otras esbelto. Su largo es de hasta 5 centímetros. Las ninfas de caballito del diablo usualmente son muy activas y viven las mayoría de las veces entre las plantas acuáticas. Ellas toleran un poco la polución.

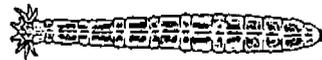


Libélulas varían en forma, pero la mayoría tiene cuerpos robustos, dilatados o con apariencia de araña, y algunas podrían crecer en sus respaldos. Ellas tienen tres pares de patas ubicadas cerca de la parte delantera del cuerpo, y dos ojos grandes a los lados de la cabeza. Un par de alas pequeñas emplezan a desarrollarse en la espalda. Ellas tienen sus branquias escondidas en la parte posterior del cuerpo, lo que se asemeja a una pirámide pequeña. El color puede ser marrón o negro, pero es muchas veces verde. El largo es de hasta 5 centímetros.

Las ninfas de libélulas viven ocultas en el fango del fondo, o entre plantas acuáticas, y en general se mueven lentamente.

Caballito del diablo y libélula larvas prefieren agua de movimiento lento o aguas estancadas. Son habitualmente halladas en plantas sumergidas, y en las áreas de baja profundidad de lagos y corrientes.

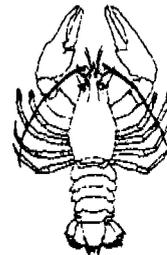
Larvas de zancudo (*Diptera Tipulidae*)



Larvas de zancudo (*Tipulidae*) se parecen a gusanos, tienen el cuero grueso, y morenito-verde a algo transparente o blanquecino de color. Ellas son puntilladas o redondas a un extremo, y tienen un juego de espiráculos discoidales al otro. Si largo es hasta 7.5 centímetros. Las larvas encuentran en grupos de musgo, en limoso y entre hojas en el fondo de aguas estancadas y aguas corrientes de poca profundidad.

Cangrejo de agua dulce (*Crustacea Astacidea*)

Los cangrejos de agua dulce se encuentran entre los más largos de los invertebrados que usted recolecta. Los cangrejos de agua dulce se asemejan a pequeños cangrejos, y tiene cuatro pares de patas para caminar y un par de pinzas. Su color puede ser marrón, verde, rojizo o negro. Su largo es hasta 15 centímetros.



Usualmente ellos se ocultan en la orillas de las corrientes o debajo de rocas y troncos. La mayor parte de los cangrejos de agua dulce son cavadores y son raramente vistos durante el día, aunque usted los puede encontrar debajo de rocas o troncos. Por la noche, usando una linterna eléctrica, usted podrá hallarlos arrastrándose sobre el fondo. Los cangrejos de agua dulce pueden ser hallados tanto en aguas estancadas como en aguas corrientes, y si el habitat apropiado y nutrimento están disponibles, ellos pueden hacerse extremadamente numerosos. Además ellos son relativamente tolerantes a la polución.

Mejillones y almejas (*Bivalvia*)

Los mejillones se caracterizan por tener conchas que consisten en dos partes conectadas por un gozne elástico. Mejillones son grandes (hasta 20 centímetros de diámetro), robustos, con una concha gruesa o fina, y usualmente de color oscuro. Almejas son pequeñas (del tamaño de la

uña de un dedo, no más de 1 centímetro de diámetro) y son de color claro.

La mayoría de los mejillones prefieren las áreas con fondos de arena y guijarros. Las almejas tienen exigencias menos estrictas, de modo que son halladas en todos los tipos de fondos. Ambos se encuentran parcialmente o enteramente enterrados dentro de fondos de arena, cascajo, fangoso, usualmente en agua con menos de 2 metros de profundidad. Los fondos fangosos contienen diferentes tipos de los que contienen fondos arenosos, de modo que un fuerte embarramiento, tal como ocurre en varios recipientes, extirpará a los tipos vivientes en la arena. Ambos se encuentran en aguas estancadas y en aguas corrientes, con una leve preferencia por aguas corrientes.



Mejillones y almejas son difícilmente visibles en lagos. A lo mejor la vía más fácil para hallarlos es mirar por sus conchas en las orillas, donde usualmente son dejadas por castores y mapaches. Controle principalmente alrededor de los sitios donde viven castores.

Cigarra (*Hemiptera Notonectidae*)

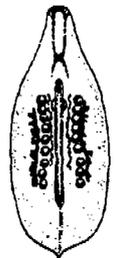
La cigarra tiene piernas traseras largas y planas, semejante a remos, que él usa para propulsarse por el agua. Ellas usan solamente sus patas traseras para propulsarse a sí mismo por el agua, lo que les da la apariencia de que pasan remando. Muchas veces ellas nadan al revés a causa de que carga burbujas de aire para respirar. Su color es usualmente gris oscuro, marrón y negro. Ellas tienen un escudo pequeño en su espalda.



La cigarra es realmente acuático y se queda dentro o en el agua como adulto, excepto para volar a otras áreas. Hallados en los bajos fondos, secciones de poco movimiento de corrientes y ríos, y en estanques y lagos. Son bastante intolerantes a la contaminación.

Planarias (*Plathelminthes*)

Planarias pueden tener entre 0.5 a 4 cm cuando están extendidos. Planarias pasan su vida entera en el agua. Son habitualmente encontrados tanto en aguas estancadas como en aguas corrientes. A ellos no les gusta la luz solar, de manera que ellos pueden ser hallados debajo de rocas, madera o hojas muertas. Son más activos durante la noche de que durante el día. Planarias se mueven como caracoles, pero tipos más pequeños también saben nadar.

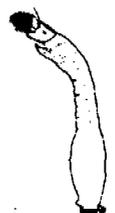


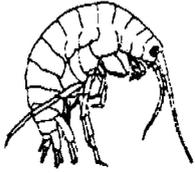
Los planarias son sensibles a la contaminación orgánica, es más a ellos les gusta vivir en agua con moderada contaminación de nutrientes. Ellos necesitan de aguas con mucho oxígeno, usualmente agua que corre rápidamente. Algunos tipos consiguen sobrevivir por un período breve con muy poco oxígeno.

Macroinvertebrados dominantes en aguas bastante polutas

Larvas de jején (*Diptera Simuliidae*)

Larvas de jején (*Simuliidae*) son pequeños y se parecen a gusanos, con un tipo de una bolita pequeña en un extremo. Cuando están fuera del agua, ellos se doblan por la mitad mientras se retuercen. Su color varía de verde y azul a gris, pero es usualmente negro. Su largo es hasta 0.8 centímetros. Ellos viven en un substrato sólido, muchas veces amontonados en la corriente de arroyos y ríos. Usted también podrá hallarlos en el desbordamiento de estanques.

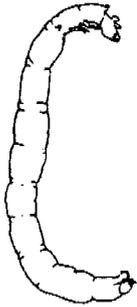
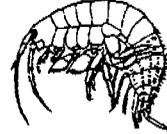




Camarones (*Crustacea Amphipoda*)

Los camarones de agua son también referidos como nadadores de lado. Ellos tienen los lados extremadamente planos, y están generalmente rizados en forma de media luna. El color de sus cuerpos puede ser crema blanco o marrón, pero usualmente es gris. La mayoría de ellos son muy pequeños, pero algunas pueden alcanzar 1.5 centímetros de largo. Se mueven por jugar con sus lados y por doblar su cuerpo entero.

Usted los hallará la mayoría de las veces ocultos entre plantas o debajo de restantes en la mayoría de las aguas, de preferencia de poca profundidad. Ellos son comunes y dispersos extenso, que se encuentran en una gran variedad de aguas estancadas y corrientes. Son moderadamente intolerantes a la polución.

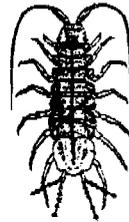


Larvas de mosca (*Diptera Chironomidae*)

Larvas de mosca (*Chironomidae*) son extremadamente pequeñas y finas. Tienen la apariencia de gusanos y se retuercen intensamente cuando está fuera del agua. Su color varía de oro o marrón a verde, pero tienden para negro. Su largo es usualmente menos de 1.5 centímetros. Ellas se encuentran en casi todos los tipos de aguas, inclusive en agua salina. Viven en fondos limosos, en substratos sólidos, o en plantas acuáticas.

Cochinilla de agua dulce (*Crustacea Asellidae*)

Cochinillas de agua dulce se parecen a sus primos terrestres, algo más planos. Ellos tienen siete pares de patas que se extienden a los dos lados. Su color varía; generalmente es gris, pero a veces marrón. Su largo es menos de 2.5 centímetros. Ellas raras veces habitan en aguas abiertas, pero en lugar de eso permanecen ocultas debajo de rocas, plantas y restantes. Son habitantes típicos de corrientes de tamaño pequeño y medio y de aguas estancadas. Aguas estancadas y aguas que se mueven lentamente contienen la mayor parte de los tipos de cochinillas de agua dulce. Son moderadamente intolerantes a la polución.



Caracoles (*Mollusca Gastropoda*)

Caracoles son muy familiares a la mayoría de las personas y pueden ser hallados en casi todo tipo de agua, estancada o corriente. Ellos se arrastran sobre el suelo y por las plantas que crecen en aguas de poca profundidad, generalmente con menos de dos metros de profundidad. Ellos tienen una variedad de formas y tamaños, pero la mayoría tiene una concha enrollada y un pie muy musculoso. El pie sale fuera de la concha y es usado para moverse. Cuando ellos se mueven, ellos forman rastros irregulares en el sedimento. Algunos tipos son completamente intolerantes a la polución, mientras otros son tolerantes, pero ninguno es capaz de hacer frente a las aguas muy ácidas.

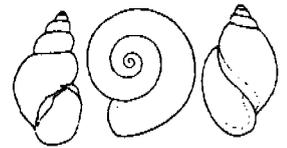
Hay dos tipos de caracoles, es decir caracoles con branquias (*Prosobranchia*) y caracoles con pulmones (*Pulmonata*). Los caracoles con branquias son dependientes del nivel de oxígeno en el agua, y por lo tanto son sensibles a una falta de oxígeno. Caracoles pulmonares pueden obtener oxígeno directamente del aire, y por eso no están capacitados a vivir en aguas con poco o sin oxígeno.



Los caracoles con branquias siempre tiene una válvula obstruidora en la abertura de su concha. Además la mayoría de los caracoles con branquias son diestros. Caracoles diestros son identificados por su aber-

tura torneada de sus conchas en el lado derecho (cuando el tope de la concha está de pie en el aire y la abertura sea visible para usted).

Los caracoles pulmonares nunca tienen una válvula obstruadora, y pueden ser zurdo, diestros o planos. Caracoles zurdos son identificados por el hecho de que la abertura está del lado izquierdo (cuando el tope está de pie y la abertura es visible para usted). Caracoles planos tienen conchas que se asemejan a cuernos de carnero.



Macroinvertebrados dominantes en aguas severamente polutas

Gusanos con filamentos (*Oligochaeta*)

Gusanos con filamentos se parecen a los gusanos que viven en el suelo, aunque ellos son más delgados. El largo de su cuerpo varía de pocos milímetros a 30 centímetros. Su color es rojizo, marrón o gris. Usualmente la piel de los gusanos es transparente, de modo que usted puede ver las venas del gusano. Muchos gusanos tienen dos puñados de filamentos, en cada uno de sus anillos. Los gusanos usualmente viven sobre y dentro del fondo, tanto en aguas estancadas como en aguas corrientes. A ellos les gustan los fondos de limo, de arena, de sedimentos de tamaño más grande, materiales de plantas muertas y plantas acuáticas. A veces hasta consiguen vivir sobre otros animales, por ejemplo en cangrejos de agua dulce. Muchos veces usted los hallará en enormes cantidades, con sus cabezas dentro del sedimento, y su parte posterior que se retuerce. En limoso ellos forman colonias que se asemejan a manchas rojas. A causa de que los gusanos acuáticos viven en fondos limosos, ellos están adaptados a niveles bajos de oxígeno. Ellos pueden sobrevivir en agua que esté gravemente poluta.



Sanguijuelas (*Hirudinea*)

Sanguijuelas tienen la peor reputación de todos los macroinvertebrados, porque son parásitas y algunas especies atacan a existencia de ganados a la gente. Sin embargo pueden ser muy bonitos, con colores claros y patrones únicos sobre el largo de sus cuerpos. Su color puede ser verde, negro, marrón o gris, y blanco, amarillo, azules o rojas manchas pueden encontrarse. Su largo es hasta 13 centímetros. Sanguijuelas se parecen a gusanos, pero ellos no tienen pelo en su piel. Tienen dos discos de succión en el lado del estómago, uno por la parte delantera y otro por el lado de la espalda del cuerpo.

Sanguijuelas pueden vivir en todo tipo de agua, estancada o corrientes, aunque se encuentran en mayor cantidad en aguas estancadas. Ellas prefieren aguas de poca profundidad con muchas plantas acuáticas. En general usted los hallará abajo de rocas y piedras (materiales estables). En general sanguijuelas son activos durante la noche.

La mayoría de los tipos pueden tolerar polución, pero pocos pueden vivir en aguas fuertemente ácidas. La mayoría las sanguijuelas pueden sobrevivir por varios días sin oxígeno, lo que les hace un indicador de aguas moderadamente o gravemente polutas.



Lista de datos de Reconocimiento de la Salud

Haga copias de esta lista y entregue una copia a cada pequeño grupo de participantes que ejecute el Reconocimiento de la Salud. Use solamente una lista de datos para describir una fuente de agua reconocida. Escriba comentarios adicionales para describir la fuente en el revés del papel.

Datos Generales

Fecha:

Nombre(s) del reconecedor(es):

Nombre provincia/municipalidad:

Nombre, dirección de la organización:

Fuente del agua reconocida:
(nombre y lugar)

Número de personas que usan la fuente del agua:

Fotografías hechas:
(número, lugar, fecha y breve descripción)

Personas entrevistadas

<i>Nombre</i>	<i>masc./fem.</i>	<i>edad</i>	<i>ciudad/pueblo</i>	<i>observaciones</i>
--				
--				
--				
--				
--				
--				
--				
--				
--				

Descripción de la fuente del agua

Tipo de fuente del agua:
(pozo, origen, río, flujo, arroyo, lago, lluvia, otros)

Función(es) para que se utiliza el agua:
(beber, lavar, bañar, irrigación, animales, otros)

Color del agua:

Olor del agua:

Sabor del agua:

Claridad del agua:
(bastante, moderada o muy turbia)

Otras observaciones:

Fuentes posibles de contaminación por excrementos

A) Sistema de alcantarillado

Existe un sistema de alcantarillado:

Número de gobernias de casa conectados:

Distancia entre el punto de descarga del alcantarillado y la fuente del agua:
(por tierra y por agua, si posible)

Está el agua recibiendo descargas de alcantarillado en conexión con la fuente del agua a través de agua de superficie:

Si la conexión es un agua corriente, cuál es la dirección del flujo:

Otras observaciones:

B) Letrinas

Hay letrinas existentes:

<i>Nombre del propietario</i>	<i>Distancia a la fuente del agua</i>	<i>Tipo de letrina</i>	<i>Frecuencia de limpieza</i>	<i>Cubrimiento existente</i>
-------------------------------	---------------------------------------	------------------------	-------------------------------	------------------------------

--

--

--

--

--

Número, nombres y distancias entre las fuentes y las letrinas que están situadas a una altura mayor que la fuente del agua:

Otras observaciones:

C) Áreas de defecación al aire libre

Hay personas que defecan al aire libre:

Número de personas que utilizan área(s) semejante(s):

Distancia hasta la fuente del agua:

Distancias a otras masas de agua:

Otras observaciones:

D) Ganado y animales salvajes

La fuente del agua es usada por animales:
(número y tipo)

Hay otros bebederos para animales

<i>Descripción del lugar</i>	<i>Tipo y número de usuarios</i>	<i>Distancia a la fuente del agua</i>	<i>Conexión con la fuente del agua</i>
------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------	--

--

--

--

--

--

Otras observaciones:

Rutas posibles de contaminación por excrementos

La fuente del agua está protegida:

Caso afirmativo, cómo:

(cerca, cubrimiento, drenaje por el suelo, plataforma, otros)

Los colectores de agua limpian los botijos antes de usarlos:

Está el botijo cubierto durante el transporte del agua:

El agua potable es guardada en un botijo separado en casa:

En caso afirmativo, el botijo de agua es limpiado antes del uso:

El agua potable es hervida:

El agua potables es almacenada:

En caso afirmativo, por cuánto tiempo:

Son usados otros métodos de purificación:

En caso afirmativo, describa los materiales, métodos y número de usuarios:

--

--

--

--

Otras rutas existentes de contaminación por excrementos:

--

--

--

--

Enfermedades experimentadas

Las enfermedades que encontraron o que siguen estando presentes

<i>Nombre de la persona enferma</i>	<i>Edad</i>	<i>Tipo de enfermedad</i>	<i>Período de enfermedad</i>	<i>Observaciones</i>
-------------------------------------	-------------	---------------------------	------------------------------	----------------------

--
--
--
--
--
--
--
--
--
--

Otras observaciones:

Los resultados de pruebas bacteriológicas

<i>Número de la prueba</i>	<i>Lugar de la prueba</i>	<i>F. Coli contados</i>
----------------------------	---------------------------	-------------------------

--
--
--
--
--
--
--
--
--
--

Algún período de tiempo pasado entre el muestreo y el análisis:

Otras observaciones:

Lista de Datos del Análisis Físico y Químico

Haga una copia de esta lista de datos y use solamente una copia para cada lugar de muestreo. Escriba comentarios adicionales en el revés del papel.

Datos Generales

Nombre(s) de personas(s) hace(n) el muestreo:

Nombre, dirección de la organización:

Fecha y hora del muestreo:

Condiciones climáticas:

Fotografías hechas:

(número, lugar, fecha y breve descripción)

Descripción del lugar de muestreo

Tipo de agua del muestreo:

(arroyo, flujo, río, lago, estanque, recipiente, estuario, otros)

Lugar:

(número, nombre, referencia a mapa(s), referencia a otro(s) reconocimiento(s))

Método de muestreo:

(de la orilla, de un puente, de un barco, otros)

Distancia hasta la orilla:

Plantas y animales acuáticas presentes:

Fuente(s) puntual(es) presente(s):

(tubo de descarga, agua afluyente, otros)

Posible(s) fuente(s) no puntual(es) presente(s):

(tipos de uso de la tierra, otros)

Tipo del agua de muestreo:

(agua referencial, agua de descarga concentrada, agua poluta, otros)

Parámetros físicos y químicos

Color:

Olor:

Temperatura

Temperatura del agua en el lugar del muestreo: °C

Temperatura del agua en el lugar referencial: °C

Diferencia de temperatura entre lugar de referencia y muestreo: °C

Turbiedad/visibilidad

Lectura del disco Secchi: m

Velocidad de la corriente y gasto

Velocidad de la corriente de la masa de agua: m/s
(promedio estimado)

Gasto de fuente puntual: m³/s
(promedio estimado)

Acidez (pH)

pH: Método utilizado:

Oxígeno disuelto

<i>Profundidad (m)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>DO (mg/l)</i>
--		
--		
--		
--		

BOD₅: mg/l

Temperatura en la hora del muestreo: °C

Conductibilidad

Conductibilidad: μS/cm

Temperatura: °C

Muestras enviadas al laboratorio:

<i>Número/código de frasco(s) de muestreo</i>	<i>pH</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Conductibilidad (μS/cm)</i>
--			
--			
--			
--			
--			
--			
--			

Nombre, dirección del laboratorio:

Nombre de la persona de contacto:

Parámetro	Contenedor ³	Volumen de muestra (ml)	Preservativo	Tiempo de almacenamiento
Organochlorine pesticides	V	1 l	4 °C	
Chlorinated phenoxy acid herbicides	V	1 l	H ₂ SO ₄ hasta pH<2 4 °C	
Organo-phosphates and carbamates	V	1 l	H ₂ SO ₄ hasta pH<3 10 g Na ₂ SO ₄	
Phenolics	V	500	0.1-1.0 g CuSO ₄ H ₃ PO ₄ hasta pH<4 4 °C	24 ha
Soluble reactive	P, V		Filter, 4 °C	24 ha
Total phosphorus	P, V		4 °C	7 ds
Redox potential	P, V	100	Ningún	Ningún
pH	P, V	100	4 °C	6 ha
Total solids	P, V	200**	4 °C	7 ds
Volatile solids	P, V	200**	4 °C	7 ds
Sulfides	P, V		2 ml ZnOAc	24 hs
Polynucleated aromatic hydrocarbons	V			

* Muestra puede usar para otros análisis de metales pesados.

** Muestra puede usar para sólidos totales y sólidos volátiles.

Source: PLUMB, RUSSELL H. Jr.: "Procedures for handling and chemical analysis of sediment and water samples". U.S. Environmental Protection Agency. Published b Environmental Laboratory, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, P.O. Box 631, Vicksburg, Mississippi 39180, U.S.A.

³ P = plástico; V = vidrio.

<i>Multiplica</i>	<i>por</i>	<i>Para obtener</i>
acres	43,560	square feet
acres	4,047	square meters
acres	0.404687	hectare
centimeters	0.3947	inches
centimeters/sec	0.03281	feet/sec
cubic centimeters	0.06102	cubic inches
cubic centimeters	0.001	Liter
cubic centimeter	1.0	milliliter
cubic feet	0.0283	cubic meters
cubic feet/s	448.831	gallons/min
cubic meter	1000.0	Liters
cubic meter	264	gallons
fathom	1.828804	meter
fathoms	6.0	feet
feet	30.48	centimeters
gallons (U.S. liquid)	3,785.0	cubic centimeters
gallons	0.1337	cubic feet
gallons	8.33	pounds-water
grams	1,000	milligrams
grams	0.03527	ounces (avdp)
grams/Liter	1,000.0	parts/million (ppm)
hectare	2.47	acres
inches	2.540	centimeters
kilograms	2.205	pounds
knots	6,080	feet/hr
knots	1,8532	kilometers/hr
knots	1.0	nautical miles/hr
knots	1.689	feet/sec
league	3.0	miles (approx.)
Liters	1,000.0	cubic centimeters
Liters	0.03531	cubic feet
Liters	0.2642	gallons (U.S. liq)
meters	3,281	feet
miles (U.S. statute)	1.609347	kilometers
miles (nautical)	6,080.27	feet
miles (nautical)	1.853	kilometers
miles (nautical)	1.1516	miles (statute)
milligrams/Liter	1.0	parts/million (ppm)
ounces	28.349527	grams
ounces (fluid)	0.02957	Liters
parts/thousand (ppt)	1,000.0	parts/million (ppm)
pounds (mass)	0.4536	kilograms
pounds of water	0.01602	cubic feet
pounds/square feet	4.882	kg/square meter
square centimeters	0.1550	square inches
square meters	10.76	square feet
square miles	2.589998	square kilometers

$$^{\circ}\text{C} = \frac{(^{\circ}\text{F} - 32.0)}{1.80}$$

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1.80) + 32.0$$

<i>Gas</i>	<i>Multiplica ppm para obtener $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>	<i>Multiplica $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para obtener ppm</i>
Ammonia (NH_3)	696	14.40×10^{-4}
Hydrogen fluoride (HF)	818	12.20×10^{-4}
Carbon monoxide (CO)	1150	8.73×10^{-4}
Ethylene ($\text{CH}_2:\text{CH}_2$)	1150	8.72×10^{-4}
Nitric oxide (NO)	1230	8.15×10^{-4}
Hydrogen sulfide (H_2S)	1390	7.18×10^{-4}
Hydrogen chloride (HCl)	1490	6.71×10^{-4}
Fluorine (F_2)	1550	6.44×10^{-4}
Nitrogen dioxide (NO_2)	1880	5.32×10^{-4}
Ozone (O_3)	1960	5.10×10^{-4}
Sulfur dioxide (SO_2)	2620	3.82×10^{-4}
Chlorine (Cl_2)	2900	3.45×10^{-4}

Estándares WHO e EPA para la calidad del agua

Para determinar si el agua es buena o mala, los resultados de las pruebas deben ser comparadas con alguna forma de estándares para la calidad del agua. La calidad de un agua siempre tiene que ser interpretada en relación con el uso proyectado del agua. Por ejemplo, el equilibrio perfecto de la química del agua que asegura una piscina refulgente y en óptimas condiciones sanitarias no sería aceptable como agua potable, y sería un ambiente mortífero para muchas larvas de peces.

Por lo tanto, usualmente parámetros de calidad del agua tienen diferentes valores directivos o estándares, relacionados al uso del agua. Un otro ejemplo lo forman los muy diferentes niveles de bacterias Coli F. que son considerados aceptables:

Estándares Coli F. (en colonias por 100 ml):

Agua potable	0 FC
Contacto total del cuerpo (nadando)	200 FC
Contacto parcial del cuerpo (yendo)	1000 FC
Flujo residual tratado	no excede 200 FC

Este apéndice registra las Directivas para la Calidad del Agua basadas en la salud, formuladas por la World Health Organisation (WHO, 1992), y algunos de los Criterios para la Calidad del Agua formulados por la U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 1979).

Las directivas para agua potable formuladas por el WHO representan el nivel (una concentración o un número) de un constituyente que asegura un agua visualmente estética y agradable, y que no resulta en ningún riesgo significativo para el consumidor. La calidad del agua definida por los valores de la línea de orientación es tal que ella es servible para consumo humano y para todos los fines domésticos, incluyéndose a la higiene personal.

Concerniente a los metales pesados, los valores recomendados por la directiva para la salud humana están basados en la cantidad de toxina a la cual una persona puede resistir antes de quedarse enferma. Los valores son derivados de pruebas crónicas de toxicidad en ratas y otros mamíferos.

Los Criterios para la Calidad del Agua formulados por la EPA representan el nivel de un constituyente que no resulta en cualquier efecto dañino de este constituyente en el ecosistema acuático.

Al países en desarrollo estándares nacionales para el agua potable, basados en las directivas de la WHO, estos podrían divergir de las directivas de la WHO debido a una local variedad en las condiciones de la geografía, socio-económica, dietética y Industrial. De manera similar, los valores dados por la directiva deben muchas veces ser considerados como metas a largo plazo en vez de estándares rígidos que tienen que ser seguidos en todas las circunstancias y en todos los sistemas de abastecimiento.

Directivas para la Calidad de Agua Potable

World Health Organisation (WHO)
Noviembre 1992

Parámetro	Valore de Directiva (VD)	Observaciones
Arsenic	0.01 mg/l (P) ¹	
Cadmium	0.003 mg/l	
Chromium	0.05 mg/l (P)	
Copper	2 mg/l (P)	ATO ²
Cyanide	0.07 mg/l	
Fluoride	1.5 mg/l	Condiciones climáticas, la masa del agua con- sumida y la entrada de otras fuentes deberian ser consideradas al establecer estándares nacionales
Lead	0.01 mg/l	
Manganese	0.5 mg/l (P)	ATO
Mercury (total)	0.001 mg/l	
Nickel	0.02 mg/l	
Selenium	0.01 mg/l	
Uranium		NAD ³
Nitrate (NO ₃)	50 mg/l	La suma del ratio de la concentración de cada uno de su respectivo VD n debería exceder 1 (como CaCO ₃)
Nitrite (NO ₂)	3 mg/l	
Total hardness	500 mg/l	
E. Coli bacteria	No est detectable en cualquier muestra de 100 ml	
F. Coli bacteria	No est detectable en cualquier muestra de 100 ml	
Chlorine	5 mg/l	ATO. Para una desin- fección efectiva deje escapar el residuo de cloro ≥ 0.5 mg/l después de por lo menos 30 mi- nutos con pH ≤ 8.0

¹(P) - Directiva provisional de valor. Este término es utilizado para los constuyentes para los cuales hay alguna evidencia de riesgo potencial, pero donde la información disponible de los efectos sobre la salud es limitada, y/o donde es utilizado un factor de incertidumbre mayor de que 1000 en la derivación tolerable de la tomadura diaria (TDI).

²ATO - Concentraciones de una substancia a altura o abajo de la directiva de valor basada en la salud podrían afectar la apariencia, el sabor o el olor del agua.

³NAD - Datos no adecuados para recomendar a la directiva basada en la salud.

Valores estéticos de calidad

Aluminium	0.2 mg/l	
Ammonia	1.5 mg/l	
Chloride	250 mg/l	
Colour	15 TCU	
Copper	1 mg/l	
Hydrogen sulfide	0.05 mg/l	
Iron	0.3 mg/l	
Manganese	0.10 mg/l	
Dissolved oxygen	-	VD no establecido
pH	6.5 - 8.5	
Sulfate	250 mg/l	
Taste and odour	-	Debería ser aceptable
Temperature	-	Debería ser aceptable
Suspended solids	1000 mg/l	
Turbidity	5 NTU	Para desinfección
	efetiva \leq 1 NTU	
Zinc	3 mg/l	
<i>Pesticidas</i>		
Alachlor	20 μ g/l	Riesgo exesivo para 10^{-5}
Aldicarb	10 μ g/l	
Aldrin/dieldrin	0.03 μ g/l	
Atrazine	2 μ g/l	
Bentazon	30 μ g/l	
Carbofuran	5 μ g/l	
Chlordane	0.2 μ g/l	
Chlortoluron	30 μ g/l	
DDT	2 μ g/l	
1,2-dibromo-3-chloropropane	1 μ g/l	Riesgo exesivo para 10^{-5}
2,4-D	30 μ g/l	
1,2-dichloropropane	20 μ g/l (P)	
1,3-dichloropropane		NAD
1,3-dichloropropene	20 μ g/l	Riesgo exesivo para 10^{-5}
ethylene dibromide		NAD
Heptachlor and heptachlor epoxide	0.03 μ g/l	
Hexachlorobenzene	1 μ g/l	Riesgo exesivo para 10^{-5}
Isoproturon	9 μ g/l	
Lindane	2 μ g/l	
MCPA	2 μ g/l	
Methoxychlor	20 μ g/l	
Metolachlor	10 μ g/l	
Molinate	6 μ g/l	
Pendimethalin	20 μ g/l	
Pentachlorophenol	9 μ g/l (P)	
Permethrin	20 μ g/l	
Propanil	20 μ g/l	
Pyridate	100 μ g/l	
Simazine	2 μ g/l	
Trifluralin	20 μ g/l	
Dichlorprop	100 μ g/l	
2,4-DB	90 μ g/l	
2,4,5-T	9 μ g/l	
Silvex	9 μ g/l	

Mecoprop
MCPB

10 µg/l

NAD

Source: "Revision of the WHO guidelines for drinking-water quality", World Health Organisation Geneva 1992. Report of the final task group meeting Geneva, Switzerland, 21-25 September 1992.

Criterios para la calidad del agua

U.S. Environmental Protection Agency

<i>Parámetro</i>	<i>Criterio de calidad</i>	<i>Observaciones</i>
Ammonia	0.02 mg/l	Para vida acuática en agua dulce
Cadmium	10 µg/l	Para aprovisionamiento doméstico de agua (salud)
Chlorine	2.0 µg/l	Para peces salmonidos
	10.0 µg/l	Para otros organismos de agua dulce y marina
F. Coli bacteria	≤200 por 100 ml	Par aguas de baño
	≤14 MPN por 100 ml	Para aguas de cosecha de crustáceos
Copper	1.0 mg/l	Para aprovisionamiento doméstico de agua (bienestar)
Cyanide	5.0 µg/l	Para vida acuática en aguas dulce, marina y vida salvaje
Iron	0.3 mg/l	Para aprovisionamiento doméstico de agua (bienestar)
	1.0 mg/l	Para vida acuática en agua dulce
Lead	50 µg/l	Para aprovisionamiento doméstico de agua (salud)
Mercury	2.0 µg/l	Para aprovisionamiento doméstico de agua (salud)
	0.05 µg/l	Para vida acuática en agua dulce y vida salvaje
	0.10 µg/l	Para vida acuática marina
Nitrogen (nitrates and nitrites)	10 mg/l	Para aprovisionamiento doméstico de agua (salud)
Dissolved oxygen	5.0 mg/l	Para poblaciones de peces
pH	5 - 9	Para aprovisionamiento doméstico de agua (bienestar)
	6.5 - 9.0	Para vida acuática en agua dulce
	6.5 - 8.5	Para vida acuática marina (no inferior a 0.2 unidades fuera del rango normal)
Phosphorus	0.10 µg/l	Para aguas marinas o de estuárlas
Hydrogen sulfide	2 µg/l	Para vida acuática en agua dulce ya marina

Zinc

5 mg/l

Para aprovisionamiento
doméstico de agua
(bienestar)

Source: "Quality criteria for water", by Russell E. Train, 1979. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

14 _____ **Lista de organizaciones jurídicas**

Atty. Ma. Paz Luna
Haribon
340 Villamor st., Pinaglabanan
San Juan, Metro Manila
Tel: +63(2)704 316
Fax: +63(2)631 2061.

Friends of the Earth International (red)

Secretariat:
FOE International
P.O. Box 19199
1000 GD Amsterdam
Tel: +31(20)622 1366
Fax: +31(20)627 5287

International Union for the Conservation of Nature (red)

IUCN International
Avenue du Mont Blanc
CH - 1196 Gland
Switzerland
Tel: +41(22)999 0001
Fax: +41(22)999 0002

World Wildlife Fund (red)

WWF International WWF India
CH-1196 Gland Center for Environmental Law
Switzerland 172-B Lodi Estate
New Delhi - 110003
Tel: +41(22)364 9111 Tel: +91(11)469 7721 or 461 6532
Fax: +41(22)364 5468 Fax: +91(11)462 6837

E-LAW (network)

E-LAW también dar cosejo jurídico y medio ambiental a personas y organizaciones en países otras que llamado aqui.

Australia

Suite 82, 280 Pitt Street
Sydney NSW 2000
Tel: +61(2)261 3599
Fax: +61(2)267 7548
E-Mail: elawoz@peg.apc.org

Ecuador

Dra. Marcela Enriquez V.
Dr. Byron Real Lopez
P.O. Box 17-12-309
Tel: +593(2)221 791
Fax: +593(2)225 029
E-Mail: elaw@cordavi.ec

Indonesia

Jalan Diponegoro no. 74
Jakarta 10320
Tel: (62 21)310 1755
Fax: (62 21)330 140
E-Mail: elawjakarta@igc.org

Japón

T-Y Building 3-18-11 Hongo
Bunkyo-ku, Tokyo 113
Tel: +81(3)3813 6544
Fax: +81(3)3814 0252
E-Mail: elawjapan@igc.org

Perú

Manuel Ganzalez Olaechea 349
San Isidro, Lima 27
Tel: +51(14)411 737
E-Mail: elawperu@igc.org

Sri Lanka

29, Siripa Road
Colombo 5
Tel: +94(1)588 804/582 439
Fax: +94(1)588 804
E-Mail: e-law-
sl@ef.org.ac.lk

Filipinas

Soute 901, Richbelt Tower
17 Annapolis Street, Greenhills
San Juan, Metro Manila
Tel: +63(2)722 7180/722 6884
Fax: +63(2)722 7119
E-Mail: elawmanila@igc.org

Maleisia

87 Jalan Cantonment
10250 Pulau Pinang
Tel: +60(4)373 713
Fax: +60(4)368 106
E-Mail: twm@igc.org

Estados Unidos

1877 Garden Av.
Eugene, OR 97403
Tel: +1(503)687 8454
Fax: +1(503)687 0535
E-Mail: elaweugene@igc.org

Agricultura orgánica - métodos de agricultura que solamente utilizan sustancias orgánicas tal como abonos orgánicos, en lugar de sustancias tóxicas antinaturales como abonos artificiales y pesticidas.

Agua de desagüe - agua de la lluvia, derretimiento de nieve o irrigación que fluye sobre la tierra en la dirección de un volumen de agua.

Agua destilada - agua que solamente contiene moléculas de agua, sin otros constituyentes (sustancias).

Agua subterránea - la provisión de agua hallada debajo de la superficie de la tierra.

Algas - las plantas más pequeñas sobre la tierra, sin raíces y hojas verdaderas, que crecen principalmente dentro del agua o en lugares húmedos. Las algas pueden ser subdivididas en algas planctónicas (libre-flotante) y algas bénticas (pegadas a substrato).

Acuífero - capa que lleva agua dentro del suelo, reteniendo el agua subterránea.

Bacterias - organismos muy pequeños que no pueden ser vistos a simple vista, pero que desempeñan un papel importante en la naturaleza. Algunas bacterias que viven en el agua rompen materia orgánica, con eso consumen oxígeno. Varios tipos de bacterias que están distribuidos por el agua pueden causar enfermedades.

Barrera - terrapleno, dique, compuerta u otras barreras que limitan un volumen de agua.

Bioacumulación - la acumulación de toxinas tal como metales pesados y pesticidas en ciertos órganos de animales.

Biodegradable - material que puede ser descompuesto de un modo natural, la mayoría de las veces por bacterias.

Biomagnificación - el aumento en concentración de toxinas tales como metales pesados y pesticidas cuando usted sube la teleraña de la nutrición.

Branquia - parte del cuerpo de animales como peces y algunos caracoles que filtra oxígeno disuelto del agua. Comparable a pulmones que filtran oxígeno del aire.

Concentración - una medida de la cantidad de un constituyente (sustancia) en un volumen dado de disolución. Eso puede ser expresado de varias maneras, por ejemplo porcentaje, miligramos por litro (mg/l), partes por millón (ppm), etc.

Contaminante - cada sustancia introducida en el medio ambiente que afecta de manera adversa a la utilidad de un recurso.

Control biológico de plagas - el control de plagas (insectos, por ejemplo) sin usar sustancias tóxicas contranaturales.

Cuenca - toda la tierra que se destina para drenaje de una corriente específica, río, estanque o lago; además es llamado área de recogida o área de drenaje.

Diversidad (biodiversidad) - el número de diferentes tipos de organismos en una comunidad biológica (ecosistema).

Ecosistema - un sistema de organismos interrelacionados y su ambiente no-biológico (físico y químico).

Erosión - la superficie del suelo es llevado por el viento o por el agua. Erosión puede ocurrir de manera natural o por actividades de usos del tierra tales como la explotación forestal, desarrollo, construcción de caminos y agricultura.

Esterilización - eliminación de todos los organismos que causan enfermedades.

Estratificación termal - separación entre el agua de la superficie y la del fondo de un agua estancada en diferentes capas, debido a las diferencias en temperatura.

Eutrofización - el enriquecimiento de agua con nutrimentos, principalmente compuestos de fósforo y nitrógeno, que estimula el crecimiento de algas y grandes plantas acuáticas.

Filtración lenta por arena - la limpieza del agua enviándola a través de una capa de arena.

Fuente - el inicio o el origen, por ejemplo el origen de un río o el origen de una fuente de polución.

Fuente puntual de polución - polución de cada única fuente identificable, un tubo, canal o navío, por ejemplo.

Fuente no puntual de polución - polución de cada fuente difusa. Generalmente tiene inicio en el agua de desagüe de áreas de urbana, forestal, agrícola y construcción de usos de la tierra.

Habitad - el área en que una planta o un animal se encuentra de modo natural.

Larva - la forma inmadura de un insecto.

Limo - partículas muy pequeñas de suelo, más pequeñas de que arena, que pueden estar en suspensión en el agua, o bajas a el fondo de aguas que fluyen lentamente o en aguas estancadas.

Macroinvertebrado - un pequeño animal sin espina dorsal que puede ser observado a simple vista.

Muestra - una porción representativa de un sistema, por ejemplo una parte de un volumen de agua.

Ninfa - la forma inmadura de un insecto.

Nutrimentos - constituyentes (sustancias) muy pequeños principalmente nitrógeno y fósforo, no visibles a simple vista, que sirven de nutrición a las algas y grandes plantas acuáticas.

Organismo - un ser viviente: una planta, un animal o un ser humano.

Patógenos - organismos que causan enfermedades, por ejemplo ciertas bacterias, virus, amibas y gusanos.

Pesticidas - productos producidos artificialmente que matan ciertos tipos de plantas o insectos, por lo tanto son usados para proteger cultivos.

Planta acuática - planta que vive completamente o parcialmente en el agua. Eso puede ser un alga o una grande planta acuática.

Precipitación atmosférica - la polución del aire que se precipita dentro del agua o en el suelo.

Residuos orgánicos - sustancias que se originan de algo que una vez era viviente.

Sedimentación - la deposición de sólidos en suspensión en el fondo de un agua, causado por la reducción del flujo de la corriente.

Sedimento - suelo, arena y minerales que son lavados de la tierra para dentro del agua, usualmente después de la lluvia y que se han establecido en el substrato como nuevo material en el fondo.

Sólidos en suspensión - partículas de suelo erosivo, arena, limo o minerales por ejemplo, que son lavados de la tierra para dentro del agua, usualmente después de la lluvia.

Substrato - material del fondo de un volumen de agua.

Tiempo de residencia - el tiempo que es necesario para renovar el volumen total del agua de un lago.

Vertebrado - un animal con espina dorsal, que puede ser visto a simple vista, tal como pájaros, reptiles, mamíferos y peces.

Virus - un organismo que causa enfermedades, no visible a simple vista.

Zoopláncton - animales minúsculos que viven en el agua. La mayoría parte solamente puede ser visto por un microscopio.

